รายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นายวุฒิพล รัตนพร

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นสื่อการเรียนรู้ผู้ศึกษาสร้างขึ้นโดยออกแบบให้มีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ใช้กระบวนการกลุ่ม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 รายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 นี้ สำเร็จด้วยดีได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ขอขอบพระคุณผู้ให้คำปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญซึ่งปรากฏชื่อตามรายงานฉบับนี้ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือตรวจข้อบกพร่อง ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่ดีเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างมาก ผู้บริหารโรงเรียน ครูและบุคลากรโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ให้ความร่วมมืออำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลและผู้มีส่วนช่วยเหลือที่ไม่ได้ประกาศนามทุกท่านที่ให้กำลังใจด้วยดี

รายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความสมบูรณ์ทั้งจิตใจ สติปัญญาและอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข

วุฒิพล รัตนพร

ชื่อเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ชื่อผู้ศึกษา วุฒิพล รัตนพร
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ
สถานศึกษา โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11
ปีที่ศึกษา 2562

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 4) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 5) เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 และ 6) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด 2) คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ขอไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด และแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 จำนวน 10 แผน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.33–0.73 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.27–0.73 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.90 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33–0.73 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20–0.73 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.80 0.83 0.81 0.85 และ 0.87 ตามลำดับ และแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ (ข้อสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน) เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.90 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบสมติฐานโดยใช้สถิติ t-test

ผลการศึกษาปรากฏ ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.30/82.47 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.71 เป็นไปตามเกณฑ์ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 86.32 ของคะแนนสอบ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป

4. ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ความก้าวทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูงเท่ากับ 0.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป

5. ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 78.68 ของคะแนนสอบ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

6. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57 , S.D.= 0.57)

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ฎ
สารบัญกราฟ	ฐ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	5
สมมติฐานของการศึกษา	6
ขอบเขตของการศึกษา	7
กรอบแนวคิดในการศึกษา	9
นิยามศัพท์เฉพาะ	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	13
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	16
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์...	26
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	31
เป้าหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์	32
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้	36
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)	55
ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่21	94
กิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์	97
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	103

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ความคงทนในการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้	112
	ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้	121
	เอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ	128
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	135
3	**วิธีดำเนินการศึกษา**	116
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	163
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา	163
	แบบแผนการศึกษา	164
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	164
	การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ	165
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	185
	การวิเคราะห์ข้อมูล	188
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	188
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	196
	สัญลักษณ์ที่ใช้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	197
	การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	197
5	**สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ**	212
	การดำเนินการศึกษา	214
	สรุปผลการศึกษา	215
	การอภิปรายผล	217
	ข้อเสนอแนะ	228
บรรณานุกรม		230
ภาคผนวก		250
	ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือเชิญให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ	251
	ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน	269
	ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	416
	ภาคผนวก ง เอกสารเผยแพร่	490

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก จ วิเคราะห์ผลสอบว่าเหตุใดนักเรียนจึงตอบผิดและตอบถูกมาก
และจะมีวิธีแก้ไขให้ดีขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร..... 453
ประวัติผู้ศึกษา..... 464

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้	66
2.2	เปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์.....	72
2.3	แนวทางการให้คะแนนของคณะกรรมการ	102
2.4	เปรียบเทียบและสรุประยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู จากแนวคิดของนักการศึกษา.....	120
2.5	สรุปผลการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ..	149
2.6	สรุปผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำสะเต็มศึกษามาพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ....	158
3.1	แสดงเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด	163
3.2	แบบแผนการทดลองแบบ The Single – Group , Pretest - Posttest Design.....	164
3.3	แสดงกำหนดการสอนของคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 เล่ม	167
4.1	แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (รายบุคคล) จำนวน 3 คน.....	198
4.2	แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 9 คน.....	199

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.3	แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน.....	200
4.4	แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน...	200
4.5	แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน.....	201
4.6	แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะ ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 9 คน.....	202
4.7	แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน.....	203
4.8	แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน.....	204

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.9	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	205
4.10	แสดงค่าร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 รายกลุ่ม.....	206
4.11	แสดงค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์ เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายกลุ่ม.....	207
4.12	แสดงค่าร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์.....	208
4.13	แสดงผลความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน.....	209

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดในการศึกษา	9
2.1	แสดงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้	48
2.2	แสดงขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	53
2.3	สรุปแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	54
2.4	แนวคิดต่อการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)	56
2.5	แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
2.6	องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบสะเต็ม เรื่อง กลศาสตร์ของไหล	67
2.7	บริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	69
2.8	ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประสิทธิผล	72
2.9	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	75
2.10	ความจำเป็นและผลการใช้สะเต็มศึกษาในการจัดการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ	80
2.11	ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21	81
2.12	บทบาทของครูผู้สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	88
2.13	บทบาทของผู้เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา	89
2.14	การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา	91
2.15	การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment)	93
2.16	แสดงทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม	95
2.17	แสดงทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี	96
2.18	แสดงทักษะชีวิตและอาชีพ	96
2.19	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดกับนักเรียนผ่านกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์	99
2.20	รูปแบบการจัดกิจกรรมการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์	100
2.21	ทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ (Two Process Theory of memory)	114
2.22	แผนภาพแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้	125
2.23	นักการศึกษาและนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา	156
3.1	แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษา	162

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.2	แสดงขั้นตอนขั้นตอนการสร้างคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้.....	170
3.3	แสดงขั้นตอนการสร้างขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก.....	179
3.4	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	181
3.5	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	184
3.6	แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	187
5.1	แสดงขั้นตอนการรายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก.....	212

สารบัญกราฟ

กราฟที่		หน้า
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางการเรียนรู้กับจำนวนนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	207
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของนักเรียนกับรายการประมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	211

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

จุดมุ่งหมายหลักของการจัดการศึกษา คือ การเตรียมเยาวชนให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ มีศักยภาพและมีความสามารถในการแข่งขันได้ในอนาคต การให้การศึกษาที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายจึงต้องให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง สามารถคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1) ดังนั้นการเตรียมเยาวชนให้สามารถดำเนินชีวิตและมีส่วนร่วมในสังคมที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานที่ส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในทุกระดับ ทั้งตัวบุคคล อาชีพการงานและสังคมวัฒนธรรม การเตรียมความพร้อมให้กับเยาวชนมีเป้าประสงค์ที่สำคัญ คือเยาวชนสามารถรับรู้และตัดสินประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีความรู้ความเข้าใจ มีส่วนร่วมในสังคมระดับชุมชน ระดับประเทศรวมถึงระดับโลกอย่างเต็มภาคภูมิ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554 : 9) วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพ ตลอดจนเทคโนโลยีและเครื่องมือเครื่องใช้ที่มนุษย์ประดิษฐ์คิดค้นเพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 6) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้ เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 : 4)

โลกของการศึกษาได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 เครื่องมือเพื่อแสวงหาความรู้มีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาความรู้ ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่าง ๆ มากมายและตลอดเวลาที่ต้องการ ทำให้ห้องเรียนมีความแปลกตาไปจากที่เป็นอยู่ ดังนั้นหน้าที่ของครูในการสอนจึงเปลี่ยนแปลงไปจากการยืนหน้าชั้นเรียนมาเป็นการกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มากที่สุดด้วยกระบวนทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้เกิดแนวความคิดต่อการจัดการศึกษานั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่

วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชา ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Dejarnette. 2012 ; Wayne. 2012 และ Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler. 2012) ทั้งนี้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (ธวัช ชิตตระการ. 2555 ; รักษพล ธนานุวงศ์. 2556 และอภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. 2555) 1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระการเรียนรู้ (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า การออกแบบทางเทคโนโลยี (Engineering Design หรือ Design Process) ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่ไม่สามารถเรียนได้ยากต่อการทความเข้าใจ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรก คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า เป็นต้น

ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของผู้เรียนหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

ประเทศไทยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เกิดสมรรถนะสำคัญ คือ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 4) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่น่าเชื่อถือสามารถตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 12) แต่เมื่อพิจารณาสภาพปัญหาการศึกษาวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการประเมินความรู้วิทยาศาสตร์ ภายใต้ความร่วมมือของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยร่วมมือกับองค์กรเพื่อความร่วมมือและพัฒนาเศรษฐกิจ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) โดยมีการประเมินทุก ๆ 3 ปี ประเมินผลนักเรียนนานาชาติ Programme for International Student Assessment (PISA) จาก 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ ซึ่งมีการประเมินด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ยึดหลักพื้นฐานว่า “คุณภาพของการศึกษาเป็นตัวชี้วัดศักยภาพของการพัฒนาทางเศรษฐกิจ” โดยมีการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสติปัญญา กำหนดไว้สามประการ ได้แก่ (1) การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issues) โดยประเมินจากความสามารถในการระบุคำถาม ตั้งคำถามที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ระบุคำสำคัญสำหรับค้นคว้า สำรวจตรวจสอบและรู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ (2) การอธิบายปรากฏการณ์ในทางวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) โดยประเมินจากความสามารถในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับหลักฐานเชิงประจักษ์และความสามารถในการบรรยาย อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่สมเหตุสมผล (3) การใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากความสามารถในการใช้หลักฐานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์สรุปจากหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการสร้างคำอธิบายและสามารถนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุปได้ชัดเจนและมีเหตุผล โดยมีการกำหนดค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 500 คะแนน จากผลการประเมิน PISA2012 PISA2015 และ PISA2018 พบว่านักเรียนไทยได้คะแนน 444 421 และ 426 คะแนนตามลำดับ ซึ่งอยู่ลำดับที่ 51-57 จากประเทศที่เข้าร่วมทั้งหมด 72 ประเทศ/เขตเศรษฐกิจ และร้อยละ 42.80 ของนักเรียนไทยมีความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561 : online) และจากรายงานการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน Ordinary National Educational Test (O-NET)

ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดชุมพร ประจำปีการศึกษา 2559 2560 และ 2561 ในวิชาวิทยาศาสตร์จำแนกคะแนนเฉลี่ยตามจังหวัด โดยในจังหวัดชุมพร มีผลคะแนนเฉลี่ยในวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 26.99 26.51 และ 25.44 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และเมื่อพิจารณาในสาระที่ 4 แรงละการเคลื่อนที่ ปรากฏว่ามีคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศเท่ากับ 4.63 4.47 และ 4.23 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 14 คะแนน และผลการทดสอบความถนัดทั่วไปและความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพ Professional Aptitude Test (PAT) ประจำปี 2559 2560 และ 2561 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยคือ 87.17 85.49 และ 101.50 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าพื้นฐานร้อยละ 50.00 (สำนักทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2559-2561 : online) สอดคล้องกับรายงานการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา วิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.88 และปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 31.12 (สารสนเทศฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา. 2561 : 28) ซึ่งพบว่าคะแนนเฉลี่ยลดลง เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละมาตรฐาน พบว่ามาตรฐานการเรียนรู้ที่ควรเร่งพัฒนา คือ มาตรฐาน ว 4.2 เนื่องด้วยคะแนนเฉลี่ยลดลง ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 34.41 ปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 30.06 คะแนนเฉลี่ยลดลงร้อยละ 12.64 (สารสนเทศฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา. 2561 : 152) ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากสื่อการเรียนการสอนไม่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนได้รับการพัฒนาไม่เต็มศักยภาพของตนเอง อาทิ นักเรียนขาดทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการกลุ่ม และการเชื่อมโยงเนื้อหาเป็นต้น นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 5 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2560 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 70.56 และปีการศึกษา 2561 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 69.45 (สารสนเทศฝ่ายวิชาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา. 2561 : 24) ซึ่งไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ร้อยละ 75 แสดงให้เห็นการศึกษาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาคือ การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากกระบวนการเรียนรู้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียนโดยมุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนานวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่สามารถพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการสอนตามปกติ และเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ความสำคัญกับความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงทำให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ แก้ปัญหา เชื่อมโยงเนื้อหาและแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง ฝึกทักษะการคิด การตัดสินใจ ใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และมีการทำงานผ่านกระบวนการกลุ่ม

ด้วยเหตุนี้ผู้ศึกษาจึงพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 ขึ้น โดยเลือกหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล มาใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น พัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด การเรียนรู้เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เป็นความรู้ที่นักเรียนต้องเข้าใจเพราะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดความรู้วิชาฟิสิกส์เนื้อหาอื่น ๆ และนำความรู้จากหลักการ กฎและทฤษฎีไปอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าแก้ปัญหาด้วยตนเองตามความสามารถทั้งรายบุคคลหรือรายกลุ่ม มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การคิดวิเคราะห์และการสื่อสารข้อมูล มีรูปแบบและขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมที่ออกแบบไว้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพอย่างเต็มที่ ใช้กระบวนการสืบเสาะแบบสะเต็มศึกษาและกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระดังกล่าวข้างต้นได้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด พัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 อันจะนำไปสู่การอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปศึกษาเพิ่มเติมนอกเหนือเวลาเรียนปกติและเป็นการเรียนรู้สู่การเชื่อมโยงส่งผลให้เกิดความเข้าใจที่คงทน (Enduring Understanding)

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75

4. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 0.70

5. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

6.เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานการศึกษา

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนการใช้ชุดการสอน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ75 ขึ้นไป

4. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะ

ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป

5. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตของการศึกษา

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 319 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 กระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 (รายงานผลโดยภาพรวมในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ที่สูงขึ้นหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด)

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป

2.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป

2.2.4 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

2.2.5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระดับมากขึ้นไป

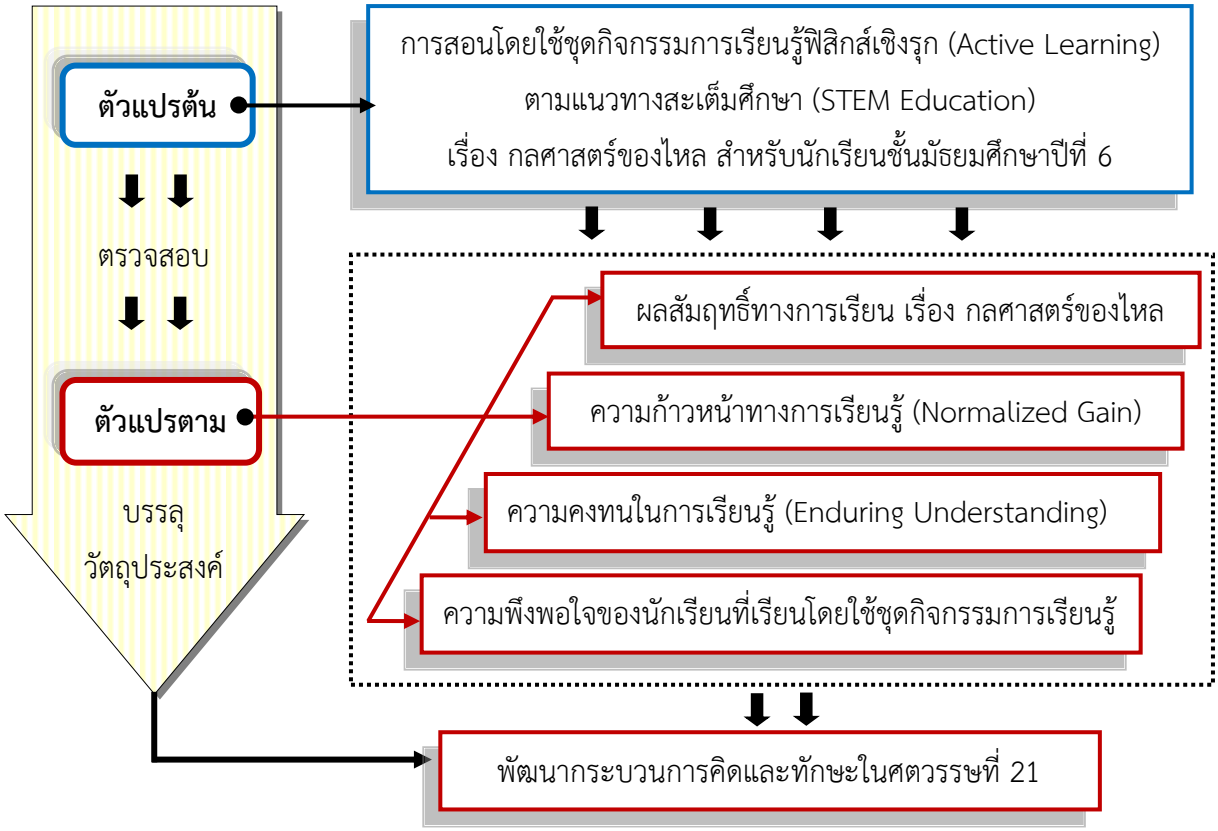
3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาเนื้อหาในรายวิชาฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 23 ชั่วโมง

กรอบแนวคิดในการศึกษา



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง สื่อการสอนสำเร็จรูปที่มีลักษณะเป็นสื่อประสมที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียนรู้ คำชี้แจง จุดประสงค์การเรียนรู้ บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถาม แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นต้น

2. ผลการเรียนรู้ หมายถึง ผลการเรียนรู้ในหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM

Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยผู้ศึกษาเป็นผู้สร้างขึ้นเอง

4. แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ ของนักเรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เสร็จสิ้นเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยผู้ศึกษาเป็นผู้สร้างขึ้นเอง จากการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล มาสลับข้อและสลับตัวเลือกในแต่ละข้อ

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ซึ่งประเมินผลจากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน

6. กระบวนการคิด หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างเป็นขั้นตอนของนักเรียน เพื่อประมวลสิ่งต่าง ๆ ที่นักเรียนคิดออกมาให้ได้ตามที่นักเรียนต้องการหรือตามจุดประสงค์ในสิ่งนั้น ๆ โดยนำทักษะความคิดหลากหลายด้านเข้ามาผสมผสานกัน กระบวนการคิดจึงต้องมีขั้นตอนที่ผ่านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ จึงจะทำให้พบแนวทางในการแก้ปัญหา คำตอบ หรือข้อสรุปของความคิดแต่ละครั้ง รวมถึงการหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หรือการทดลองทางฟิสิกส์ ซึ่งประเมินผลจาก (1) แบบทดสอบอัตนัย จากบัตรคำถามในแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ (2) แบบประเมินการเขียนรายงานการทดลอง ทั้งนี้ผู้ศึกษาเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การประเมินและรายงานผลโดยภาพรวมในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้นหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

7. ทักษะในศตวรรษที่ 21 หมายถึง ความชำนาญในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างขึ้นได้จากการเรียนรู้ ความชำนาญหรือทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ 3R8C ส่วนแรก คือ 3R ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อนักเรียนทุกคน ประกอบด้วย ทักษะในการอ่านออก ทักษะในการเขียนได้ และทักษะในการคำนวณ และส่วนที่สอง คือ 8C ซึ่งเป็นทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นเช่นกัน ทั้งนี้ทุกทักษะสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนรู้ ประกอบด้วย (1) Critical Thinking and Problem Solving คือ การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้ (2) Creativity and Innovation คือ การคิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม (3) Cross-cultural Understanding คือ ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรมและกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม (4) Collaboration Teamwork and Leadership คือ ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม

และภาวะความเป็นผู้นำ (5) Communication Information and Media Literacy คือ ทักษะในการสื่อสารและการรู้เท่าทันสื่อ (6) Computing and IT Literacy คือ ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี (7) Career and Learning Skills คือ ทักษะอาชีพและการเรียนรู้ และ (8) Compassion คือ มีความเมตตากรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย ซึ่งประเมินผลจาก (1) แบบประเมินกระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 (2) แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (3) แบบประเมินความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (4) แบบประเมินการเขียนรายงานการทดลอง และ (5) แบบประเมินรายงานการสืบค้นข้อมูล ทั้งนี้ผู้ศึกษาเป็นผู้กำหนดเกณฑ์การประเมิน และรายงานผลโดยภาพรวมในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้นหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

8. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกที่สร้างขึ้น โดยวัดจากค่าร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามเกณฑ์ 80/80 จากผลคะแนนระหว่างเรียน (E_1) และผลคะแนนหลังเรียน (E_2) โดยที่

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด บัตรกิจกรรม บัตรคำถามของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกแต่ละหน่วยย่อย (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) โดยคิดเป็นค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกแต่ละหน่วยย่อย (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) โดยคิดเป็นค่าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

9. ประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (E.I.) หมายถึง ความก้าวหน้าในการเรียนโดยคิดจากความแตกต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนกับคะแนนสอบหลังเรียน ด้วยการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ว่าเพิ่มขึ้นในปริมาณมากน้อยเพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนความก้าวหน้าสูงสุดโดยใช้เกณฑ์ 0.50 ขึ้นไป

10. เกณฑ์กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป หมายถึง เกณฑ์ที่กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งไว้คิดเป็นร้อยละของคะแนนสอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

11. เกณฑ์กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป หมายถึง เกณฑ์ที่กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตั้งไว้คิดเป็นร้อยละของคะแนนสอบที่ได้ จากการทำแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้

12. ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงถึงความชอบ ความพอใจ ความยินดีที่ผู้เรียนแสดงออกต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

13. ครู หมายถึง ผู้ทำการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

14. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้ศึกษาได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอสาระตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
5. เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
8. ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
9. กิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์
10. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
11. ความคงทนในการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้
12. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้
13. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
14. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ตามคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานที่ 293/2551 เรื่อง ให้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ลงวันที่ 11 กรกฎาคม 2551 กำหนดให้สถานศึกษาในสังกัดจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี และมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีระดับโลก พร้อมกันนี้ได้ปรับกระบวนการพัฒนาหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับเจตนารมณ์แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2)

พ.ศ. 2545 ที่มุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาทและมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 3-25)

1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

1.2 หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่น ทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบและตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายสามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

1.3 จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัยและรักการออกกำลังกาย

1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.4 สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศ เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้ง

ต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต

1.5.3 มีวินัย

1.5.4 ใฝ่เรียนรู้

1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง

1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.5.7 รักความเป็นไทย

1.5.8 มีจิตสาธารณะ

2. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีสาระสำคัญซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554 : 1-10)

2.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิตและการทำงาน วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้

โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิตหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีชีวภาพ

ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร

แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียงและวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาและจิตวิทยาศาสตร์

2.2 มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐาน

ของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.3 คุณภาพของผู้เรียน

การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์สำหรับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการไปสู่การสร้างองค์ความรู้ โดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน ผู้เรียนจะได้ทำกิจกรรมหลากหลาย ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลในการสังเกตสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ตั้งคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับสิ่งที่จะศึกษา ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง มีการคิดวางแผนและลงมือปฏิบัติ การสำรวจตรวจสอบด้วยกระบวนการที่หลากหลายจากแหล่งเรียนรู้ทั้งส่วนที่เป็น

สากลและท้องถิ่น คิดและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ไปใช้ในการตอบคำถามหรือการแก้ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่องค์ความรู้แนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ แล้วสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้หรือองค์ความรู้และเกิดพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คุณธรรมและค่านิยมที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการวางแผนการเรียนรู้กระตุ้น แนะนำ ช่วยเหลือให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2.4 กระบวนการเรียนรู้

การจัดกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียนอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครองและบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 นั้น จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนของผู้สอนและการเรียนของผู้เรียน กล่าวคือ ลดบทบาทของผู้สอน จากการเป็นผู้บอกเล่าและบรรยายเป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการที่สำคัญ คือ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกิจกรรมการสังเกต การตั้งคำถาม การวางแผนเพื่อการทดลอง การสำรวจตรวจสอบ (Investigation) ซึ่งเป็นวิธีการหาข้อมูลโดยตรงด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ กระบวนการแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูล การอภิปรายและการสื่อสารความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเข้าใจกิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของผู้เรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผลและประเมินผลและต้องคำนึงว่า

กิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผนลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ เป็นการสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ต้องพัฒนาผู้เรียนให้มีพัฒนาการทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญาของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่น และที่สำคัญที่สุด คือ ศักยภาพของผู้เรียน ดังนั้นในเนื้อหาสาระเดียวกัน ผู้สอนแต่ละโรงเรียนย่อมจัดการเรียนการสอนและใช้สื่อการเรียนการสอนที่แตกต่างกันได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1-36)

2.5 การวัดและประเมินผล

การวัดและการประเมินผล มีสาระสำคัญซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้ (โชติกา ภาษีผล. 2556 : 15-20) เพื่อที่จะทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่เพียงใดจำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ในอดีตการวัดและประเมินผลส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิดและลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกันและจะต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน

2.6 แนวทางการวัดและประเมินผล

ควรมีแนวทางดังต่อไปนี้

1. ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ คุณธรรม จริยธรรมและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. วิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3. ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมาและต้องภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4. ผลการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5. การวัดและการประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัดโอกาสของการประเมิน

2.7 จุดมุ่งหมายของการวัดและประเมินผล

1. เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมของผู้เรียนและเพื่อช่วยซ่อมเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ ความสามารถ และทักษะได้เต็มศักยภาพ

2. เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้เพียงใด

3. เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการของการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน วิธีการวัดและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายทั้ง 3 ด้าน จึงต้องวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)

2.8 การวัดและประเมินผลจากสภาพจริง (Authentic Assessment)

กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย เช่น กิจกรรมสำรวจภาคสนาม กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง กิจกรรมศึกษาค้นคว้า กิจกรรมศึกษาปัญหาพิเศษหรือโครงงานวิทยาศาสตร์ ฯลฯ อย่างไรก็ตามในการทำกิจกรรมเหล่านี้ต้องคำนึงว่าผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจึงอาจทำงานชิ้นเดียวกันได้สำเร็จแตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมเหล่านี้แล้วก็จะต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึกและรวมถึงทักษะปฏิบัติต่าง ๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ความรัก ความซาบซึ้ง กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติและผลงานเหล่านี้ต้องใช้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสมและแตกต่างกัน เพื่อช่วยให้สามารถประเมินความรู้ ความสามารถ และความรู้สึกนึกคิดที่แท้จริงของผู้เรียนได้ การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้านอย่างหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อจะได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

2.9 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู

6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
8. แฟ้มผลงาน

2.10 การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดได้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริงโดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดชั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงานและมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมสภาวการณ์และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. มอบหมายงานให้ทำ การกำหนดชิ้นงาน อุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ กระบวนการทำงาน

2. กำหนดตัวอย่างชิ้นงาน แล้วให้ผู้เรียนศึกษาชิ้นงานนั้นและสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะของการทำงานได้เหมือนหรือดีกว่าเดิม

3. สร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน สามารถจำแนกผลงานออกตามกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การฟังบรรยาย
3.2 การทำการทดลอง
3.3 การอภิปราย
3.4 การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
3.5 การศึกษานอกสถานที่
3.6 การบันทึกรายวัน

2.11 แหล่งการเรียนรู้และภูมิปัญญา

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องส่งเสริมและสนับสนุนผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา ทุกสถานที่และเรียนรู้ต่อเนื่องตลอดชีวิตจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แหล่งเรียนรู้สำหรับกลุ่มวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะในห้องเรียน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนหรือจากหนังสือเรียนเท่านั้น แต่จะรวมถึงแหล่งเรียนรู้หลากหลายทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียน แหล่งเรียนรู้ หมายถึง แหล่งข้อมูลข่าวสาร สารสนเทศ วิทยากร ภูมิปัญญาชาวบ้านและประสบการณ์อื่น ๆ ที่สนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ ภูมิปัญญา

(Wisdom) หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ความเชื่อ ความสามารถทางพฤติกรรม และความสนใจในการแก้ปัญหาของมนุษย์ ประกอบด้วย ภูมิปัญญาพื้นบ้าน ภูมิปัญญาท้องถิ่น และภูมิปัญญาไทย (ถวัลย์ มาศจรัส. 2553 : 35)

ลักษณะของแหล่งเรียนรู้ จัดได้ 3 ประเภท คือ

1. แหล่งเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น อุทยานแห่งชาติ สวนพฤกษชาติ ภูเขา แม่น้ำ ทะเล น้ำพุร้อน ปรากฏการทางธรรมชาติ เช่น ฝนตก แดดออก น้ำท่วม ความแห้งแล้ง เป็นต้น

2. แหล่งเรียนรู้ที่จัดขึ้นหรือสร้างขึ้น ซึ่งมีในสถานศึกษาและนอกสถานศึกษา เพื่อใช้เป็นแหล่งศึกษาหาความรู้ได้สะดวกและรวดเร็ว

3. แหล่งเรียนรู้ที่เป็นทรัพยากรบุคคล ได้แก่ ครู ผู้ปกครอง พ่อแม่ พระภิกษุสงฆ์ ตลอดจนผู้รู้ ผู้เชี่ยวชาญในอาชีพแขนงต่าง ๆ ที่มีอยู่ในชุมชน รวมทั้งสถานที่ประกอบการ ร้านค้า หน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ ในท้องถิ่น

กฤตณภัต บุญยัษเฐียร. (2553 : 50) โลกปัจจุบันเป็นโลกแห่งข้อมูลข่าวสารที่แพร่หลายทั่วถึงกันได้อย่างรวดเร็ว ไร้อาณาเขตขวางกั้น สภาพดังกล่าวมีส่วนกระทบถึงวิถีชีวิตของผู้คนพลเมืองโดยทั่วไป เพราะเป็นสภาพที่เอื้ออำนวยในการรับและถ่ายโยงเอาศาสตร์หรือภูมิปัญญาตะวันตกเข้ามาในการพัฒนาประเทศและพัฒนาผลผลิต ตลอดจนการดำเนินชีวิต อย่างมิได้มีการปรับให้เข้ากับภูมิปัญญาไทยที่มีความเหมาะสมกับสภาพท้องถิ่นที่เป็นทุนเดิมอยู่แล้ว ทำให้ชุมชนชนบทประสบปัญหาดังที่กล่าวว่าชุมชนล่มสลาย อันมีผลรวมไปถึงความทรุดโทรมของสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง การพยายามใช้กลไกลทางการศึกษาจากเงื่อนไขที่เปิดโอกาสให้มีการพัฒนาหลักสูตร ตามความต้องการของท้องถิ่นเป็นช่องทางในการประยุกต์เอาภูมิปัญญาชาวบ้านที่มีจุดเด่น ที่สามารถพิสูจน์ตัวเองในการยืนหยัดอยู่รอดได้ ท่ามกลางกระแสการล่มสลายของชุมชนและการทรุดโทรมของสิ่งแวดล้อมดังกล่าวมาสู่หลักสูตรและกระบวนการเรียนรู้ในแนวทางของการคิดปฏิบัติจริง จากการประยุกต์ภูมิปัญญาชาวบ้านหรือภูมิปัญญาไทยกับปัญญาสากล เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบคุณค่าภูมิปัญญาที่มีในท้องถิ่นที่เหมาะสมกับวิถีชีวิตของชุมชน และสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด นำมาซึ่งดุลยภาพที่สงบสันติสุขของบุคคล ชุมชนและชาติ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2554 : 16) แหล่งการเรียนรู้หมายถึงแหล่งข่าวสารข้อมูล สารสนเทศ แหล่งความรู้ทางวิทยาการและประสบการณ์ที่สนับสนุนส่งเสริมให้ผู้เรียน ใฝ่เรียน ใฝ่รู้ แสวงหาความรู้และเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามอัธยาศัยอย่างกว้างขวางและต่อเนื่องจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้และเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2554 : 89) แหล่งการเรียนรู้มีบทบาทในการให้การศึกษาแก่ผู้เรียนทั้งในระบบและนอกระบบ ตอบสนองการเรียนรู้ที่เป็นกระบวนการ (Process of Learning) การเรียนรู้โดยการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) จากท้องถิ่น ซึ่งเป็น

แหล่งการเรียนรู้ที่ตนเองมีอยู่แล้วเป็นแหล่งกิจกรรม แหล่งทัศนศึกษา เป็นห้องเรียนธรรมชาติ เป็นแหล่งค้นคว้า วิจัยและฝึกอบรมของผู้เรียนซึ่งกระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นโดยตรง ผู้สนใจสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างเต็มที่และทั่วถึง สามารถเผยแพร่ข้อมูลแก่ผู้เรียนในเชิงรุกเข้าสู่กลุ่มเป้าหมายอย่างทั่วถึงประหยัดและสะดวกมีการเชื่อมโยงและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน

2.12 ความสำคัญของแหล่งเรียนรู้

1. เป็นแหล่งที่รวมขององค์ความรู้อันหลากหลาย พร้อมที่จะให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาค้นคว้า ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลและเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. เป็นแหล่งเชื่อมโยงให้สถานศึกษาและชุมชนมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทำให้คนในชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาแก่บุตรหลานของตน

3. เป็นแหล่งข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุขเกิดความสนุกสนานและมีความสนใจที่จะเรียนรู้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย

4. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการได้คิดเอง ปฏิบัติเองและสร้างความรู้ด้วยตนเองขณะเดียวกันก็สามารถเข้าร่วมกิจกรรมและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

5. ทำให้ผู้เรียนได้รับการปลูกฝังให้รู้และรักท้องถิ่นของตน มองเห็นคุณค่าและตระหนักถึงปัญหาในชุมชนของตนพร้อมที่จะเป็นสมาชิกที่ดีของชุมชนทั้งในปัจจุบันและอนาคต

2.13 ประเภทของแหล่งการเรียนรู้

สามารถ รอดสำราญ. (2546 : 8 อ้างถึงใน พยุง ใบแย้ม. 2558 : 62) แหล่งการเรียนรู้สามารถจำแนกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ 4 ประเภท ได้แก่

1. แหล่งการเรียนรู้ประเภทบุคคล ได้แก่ บุคคลทั่วไปที่อยู่ในชุมชนซึ่งสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ให้กับผู้เรียนได้ เช่น ชาวนา ชาวสวน ชาวไร่ ช่างฝีมือ พ่อค้า นักธุรกิจ พนักงานบริษัท ข้าราชการ ภิกษุสงฆ์ ศิลปิน นักกีฬา เป็นต้น

2. แหล่งการเรียนรู้ประเภทสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น สถานที่สำคัญทางด้านประวัติศาสตร์ โบราณสถาน สถานที่ราชการ สถาบันทางศาสนา พิพิธภัณฑ์ ตลาด ร้านค้า ห้างร้าน บริษัท ธนาคาร โรงมหรสพ โรงงานอุตสาหกรรม ห้องสมุด ถนน สะพาน เขื่อน ฝายทดน้ำ สวนสาธารณะ สนามกีฬา สนามบิน เป็นต้น

3. แหล่งการเรียนรู้ประเภททรัพยากรธรรมชาติ เช่น ภูเขา ป่าไม้ พืช ดิน หิน แร่ ทะเล เกาะแม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง น้ำตก ทุ่งนา สัตว์ป่า สัตว์น้ำ เป็นต้น

4. แหล่งการเรียนรู้ประเภทกิจกรรมทางสังคม ประเพณีและความเชื่อ ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณีพื้นบ้าน การละเล่นพื้นบ้าน กีฬาพื้นบ้าน วรรณกรรมท้องถิ่น ศิลปะพื้นบ้าน ดนตรีพื้นบ้าน วิถีชีวิตความเป็นอยู่ประจำวัน เป็นต้น

แหล่งการเรียนรู้แบ่งตามสถานที่ตั้ง แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

1. แหล่งการเรียนรู้ในสถานศึกษา ได้แก่ ห้องสมุดโรงเรียน ห้องสมุดเคลื่อนที่ มุมหนังสือในห้องเรียน ห้องพิพิธภัณฑ์ ห้องมัลติมีเดีย ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องอินเตอร์เน็ต ศูนย์วิทยบริการ ศูนย์วิชาการ โสตทัศนศึกษา ศูนย์สื่อการเรียนการสอน ศูนย์พัฒนากิจกรรม สวนวรรณคดี สวนสมุนไพร สวนพฤกษศาสตร์ สวนสุขภาพ สวนหนังสือ สวนธรรมะ เป็นต้น

2. แหล่งการเรียนรู้ในชุมชน เช่น ห้องสมุดประชาชน พิพิธภัณฑ์ หอศิลป์ สวนสัตว์ สวนสาธารณะ สวนพฤกษศาสตร์ อุทยานวิทยาศาสตร์ ศูนย์กีฬา ศูนย์เยาวชน ภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์วัฒนธรรม ศูนย์หัตถกรรม วัด มัสยิด ครอบครัว ชุมชน สถานประกอบการ องค์กรภาครัฐและเอกชน เป็นต้น

ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ครูผู้สอนควรจะพิจารณาใช้แหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสาระและมาตรฐานการเรียนรู้และคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมจากแหล่งเรียนรู้เหล่านั้น อันจะส่งผลให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเต็มศักยภาพ

สรุปได้ว่า แหล่งเรียนรู้มีอยู่ทุกที่มีหลายรูปแบบ สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนส่งเสริมการเรียนรู้ได้ตลอดเวลา โดยผู้สอนจะต้องพิจารณาเลือกใช้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

3. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มาจากภาษาอังกฤษที่ว่า “Science” นั้นมีรากศัพท์มาจากภาษาลาตินว่า “Sciences” ซึ่งหมายถึง ความรู้ กระบวนการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นในที่ผ่านมาจึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ วิธีการถ่ายทอดเนื้อหาของผู้สอนที่ง่ายและสะดวกรวดเร็ว คือ การบรรยายผู้เรียนมีหน้าที่ฟังและจดจำแต่ความหมายของวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้มีการกล่าวถึงส่วนที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Body of Knowledge) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ The American Association for the Advancement of Science : (AAAS) ซึ่งจัดได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

ด้านที่ 1 โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

1.1 โลกคือสิ่งที่สามารถทำความเข้าใจได้ นั่นคือเราสามารถทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกและจักรวาลได้ด้วยความคิดและการใช้ปัญญา โดยมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบแต่มักจะมีคำถามใหม่เกิดขึ้นเสมอ

1.2 แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ กล่าวคือ วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ซึ่งประกอบด้วยการสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้น ๆ ดังนั้นคำถามใหม่จึงเกิดขึ้นต่อเนื่องตลอดเวลาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และส่งผลในการปรับปรุงหรือคิดค้นวิธีการใหม่ในการค้นหาคำตอบ ซึ่งการสังเกตครั้งใหม่อาจได้ข้อมูลที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วแต่ไม่สามารถอธิบายได้ แม้ว่าในมุมมองวิทยาศาสตร์อาจไม่มีความจริงที่สัมบูรณ์ที่สุด แต่ข้อมูลที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้นจะยิ่งทำให้มนุษย์เข้าใจปรากฏการณ์นั้น ๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้นด้วย

1.3 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจ สืบค้น ทดลอง สร้างแบบจำลองอย่างต่อเนื่องซ้ำแล้วซ้ำเล่า ดังนั้นแม้วิทยาศาสตร์จะยอมรับความไม่แน่นอนและปฏิเสธเรื่องความจริงสัมบูรณ์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของธรรมชาติ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน เชื่อถือได้เพราะผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นความถูกต้องแม่นยำ

1.4 ทฤษฎีและกฎมีความสัมพันธ์กันแต่มีความแตกต่างกัน กล่าวคือแนวความคิดคลาดเคลื่อนที่พบบ่อยเกี่ยวกับกฎและทฤษฎี คือ “กฎเป็นทฤษฎีที่พัฒนาแล้วจึงมีความน่าเชื่อถือและมีคุณค่ามากกว่าทฤษฎี” ในความเป็นจริงแล้วทั้งกฎและทฤษฎีเป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญเท่าเทียมกัน โดยกฎคือแบบแผนที่ปรากฏในธรรมชาติ ส่วนทฤษฎีคือคำอธิบายว่าทำไมแบบแผนของธรรมชาติจึงเป็นไปตามกฎนั้น ๆ

1.5 วิทยาศาสตร์ไม่สามารถตอบได้ทุกคำถาม กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์ไม่มีหน้าที่ให้คำตอบหรืออภิปรายในเรื่องเหล่านี้ แม้ว่าคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อาจตอบหรือทางเลือกที่เป็นไปได้ในหลายสิ่งหลายอย่างบนโลกที่ไม่สามารถพิสูจน์หรือตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น พลังเหนือธรรมชาติ เป็นต้น

ด้านที่ 2 การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความซับซ้อนมากกว่าที่หลายคนคิด การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายโดยนัยมากกว่าการสังเกตโดยละเอียดแล้วจัดกระทำข้อมูลเป็นลำดับขั้นที่ตายตัว การสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Inventiveness) และเป็นทั้งการทำงานโดยส่วนตัวและการทำงานร่วมกันของกลุ่มคน

2.1 วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน กล่าวคือ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อยืนยันความถูกต้องและได้รับการยอมรับจากองค์กรวิทยาศาสตร์ การทำงานทางวิทยาศาสตร์ของบุคลหนึ่งอาจได้ค้นพบสิ่งที่ยิ่งใหญ่ แต่ความก้าวหน้าทางองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับการยอมรับขององค์กรวิทยาศาสตร์

2.2 วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่าตรรกศาสตร์ จินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ กล่าวคือ การทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกซึ่งต้องมีการพิสูจน์ด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ที่เชื่อมโยงเข้ากับหลักฐานเข้ากับข้อสรุป อย่างไรก็ตามการใช้ตรรกะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์มีส่วนสำคัญอย่างมากในการสร้างสมมติฐาน ทฤษฎี เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์นั้น ๆ ดังคำกล่าวของไอสไตล์ที่ว่า “การจินตนาการอย่างมีเหตุผลมีบทบาทสำคัญในวิทยาศาสตร์”

2.3 วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย กล่าวคือ นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์ที่ไม่เคยค้นพบมาก่อน นอกจากวิทยาศาสตร์จะอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ แล้ววิทยาศาสตร์ยังคงให้ความสำคัญกับการทำนายซึ่งอาจเป็นไปได้ทั้งการทำนายปรากฏการณ์เหตุการณ์ในอนาคตหรือในอดีตที่ยังไม่มีการค้นพบหรือศึกษามาก่อน

ด้านที่ 3 องค์กรทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมของมนุษยชาติซึ่งมีมิติในระดับบุคคล สังคม หรือองค์กรโดยกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่กระทำอาจเป็นสิ่งที่แบ่งแยกยุคสมัยต่าง ๆ ออกจากกันอย่างชัดเจน

3.1 วิทยาศาสตร์คือกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน กล่าวคือ กิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์อยู่ภายใต้ระบบสังคมของมนุษย์ ดังนั้นกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อาจได้รับการสนับสนุนหรือขัดขวางด้วยปัจจัยต่าง ๆ ทางสังคม

3.2 วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่าง ๆ และมีการดำเนินงานในหลายองค์กร คือ วิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมความรู้ที่หลากหลายของศาสตร์สาขาต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านประวัติศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่ศึกษา เป้าหมายและเทคนิควิธีการที่ใช้ การทำงานที่แยกออกเป็นสาขาต่าง ๆ มีประโยชน์ในการจัดโครงสร้างการทำงานและข้อค้นพบ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่มีเส้นแบ่งหรือขอบเขตระหว่างสาขาต่าง ๆ โดยสิ้นเชิง

3.3 วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรม นั่นคือ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ เพราะในบางครั้งความต้องการได้รับการยกย่องว่าเป็นคนแรกที่ค้นพบความรู้ใหม่อาจทำให้นักวิทยาศาสตร์ก้าวไปในทางที่ผิดได้

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนทั่วไปอาจเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความหมายเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน แต่แท้ที่จริงแล้วทั้งสองมีจุดเน้นที่ต่างกัน โดยวิทยาศาสตร์จะเน้นการแสวงหาความรู้เพื่อการต่อยอดความรู้ ส่วนเทคโนโลยีจะเน้นการใช้ความรู้เพื่อตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่สะดวกสบายมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความสัมพันธ์กัน (Akinbobola and Afolabi. 2010 ; Aktamis and

Yenice. 2010) สอดคล้องกับแนวคิดของชาตรี ฝ้ายคำตา. (2555 : 25) ที่ให้แนวคิดว่าวิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวกับการค้นคว้าหาความจริงของธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งความหมายของวิทยาศาสตร์นั้นไม่ใช่หมายถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างเดียว แต่ยังประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งทำให้ได้ความรู้นั้น ๆ อีกด้วย โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้แบบค้นพบและเชื่อว่าการจัดสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางสติปัญญา สิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะช่วยเร่งพัฒนาการทางสติปัญญาให้เร็วขึ้น

ดังนั้น วิทยาศาสตร์ในความหมายปัจจุบันจึงหมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถตรวจสอบได้อย่างเป็นระบบจนเชื่อถือได้และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้ คือ กระบวนการต่าง ๆ ที่พัฒนากระบวนการให้คนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ความคิด จินตนาการ ความสามารถต่าง ๆ และการใช้เหตุผล ซึ่งอาจขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

3.1 การเรียนรู้เป็นกระบวนการ

ได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ไว้มากมาย เช่น

ทิศนา พรกุล. (2554) ได้รวบรวมและสรุปแนวคิดรวมถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย ดังนี้

ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจ เป็นทฤษฎีที่เน้นวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ เช่น การให้รางวัล การทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ การให้คำยกย่อง ชมเชยและตำหนิ การแข่งขันและการให้เข้าร่วมฟังในการจัดการแข่งขัน การให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเอง การให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์และความรู้ใหม่ เป็นต้น

ทฤษฎีความต้องการ เป็นทฤษฎีที่ครูต้องสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานของเด็ก การให้เด็กมีความรู้สึกว่ามีความสบายทางร่างกาย มีความรู้สึกอบอุ่น มีความปลอดภัย รู้สึกว่าตนเองได้รับความรักเป็นที่ยอมรับของครูและเพื่อน เด็กย่อมจะเกิดความอยากรู้อยากเห็น สิ่งที่ครูควรคำนึง คือ

1. การจัดสภาพห้องเรียนที่มีสภาพไม่ตึงเครียด ไม่ทำให้เด็กเกิดความอึดอัดแต่ต้องเป็นสังคมที่มีวินัยเคารพในเหตุผล

2. การแสดงออกของครูที่ทำให้เด็กมีความรู้สึกว่า ได้รับความสนใจและเป็นสมาชิกของห้องเรียน เด็กได้รับความเมตตากรุณาจากครู

3. ครูไม่ควรลงโทษเมื่อเด็กทำแบบฝึกหัดไม่ได้ แต่พยายามกระตุ้นให้เด็กมีส่วนร่วมในการเรียน ให้เด็กรู้สึกว่าเขาเป็นคนสำคัญและมีค่า

4. การจัดประสบการณ์การเรียนที่ส่งเสริมเด็กให้ประสบความสำเร็จในการเรียน การตั้งเป้าหมายในการเรียนที่มีลักษณะท้าทายและสามารถทำให้เด็กแสดงออกในฐานะผู้นำกิจกรรมต่าง ๆ หรือการแสดงตนเป็นผู้ช่วยเหลือ

ทฤษฎีการเสริมแรง การให้การเสริมแรงในการเรียนการสอนจะเป็นการกระตุ้นให้เด็กได้ทราบว่าได้บรรลุเป้าหมาย สร้างความพึงพอใจ มีลักษณะการนำทฤษฎีไปใช้ดังนี้

1. ถ้าต้องการให้เด็กเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปในลักษณะใดก็ตาม ควรใช้กระบวนการเสริมแรงเข้าไปช่วยสร้างพฤติกรรมนั้น ๆ

2. จัดลำดับเนื้อหาที่มีความสำคัญหรือมีความยาวไว้ตอนท้าย

3. จัดแบ่งเวลาสำหรับการเรียนการสอน ควรหลีกเลี่ยงการบีบบังคับหรือทำให้หวาดกลัว

4. การเรียนการสอนและการเรียนรู้ควรเป็นไปตามกฎเกณฑ์ของธรรมชาติและอาศัยความสนใจขอเด็กเป็นหลัก

ทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาการ เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงพัฒนาการว่าเป็นผลมาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงไปสู่วุฒิภาวะอันเนื่องมาจากความเจริญทางด้านร่างกายและการเปลี่ยนแปลงที่ได้รับจากประสบการณ์ เด็กแต่ละคนมีอัตราความเจริญเติบโตแตกต่างกัน พัฒนาการทางการเรียนรู้ก็แตกต่างกันและสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ความพร้อมของตัวเด็กเอง

การเรียนรู้ตามทฤษฎีของบลูม (Bloom's Taxonomy) ซึ่งกล่าวไว้ว่าความรู้ที่เกิดจากความจำแบ่งได้เป็น 6 ระดับ คือ การประยุกต์ (Application) ความเข้าใจ (Comprehend) ซึ่งเป็นระดับล่างสุด การสังเคราะห์ (Synthesis) การวิเคราะห์ (Analysis) สามารถแก้ปัญหา ตรวจสอบได้ สามารถนำส่วนต่าง ๆ มาประกอบเป็นรูปแบบใหม่ได้ ให้แตกต่างออกจากรูปเดิม การประเมินค่า (Evaluation) สามารถวัดได้ เน้นโครงสร้างใหม่และตัดสินได้ว่าอะไรถูกหรือผิด ประกอบการตัดสินใจบนพื้นฐานของเหตุผลและเกณฑ์ที่แน่ชัด

การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเมเยอร์ (Mayor) ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนการวิเคราะห์ความจำเป็นเป็นสิ่งสำคัญและตามด้วยจุดประสงค์ของการเรียน เงื่อนไขพฤติกรรม ควรชี้ชัดและสังเกตได้

การเรียนรู้ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner) เห็นว่า การจัดการเรียนการสอน ครูสามารถช่วยจัดประสบการณ์เพื่อให้เด็กเกิดความพร้อมได้โดยไม่ต้องรอให้เด็กพร้อมตามธรรมชาติ ถ้าครูผู้สอนรู้จักดัดแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับเด็กแต่ละคนในวัยและช่วงพัฒนาการทางปัญญาใด ๆ ก็ได้

จอห์น ดิวอีย์ (John Dewey) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

การเรียนรู้ตามทฤษฎีของไทเลอร์ (Tylor) กล่าวถึงในวิชาทักษะต้องเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและประสบการณ์บ่อย ๆ มีการจัดช่วงลำดับเป็นการจัดสิ่งที่มีความง่ายและต่อเนื่องกันไปสู่สิ่งที่มีความยาก ดังนั้นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ควรมีการบูรณาการให้มีการเรียงลำดับก่อนหลังเพื่อให้ได้เรียนเนื้อหาที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้น จะเห็นว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ มาแล้วไม่มากก็น้อย ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่งเพราะกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือจากที่มีผู้บอกเล่ามาเท่านั้น แต่การเรียนรู้โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ การที่ได้ทดลองและได้ลงมือปฏิบัติจริง ใช้กระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ที่ได้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง เก็บเป็นข้อมูลได้นานและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาเมื่อมีสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน โดยมีเป้าหมายที่ให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเป็นคนเก่ง เป็นคนดีและมีความสุข

4.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ไว้ดังนี้

ดวงกมล สินเพ็ง. (2553 : 40) ได้อธิบายการจัดการเรียนการสอนที่ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุดคือการจัดการเรียนรู้โดยการให้โอกาสผู้เรียนได้ค้นพบความรู้เอง โดยมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากที่สุดโดยให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง ได้คิดเอง ได้ปฏิบัติเอง และมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลหรือแหล่งเรียนรู้หลากหลายจนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำรงชีวิตได้โดยครูเป็นผู้วางแผนร่วมกับผู้เรียนจัดบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ กระตุ้นท้าทาย ให้กำลังใจและช่วยแก้ปัญหาหรือชี้แนะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2555 : 26) การจัดการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้สอดคล้องกับรูปแบบการดำเนินชีวิตเหมาะสมกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและมีโอกาสได้ลงมือปฏิบัติจริงในทุกขั้นตอนของกิจกรรมจนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รวมทั้งจะต้องให้ความสำคัญแก่การอำนวยโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม (Participation) ในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างทั่วถึงในลักษณะของการบูรณาการ (Integration) ทั้งหลักสูตรเนื้อหา

องค์ความรู้แขนงต่าง ๆ และกระบวนการเรียนการสอนเข้าด้วยกัน เพื่อส่งผลให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development) และสอดคล้องกับแนวคิดของวัชรี เกษพิชัยณรงค์และน้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย. (2555 : 1-7) และสุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557 : 3-5) ในประเด็นที่ว่าการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นแนวการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่และสิ่งประดิษฐ์ใหม่ โดยการใช้กระบวนการทางปัญญา (กระบวนการคิด) กระบวนการทางสังคม (กระบวนการกลุ่ม) และให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และมีส่วนร่วมในการเรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ โดยที่ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นต้องจัดให้สอดคล้องกับความสนใจ ความสามารถและความถนัด เน้นการบูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ ใช้หลากหลายวิธี หลากหลายแหล่งเรียนรู้ สามารถพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย คือ พหุปัญญา รวมทั้งเน้นการใช้วิธีการวัดผลอย่างหลากหลายวิธีรองรับขีดความสามารถและศักยภาพของผู้เรียน

สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจ ความสามารถและความถนัดของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างมีความสุข ได้ปฏิบัติจริงจนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5. เป้าหมายสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . 2557 : 1- 36)

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบและการทดสอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบหลักการแนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือ ให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในโรงเรียนและเมื่อออกจากโรงเรียนไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

1. เพื่อเข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในกลุ่มวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ จินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ใช้วิธีการวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา สนใจและใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากเป้าหมายดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ช่วยให้มีการพัฒนาในทุก ๆ ด้าน และครอบคลุมถึงเรื่องของความตระหนักและผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย การจัดการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ในทุกระดับ จึงต้องดำเนินการที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาที่สมบูรณ์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนกลุ่มวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบ ด้วยกิจกรรมหลากหลายกิจกรรมที่จะจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย เช่น

1. กิจกรรมภาคสนาม
2. กิจกรรมแก้ปัญหา
3. กิจกรรมการสังเกต
4. กิจกรรมสำรวจตรวจสอบ
5. กิจกรรมการทดลอง
6. กิจกรรมสืบค้นข้อมูล ทั้งจากแหล่งข้อมูลที่เป็นบุคคล เอกสารในห้องสมุดหรือหน่วยงานในท้องถิ่นจนถึงการสืบค้นทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต
7. กิจกรรมศึกษาค้นคว้าจากสื่อต่าง ๆ และแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น
8. กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์
9. กิจกรรมอภิปราย

ทั้งนี้โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่ต่างกันซึ่งผู้เรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านี้จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว จะทำให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข

กระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Science Inquiry Process) (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2557 : 34-36) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) วางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผลและนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นใหม่ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมทำให้เกิดความรู้กว้างขวาง

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

ขั้นตอนสำคัญของการสอน

1. ผู้สอนและผู้เรียนวางแผนร่วมกันในเรื่องวัตถุประสงค์ สถานที่ที่จะไป การเดินทาง สิ่งที่จะไปศึกษา วิธีการศึกษา ค่าใช้จ่าย กำหนดการและหน้าที่ความรับผิดชอบ

2. ผู้สอนและผู้เรียนเดินทางไปยังสถานที่เป้าหมาย

3. ผู้เรียนศึกษาสิ่งต่าง ๆ ในสถานที่นั้นตามกระบวนการหรือวิธีการศึกษาที่ได้วางแผน

4. ผู้สอนและผู้เรียนเดินทางกลับและสรุปผลการเรียนรู้หรือผู้สอนและผู้เรียนสรุปผลการเรียนรู้และเดินทางกลับ

5. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้

วิธีสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) (ทิศนา แขมมณี. 2556 : 347-348)

วิธีสอนโดยใช้การอภิปรายกลุ่มย่อย คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 4 – 8 คน และให้ผู้เรียนในกลุ่มพูดคุยแลกเปลี่ยนข้อมูล ความคิดเห็นและประสบการณ์ในประเด็นที่กำหนด และสรุปผลการอภิปรายออกมาเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นตอนสำคัญของการสอน

1. ผู้สอนจัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ กลุ่มละประมาณ 4 – 8 คน

2. ผู้สอน/ผู้เรียนกำหนดประเด็นในการอภิปราย

3. ผู้เรียนพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันตามประเด็นอภิปราย

4. ผู้เรียนสรุปสาระที่สมาชิกกลุ่มได้อภิปรายร่วมกันเป็นข้อสรุปของกลุ่ม

5. ผู้สอนและผู้เรียนนำข้อสรุปของกลุ่มย่อยมาใช้ในการสรุปบทเรียน

6. ผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (American Association for the Advancement of Science) มีชื่อย่อว่า AAA's เป็นเจ้าของโครงการ "Science – A Process Approach" เรียกชื่อย่อว่าโครงการซาปา (SAPA) ได้ตีพิมพ์หนังสือ Science – A Process Approach Commentary for Teachers เมื่อปี ค.ศ. 1970 หนังสือนี้ระบุกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 กระบวนการ เป็นกระบวนการพื้นฐาน (Basic Process) 8 กระบวนการ และกระบวนการผสมผสาน (Integrated Process) 5 กระบวนการ ดังนี้

กระบวนการพื้นฐาน

1. กระบวนการขั้นการสังเกต (Observing) เป็นกระบวนการที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 โดยอาจใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันและอาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วยโดยเข้าไปสัมผัสโดยตรงและทันทีกับวัตถุ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง โดยไม่มีการใส่ความคิดเห็นใด ๆ ของผู้สังเกตลงไปด้วย

2. กระบวนการขั้นการวัด (Measurement) เป็นกระบวนการที่ใช้เครื่องมือที่ได้มาตรฐานทำการตรวจวัดหาปริมาณที่แน่นอนของสิ่งที่เราสังเกตหรือที่ต้องการวัดออกมาเป็นเลขจำนวนที่มีหน่วยเปรียบเทียบได้

3. กระบวนการขั้นการคำนวณ (Using Numbers) เป็นการนำเอาตัวเลขที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือจากแหล่งอื่นมาจัดกระทำเสียใหม่ เพื่อให้ได้ค่าใหม่ซึ่งจะมีความหมายในการนำไปใช้ต่อไป การจัดกระทำตัวเลขอาจเป็นการบวก การลบ การคูณ การหารและการหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น

4. กระบวนการขั้นจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการนำสิ่งทั้งหลายแบ่งออกเป็นพวก แต่ละพวกมีคุณสมบัติบางอย่างไม่เหมือนกันแต่สิ่งที่อยู่ในพวกเดียวกันนั้นจะมีคุณสมบัติเฉพาะอย่างเหมือนกันร่วมกันอยู่อย่างน้อยอย่างหนึ่ง

5. กระบวนการขั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา (Using Space/Time Relationship) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของวัตถุกับเวลาหรือระหว่างที่ว่างของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของพืชกับเวลาที่เปลี่ยนไป

6. กระบวนการขั้นการจัดกระทำข้อมูลและการสื่อสารความหมาย (Communicating) เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำเสียใหม่ในรูปใหม่ เช่น จัดเรียงใหม่ ทำเป็นตารางความถี่ จัดเรียงลำดับ จัดจำแนกประเภทเป็นหมวดหมู่ มีการคำนวณหาค่าบางอย่างแล้วจึงเลือกสื่อหรือรูปแบบที่จะถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่ายและรวดเร็วโดยยึดหลักความชัดเจนสมบูรณ์ ความถูกต้องแม่นยำ ความกะทัดรัดและความไม่กำกวม

7. กระบวนการขั้นการลงความคิดเห็นเชิงการอธิบาย (Inferring) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น การลงความเห็นเชิงการอธิบายเป็นการอธิบายสิ่งที่ได้จากการสังเกต ว่าข้อมูลนี้ให้ความหมายอะไร มีสาเหตุมาจากอะไร ทำไมจึงมีเหตุการณ์อย่างนี้เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการกระทำไปโดยมีหลักมีเหตุผลและมีหลักฐานสนับสนุนความคิด

8. กระบวนการขั้นการพยากรณ์ (Predicting) เป็นการคาดการณ์ที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยข้อมูลที่พบในปัจจุบันเป็นตัวบอกเหตุและใช้หลักการทั่วไปหรือประสบการณ์เดิมที่เคยพบมาแล้วเป็นเครื่องมือในการคาดเหตุการณ์

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

6.1 ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการสอนรายบุคคล ชุดการเรียนด้วยตนเอง ชุดการเรียน เป็นต้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสมที่จัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ สำหรับคำกล่าวเรียกชื่อต่าง ๆ ในที่นี้จะหมายถึงชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

อิสริยา หนูจ้อย. (2549. อ้างถึงใน อัฐวุฒิ คำแสน. 2554 : 7) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่าเป็นสื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกันจัดไว้เป็นชุด (Packages) เรียกว่าสื่อประสม (Multi Media) เพื่อมุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552. อ้างถึงใน พรปวีณ์ กอกอง. 2555 : 21-22) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ การนำเอาระบบสื่อประสม (Multi Media) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ชุดกิจกรรมนิยมจัดไว้ในกล่องหรือซองเป็นหมวด ๆ ภายในชุดกิจกรรมประกอบด้วยคู่มือการใช้ชุดกิจกรรม สื่อการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา และประสบการณ์ อาทิเช่น รูปภาพ สไลด์ เทป แผ่นคำบรรยาย ฯลฯ จึงทำให้มั่นใจได้ว่าชุดกิจกรรมจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความพร้อมที่จะสอนอีกด้วย

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553 : 14) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม(Multi Media) ที่ประกอบด้วยสื่อตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป ใช้ร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย สื่อดังกล่าวนี้จัดเป็นชุด ๆ จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้สอนใช้ประกอบการสอน และให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียนเป็นรายบุคคลได้อีก

ชมทิศา ขันภักดี. (2553 : 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรมคือสื่อหรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในชุดกิจกรรมตามศักยภาพและความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยครูเป็นผู้วางแผนกำหนดเป้าหมายของการเรียนและนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้บรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม

ถวัลย์ มาศจรัส. (2553 : 67) ได้สรุปความหมายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นชุดสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนตามหัวข้อเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดไว้เป็นชุด ๆ บรรจุอยู่ในกล่องหรือกระเป๋า แล้วแต่ผู้สร้างจะจัดทำขึ้น ในการสร้างชุดกิจกรรมจะใช้วิธีระบบเป็นหลักสำคัญด้วย จึงทำให้มั่นใจได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพและยังช่วยให้ผู้สอนเกิดความมั่นใจพร้อมที่จะสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556 : 5) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมสื่อประสม ซึ่งผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบ มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง โดยมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาประสบการณ์ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดกิจกรรมเป็นนวัตกรรมในการผลิตและการใช้สื่อการสอน ที่เริ่มมีบทบาทต่อการเรียนการสอนทุกระดับในปัจจุบันและในอนาคต เพราะชุดกิจกรรมจะเป็นแนวทางใหม่ที่จะช่วยแก้ปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมเป็นระบบของการวางแผนการสอนที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของเนื้อหาวิชานั้น ๆ จึงทำให้เกิดประโยชน์และคุณค่าในการเรียนการสอนอย่างมาก

บุญชม ศรีสะอาด. (2556 : 94) ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (Instructional Package) เป็นสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายประกอบกันจัดเข้าไว้ด้วยกันเป็นชุด เรียกว่า สื่อประสม เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ มีชื่อเรียกอย่างเช่น Learning Package , Instructional Package หรือ Instructional Kits นอกจากจะใช้สำหรับให้ผู้เรียนเรียนเป็นรายบุคคลแล้ว ยังใช้ประกอบการสอนสำหรับการเรียนเป็นรายกลุ่มย่อย โดยจะจัดในรูปศูนย์การเรียนรู้

อนุวัติ คูณแก้ว. (2556 : 45) ได้ให้ความหมายว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นสื่อประเภทหนึ่ง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้นเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอน

แบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดมีระบบการใช้สื่อการสอนแบบประสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

สันติ อาภรณ์พงษ์. (2558 : 32) สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ชุดของสื่อประสมที่มีการนำสื่อและกิจกรรมหลาย ๆ อย่างมาประกอบกันเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่ชัดเจน มีความสมบูรณ์ในตัวเอง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาต่างประเทศได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมไว้หลายท่าน ดังนี้

ฮุสตันและคณะ (Houston ; et al. 1972 : 10-15 อ้างถึงใน สุวธิดา ล้านสา. 2558 : 32) ให้ความหมายไว้สั้น ๆ ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นชุดของประสบการณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้กับนักเรียนเพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

บราวน์และคณะ (Brown ; et al. 1973 : 338 อ้างถึงใน สุวธิดา ล้านสา. 2558 : 32) ให้ความหมายไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ชุดของสื่อแบบประสมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเหลือครูให้สามารถจัดการเรียนรู้ ได้อย่างมีประสิทธิภาพในกล่องหรือชุดกิจกรรมมักจะประกอบไปด้วยสิ่งของหลายอย่าง เช่น ภาพโปร่งใส ฟิล์มสตริปภาพเหมือนโปสเตอร์ สไลด์และแผนภูมิ บางชุดอาจประกอบด้วยเอกสารเพียงอย่างเดียว บางชุดอาจจะเป็นโปรแกรมที่มีบัตรคำสั่งให้นักเรียนเรียนด้วยตนเอง

จากการที่นักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้กล่าวมาข้างต้น จึงอาจสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาไปใช้จัดการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถหรือทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

แนวคิดเกี่ยวกับการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556 : 75) ได้กล่าวถึงแนวคิดในการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

แนวคิดที่ 1 คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความต้องการ ความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การจัดการสอนรายบุคคล หรือการศึกษาตามเอกัตภาพและการศึกษาด้วยตนเอง ล้วนเป็นวิธีที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจ โดยครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 ความพยายามที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึด “ครู” เป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งเรียนรู้จากสื่อ

การสอนแบบต่าง ๆ การเรียนวิธีนี้ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่นักเรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด ส่วนอีกสองส่วนผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ในรูปของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

แนวคิดที่ 3 เป็นแนวคิดในการใช้สื่อโดยที่ให้เปลี่ยนจากการใช้สื่อ “เพื่อช่วยครูสอน” มาเป็น “เพื่อนักเรียน”

แนวคิดที่ 4 เป็นแนวคิดในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับสิ่งแวดล้อม ใช้กระบวนการกลุ่มประกอบกิจกรรมร่วมกัน

แนวคิดที่ 5 การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนมาใช้โดยจัดสภาพการณ์ออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรม ดังนี้

1. ร่วมกิจกรรมการเรียนด้วยตนเอง
2. มีโอกาสทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร
3. เสริมแรงโดยให้เกิดพฤติกรรมซ้ำ
4. เรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจ

การจัดสถานการณ์ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ตามนัยดังกล่าวข้างต้น จะต้องมีเครื่องมือช่วยให้บรรลุจุดหมายปลายทางโดยการจัดการเรียนการสอนโปรแกรมในรูปของกระบวนการและการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำคัญ

ประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง. (2555) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครู เป็นชุดการสอนที่ผลิตขึ้นสำหรับครูใช้สอนนักเรียนทั้งห้องเรียนใน 1 ชุดจะมีเพียง 1 หน่วยเท่านั้น จะมีขนาดใหญ่พอให้นักเรียนเห็นได้ชัดเจน สื่อต่าง ๆ จะบรรจุอยู่ในกล่องขนาดใหญ่แข็งแรงเหมาะสมกับขนาดและน้ำหนักของสื่อ

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดทำขึ้นสำหรับสอนแบบกิจกรรม จะมีชุดย่อยสำหรับกลุ่มในห้องเรียนแบบศูนย์การเรียนครบทุกกลุ่ม และชุดสำหรับกลุ่มสำรองไว้ด้วยเพื่อให้ผู้เรียนที่เสร็จจากกลุ่มเร็วกว่าคนอื่นมาใช้ศึกษาระหว่างรอเวลาเรียนกับกลุ่มในหน่วยต่อไป

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้จัดขึ้นสำหรับผู้เรียนโดยเฉพาะบางครั้งจะเรียกชุดการเรียน นักเรียนจะเรียนจากคำแนะนำที่อยู่ในชุดกิจกรรมนั้น นักเรียนจะเรียนไปตามลำดับขั้นด้วยตนเอง นักเรียนจะนำไปเรียนในคูหาหรือบริเวณที่จัดเตรียมไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเลือกสถานที่เรียนตามความชอบ

ของตนเองก็ได้ เมื่อเรียนจบก็มาทำแบบทดสอบ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จผ่านแล้วก็ทำชุดต่อไปตามลำดับ ถ้าเกิดปัญหาขึ้นระหว่างการเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ผู้เรียนจะปรึกษากันได้หรือสอบถามจากครูผู้สอนที่พร้อมจะให้ความช่วยเหลือได้ทันที

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545. อ้างถึงใน วราวุธ บุตรรัตน์. 2556 : 10-11) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยจัดไว้ให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมเป็นกลุ่มตามคำสั่ง โดยจัดเป็นลักษณะศูนย์การเรียน

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการบรรยายหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูใช้สอนกับนักเรียนกลุ่มใหญ่หรือนักเรียนทั้งชั้นเรียน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประเภทนี้จะกำหนดเนื้อหากิจกรรมและสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบการบรรยายเพื่อเปลี่ยนบทบาทการพูดของครูให้ลดลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทุกคนจะเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน สิ่งที่บรรจุในกล่องหรือซองของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประเภทนี้ได้แก่ คู่มือครู ซึ่งระบุจุดหมายของการเรียนการสอน รายการสื่อการเรียนตลอดทั้งการวัดผลและประเมินผล นอกจากคู่มือครูแล้วมีสื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ แบบฝึกเสริมทักษะและแบบทดสอบความรู้ของนักเรียนทั้งก่อนและหลัง

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคลหรือชุดการสอนตามเอกัตภาพ เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง ตามกระบวนการและตามลำดับที่บอกไว้ เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถ ความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน เมื่อเรียนจบตอนแล้วก็จะทำแบบทดสอบเพื่อประเมินผลแล้วเรียนชุดต่อไปตามลำดับขั้น เมื่อมีปัญหาครูก็พร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทางทันที ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคลสามารถฝึกฝนและส่งเสริมนิสัยของผู้เรียนในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552. อ้างถึงใน ชาลี เกยรัมย์. 2558 : 20) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ เหมาะสมกับครูผู้สอนในการจัดการศึกษาในระบบนั้น สามารถจัดทำได้ 4 รูปแบบ

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูผู้สอน เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูใช้ประกอบการสอน ประกอบด้วยคู่มือครู สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีการจัดกิจกรรมและสื่อการสอนประกอบการบรรยายของผู้สอน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้มีเนื้อหาสาระเพียงหน่วยเดียวและใช้กับผู้เรียนทั้งชั้น แบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยาย มีการกำหนดกิจกรรมตามลำดับขั้น

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาความรู้ร่วมกัน โดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้หรืออาจะเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในศูนย์การเรียน กล่าวคือ ในแต่ละศูนย์การเรียนรู้จะมีชุดกิจกรรม

การเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อย่อยของหน่วยการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนศึกษา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะหมุนเวียนศึกษา ความรู้และทำกิจกรรมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้จนครบทุกศูนย์การเรียนรู้

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล เป็นชุดกิจกรรการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน และเมื่อศึกษาจนครบตามขั้นตอนแล้ว ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ด้วยตนเอง

4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการจัดกิจกรรมหลากหลาย บางขั้นตอนผู้สอนอาใช้วิธีการบรรยายประกอบการใช้สื่อ บางขั้นตอนผู้สอนอาจให้ผู้เรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล และบางขั้นตอนอาจให้ผู้เรียนศึกษาความรู้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง. (2555 : 25) ได้แบ่งประเภทของชุดการสอนหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. แบบประกอบการบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเพียงอย่างเดียว โดยแบ่งหัวข้อที่จะบรรยายและประกอบกิจกรรมไว้ตามลำดับขั้น ให้ครูใช้ประกอบคำบรรยายตามปัญหาและหัวข้อที่ครูกำหนดให้ เพื่อความเรียบร้อยในการใช้ประกอบการสอนหรือบรรยาย

2. แบบกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ซึ่งในชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ประกอบด้วยชุดย่อยตามจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ ผู้เรียนที่เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกิจกรรมกลุ่มจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเรียนเท่านั้น หลังจากเริ่มเรียนแล้วผู้เรียนสามรถช่วยเหลือซึ่งกันและกันได้ หรือหากปัญหาในการเรียนสามารถถามครูได้เสมอ

3. แบบรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล เมื่อศึกษาจบแล้วจะทำการทดสอบประเมินความก้าวหน้าและศึกษากิจกรรมอื่นต่อไปตามลำดับ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้จัดขึ้นเพื่อส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้แต่ละบุคคลให้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองจนสุดความสามารถ

4. แบบทางไกล เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมาเข้าเรียน เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนต่างถิ่น

อนุวัติ คูณแก้ว. (2556 : 50-52) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้กันอยู่แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยายของครู เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนกลุ่มใหญ่หรือเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการปูพื้นฐานให้ทุกคนรับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกันมุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบนี้ลดเวลาในการอธิบาย

ของผู้สอนให้พูดน้อยลงเพิ่มเวลาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติมากขึ้น โดยใช้สื่อที่มีอยู่พร้อมในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในการนำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ สิ่งสำคัญ คือ สื่อที่นำมาใช้จะต้องให้ผู้เรียนได้เห็นชัดเจนทุกคนและมีโอกาสได้ใช้ครบทุกคนหรือทุกกลุ่ม

2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรมหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับให้ผู้เรียนเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มย่อย ประมาณ 4–8 คน โดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนโดยให้ผู้เรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชนิดนี้มักใช้ในการสอนแบบกิจกรรมกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคลหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ตามความต้องการและความสนใจของตนเอง อาจจะเรียนที่โรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้ จุดประสงค์หลัก คือ มุ่งให้ทำความเข้าใจกับเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบนี้ส่วนใหญ่จัดในลักษณะของหน่วยการสอนย่อย ตัวอย่างเช่น ชุดวิชาต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เป็นต้น

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งได้ 3 ประเภท คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการบรรยาย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมกลุ่มและชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคล การเลือกใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละประเภทให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของครูผู้สอนซึ่งเป็นผู้พิจารณาและตัดสินใจว่าจะเลือกใช้แบบใดจึงจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียนในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาเลือกใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบการบรรยายของครูเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูสร้างขึ้นมา เพื่อใช้สอนหรือเสนอประสบการณ์ในการเรียนรู้แก่นักเรียนซึ่งเป็นผู้เรียนที่มีกลุ่มใหญ่ผู้เรียนทุกคนจะได้รับรู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน

องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

นักการศึกษาและนักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ฮุสตัน และคนอื่น ๆ (Houston ; other. 1973. อ้างถึงใน นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์. 2553 : 13) แบ่งองค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็นส่วนสำคัญ 4 ด้าน คือ

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคู่มือที่จัดทำเพื่อให้ผู้ใช้ชุดการสอนศึกษาและปฏิบัติตาม เพื่อให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพอาจประกอบด้วย แผนการสอน สิ่งที่ครูต้องเตรียมก่อนสอน บทบาทของผู้เรียนและการจัดชั้นเรียน

2. บัตรงาน เป็นบัตรที่มีคำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง โดยระบุกิจกรรมตามลำดับขั้นตอนของการเรียน

3. แบบทดสอบวัดผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับตรวจสอบว่าหลังจากการเรียนชุดกิจกรรมการเรียนรู้จบแล้ว ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่

4. สื่อการเรียนต่าง ๆ เป็นสื่อสำหรับผู้เรียนได้ศึกษามีหลายชนิดประกอบกัน อาจเป็นประเภทสิ่งพิมพ์ เช่น บทความ เนื้อหาเฉพาะเรื่อง จุลสาร บทเรียนโปรแกรมหรือประเภทโสตทัศนูปกรณ์เช่น รูปภาพ แผนภูมิต่าง ๆ เทปบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป สไลด์ขนาด 2 นิ้ว x 2 นิ้ว เป็นต้น

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553 : 25) องค์ประกอบที่สำคัญของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

1. คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคำชี้แจงให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ประกอบด้วยบัตร คำสั่ง บัตรปฏิบัติการ บัตรเนื้อหา บัตรฝึกหัดแลบัตรเฉลย บัตรปฏิบัติการและบัตรเฉลย บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยทดสอบ

2. บัตรคำสั่งเป็นการชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นว่าต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร

3. บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ บางชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อาจออกแบบให้มีบัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการซึ่งเป็นบัตรที่บอกให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ

4. บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาที่ให้ผู้เรียนศึกษา สิ่งที่ควรมีในบัตรเนื้อหา คือ หัวเรื่อง สูตร นิยามและคำอธิบาย

5. บัตรแบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมและศึกษาเนื้อหาจนแล้ว (ในกรณีวิชาคณิตศาสตร์อาจมีหัวเรื่อง สูตร นิยาม กฎ ที่ต้องการใช้ในโจทย์แบบฝึกหัด)

6. บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด เมื่อผู้เรียนทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้วสามารถ ตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยแบบฝึกหัด

7. บัตรทดสอบ เมื่อผู้เรียนทำบัตรแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว ผู้เรียนมีความรู้ในหัวข้อเรื่องนั้น ๆ ต่อจากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำบัตรทดสอบ

8. บัตรเฉลยบัตรทดสอบ เป็นบัตรที่มีคำเฉลยของบัตรทดสอบที่ผู้เรียนได้ทำไปแล้ว เป็นการตรวจสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทาการเรียนของผู้เรียนในการศึกษาชุดกิกรรมการเรียนรู้นั้น

ฮุสตันและคณะ. (Houston ; et al. 1973. อ้างถึงใน นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์. 2553 : 13) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. คำชี้แจง (Prospectus) ในส่วนนี้จะอธิบายถึงความสำคัญของจุดมุ่งหมายขอบข่ายของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สิ่งที่นักเรียนจะต้องมีความรู้ก่อนเรียนและขอบข่ายของกระบวนการทั้งหมดในชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) คือ ข้อความที่ชัดเจนไม่กำกวมที่กำหนดว่านักเรียนจะประสบความสำเร็จในเรื่องใดหลังจากเรียนแล้ว

3. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-assessment) มีจุดประสงค์สองประการ คือ เพื่อให้ทราบว่านักเรียนอยู่ในระดับใดในการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น และเพื่อดูว่านักเรียนได้สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์มากน้อยเพียงใด การประเมินเบื้องต้นนี้อาจจะอยู่ในรูปของการทดสอบแบบข้อเขียน ปากเปล่า การทำงาน ปฏิกิริยาตอบสนองต่อคำถามง่าย ๆ เพื่อให้รู้ถึงความต้องการและความสนใจ

4. การกำหนดกิจกรรม (Enabling Activities) คือ การกำหนดแนวทางและวิธีเพื่อไปสู่จุดประสงค์ที่ตั้งไว้โดยให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนั้นด้วย

5. การประเมินขั้นสุดท้าย (Post-assessment) เป็นข้อทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนหลังจากที่เรียนไปแล้ว

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ. (2553 : 52) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นคู่มือหรือแผนการสอนสำหรับผู้สอนใช้ศึกษาและปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดชี้แจงไว้อย่างชัดเจน เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การจัดชั้นเรียน บทบาทผู้เรียน เป็นต้น ลักษณะของคู่มืออาจจัดทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับก็ได้

2. บัตรคำสั่งหรือบัตรงาน เป็นเอกสารที่บอกให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมแต่ละอย่างตามขั้นตอนที่กำหนดไว้บรรจุอยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ บัตรคำสั่งหรือบัตรงานจะครบตามจำนวนกลุ่มหรือจำนวนผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา คำสั่งให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมและการสรุปบทเรียน การจัดทำบัตรคำสั่งหรือบัตรงานส่วนใหญ่นิยมใช้กระดาษแข็งขนาด 6 x 8 นิ้ว

3. เนื้อหาสาระและสื่อการเรียนประเภทต่าง ๆ จัดไว้ในรูปของสื่อการสอนที่หลากหลาย อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

3.1 ประเภทเอกสารสิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ ใบความรู้ของเนื้อหาเฉพาะเรื่อง บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น

3.2 ประเภทโสตทัศนูปกรณ์ เช่น รูปภาพ แผนภาพ แผนภูมิ สมุดภาพ เทปโทรทัศน์เทปบันทึกเสียง สไลด์ วีดีทัศน์ ซีดีรอม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

3.3 แบบประเมินผล เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินความรู้ด้วยตนเองทั้งก่อนและหลังเรียน อาจเป็นแบบทดสอบชนิดจับคู่ เลือกตอบหรือกาเครื่องหมายถูกผิดก็ได้

สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญคล้ายกัน คือ ประกอบด้วย จุดประสงค์ของกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ของกิจกรรม คำชี้แจงเป็นการอธิบายรายละเอียดหรืออธิบายกติกาของกิจกรรมนั้น ๆ กิจกรรมเพื่อฝึกปฏิบัติหรือฝึกการคิด และการใช้ทักษะในเรื่องนั้นในการทำกิจกรรม เช่น กิจกรรมการการทดลอง กิจกรรมการเล่นเกม เป็นต้น เนื้อหาเป็นส่วนที่แทรกอยู่ในกิจกรรมแบบฝึกหัด เป็นแบบฝึกที่ฝึกไปพร้อม ๆ กับการทำกิจกรรม หรืออาจแยกส่วนออกมาก็ได้ ใบกิจกรรมซึ่งเป็นการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง สื่อการเรียนการสอนและแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

หลักการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องยึดทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา จากการศึกษาของชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555 : 95 - 97) ได้กล่าวถึงการประยุกต์นำกฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. การนำกฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) มาใช้ ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนรู้เกิดขึ้น จะต้องสำรวจดูเสียก่อนว่านักเรียนมีความพร้อมที่จะเรียนทั้งทางร่างกายและจิตใจหรือยัง ถ้ายังไม่พร้อมควรจะมีการเตรียมความพร้อมเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน จึงจะเริ่มให้เรียนรู้ โดยยึดหลักความพึงพอใจ ถ้าพบว่านักเรียนไม่พึงพอใจจงอย่าพยายามฝืนใจนักเรียนเป็นอันขาด เพราะจะไม่ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ทั้งยังทำให้เกิดทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชานั้น ๆ ด้วย

2. การนำกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) มาใช้ เมื่อต้องการให้นักเรียนเกิดทักษะการเรียนรู้โดยเฉพาะบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการฝึกหัด เช่น กีฬา ดนตรีต่าง ๆ จะต้องเริ่มจากการสร้างให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนนั้นเสียก่อน และหมั่นฝึกฝนหรือนำสิ่งที่เรียนรู้นั้นมาใช้บ่อย ๆ จะทำให้การเรียนรู้นานและคงทนถาวร แม้ระยะเวลาจะผ่านไปนานเท่าใดก็ตาม เช่น การเรียนภาษา ถ้าออกเสียงในภาษานั้นได้ถูกต้องตามหลักการออกเสียงและไวยากรณ์ ก็จะทำให้การฝึกทักษะนั้นได้ผล

3. การนำกฎแห่งผล (Law of Affect) มาใช้ กฎนี้เป็นกฎที่ธอร์นไดค์ได้รับชื่อเสียงมากในวงการศึกษา จึงมีผู้นิยมใช้กฎนี้อย่างกว้างขวางในลักษณะการเสริมแรงทางบวก คือนักเรียนจะพึงพอใจเมื่อผลการเรียนได้ดี มีรางวัลสิ่งของหรือคำชมเชยรวมทั้งคำยกย่องสรรเสริญ หากเป็นนักเรียนที่มีวุฒิภาวะความสำเร็จในผลที่ได้รับทำให้เกิดความภาคภูมิใจ นำไปสู่การเรียนรู้ในเรื่องอื่นที่คล้ายคลึงกัน ความพอใจของแต่ละคนจะแตกต่างกันออกไป แล้วแต่ความต้องการความคาดหวังของแต่ละคน บางคนนั้นเรียนแล้วก็อยากจะสอบให้ได้คะแนนดีมาก แต่บางคนเมื่อรู้ว่าได้ผ่านวิชานั้นก็พอใจแล้ว ฉะนั้นจึงควรที่จะศึกษาถึงความต้องการของนักเรียนด้วย

4. การที่นักเรียนจะเรียนรู้ตามหลักการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ด้วยการลองผิดลองถูก จึงควรให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจนกว่านักเรียนจะค้นพบวิธีการเรียนรู้ที่ดีและเหมาะสมที่สุด ซึ่งวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเองจะใช้ได้ดีในนักเรียนที่โตพอควร

สรุปได้ว่า หลักในการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยาให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะจัดให้กับนักเรียนอย่างเหมาะสม

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ ดังนี้

อรอนงค์ ฟ้าคะนอง. (2548. อ้างถึงใน อัฐวุฒิ คำแสน. 2554 : 7-8) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ชื่อชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
2. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการ
3. กำหนดวัตถุประสงค์
4. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน
5. กำหนดแบบประเมินผล
6. เลือกและผลิตสื่อการสอน
7. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์
8. นำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้

อรอนงค์ ฟ้าคะนอง. (2548. อ้างถึงใน อัฐวุฒิ คำแสน. 2554 : 7 - 8) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาประสบการณ์
2. แบ่งเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาให้ครูผู้สอนในหนึ่งสัปดาห์
3. กำหนดหัวเรื่องการสอนแต่ละหน่วยควรมี 4 – 6 หัวเรื่อง
4. กำหนดความคิดรวบยอดและหลักการให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง
5. กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในข้อ 5
7. กำหนดแบบประเมินผลตามจุดประสงค์ในข้อ 5
8. ผลิตสื่อการสอนและหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้
9. ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มด้วยการสอบก่อนเรียน ลงมือสอนและสอบหลังเรียน

สุวิทย์ มูลคำ. (2552. อ้างถึงใน สันติ อาภรณ์พงษ์. (2558 : 22) ได้เสนอขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้อาจกำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือกำหนดเรื่องใหม่ขึ้นมาก็ได้

2. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการแบบสหวิทยาการได้ตามความเหมาะสม

3. จัดเป็นหน่วยการสอนจะแบ่งเป็นกี่หน่วย หน่วยหนึ่ง ๆ จะใช้เวลานานเท่าใดนั้นควรพิจารณาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นผู้เรียน

4. กำหนดหัวเรื่องเพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้แต่ละหน่วย ควรประกอบด้วยหัวข้อย่อยหรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4 – 6 หัวข้อ

5. กำหนดความคิดรวบยอดหรือหลักการ ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือสามารถสรุปหลักการ แนวคิดอะไร

6. กำหนดจุดประสงค์การสอน หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและรวมทั้งการกำหนดเกณฑ์การตัดสินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ไว้ให้ชัดเจน

7. กำหนดกิจกรรมการเรียน ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน

8. กำหนดการประเมินผล ต้องออกแบบประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยการการสอบแบบอิงเกณฑ์

9. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ผู้สอนใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้นเมื่อผลิตสื่อการสอนในแต่ละหัวเรื่องเรียบร้อยแล้ว ควรจัดสื่อการสอนแยกออกเป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือแฟ้มที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาความตรงและความเที่ยงก่อนนำไปใช้

10. สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย ควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญข้อสอบไม่ควรมากเกินไปหรือถามเพื่อความจำเพียงอย่างเดียวและเมื่อสร้างเสร็จแล้วควรทำเฉลยไว้ให้พร้อมก่อนส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

11. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง เช่น ทดลองเพื่อใช้ปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุมและความตรงของเนื้อหา เป็นต้น

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2555 : 95-97) กล่าวว่า ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม มีดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ โดยกำหนดเป็นหมวดหมู่วิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามความเหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอนโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยที่ครูสามารถถ่ายทอดให้นักเรียนแต่ละครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนจะต้องกำหนดว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ ซึ่งจะสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง

5. กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง

6. กำหนดกิจกรรมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการเรียน

7. กำหนดแบบวัดและประเมินผล โดยจะต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์ที่ กำหนดไว้

8. เลือกและผลิตสื่อการเรียน วัสดุและอุปกรณ์

9. หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เพื่อเป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนบรรลุผลตามวัตถุประสงค์

10. การใช้ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมที่ได้ปรับปรุงแล้ว และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ โดยกำหนดขั้นตอนการใช้ คือ ขั้นทดสอบความรู้เดิม ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการจัดกิจกรรม ขั้นสรุปบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อสังเกตการ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้

จากแนวคิดของนักการศึกษาสามารถสรุปเพื่อสร้างกรอบและขอบเขตของขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ว่า ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก คือ

ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

การหาประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ประโรม แสงแก้ว (2553 : 49) ได้กล่าวถึงชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะทำหน้าที่สอน โดยสร้างภาพการเรียนรู้ให้นักเรียนเปลี่ยนพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องศึกษาความรู้ด้วยตนเอง บางครั้งต้องเป็นสื่อการเรียนรู้แทนครู ดังนั้นการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพในการทำให้นักเรียนเกิดความรู้จริง การหาประสิทธิภาพตามลำดับขั้นจะช่วยให้ได้ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุความสำเร็จ

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555 : 12-14) กล่าวว่าการตรวจสอบคุณภาพของนวัตกรรมที่ใช้กันโดยทั่วไปและเชื่อว่ามีมาตรฐานมี 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทดลองแบบ 1 : 1 เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียน 3 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน ทั้ง เก่ง ปานกลางและอ่อน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการใช้นวัตกรรมและความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่าง ๆ อย่างละเอียดจากการสังเกตพฤติกรรมการใช้ของนักเรียนและนำมาแก้ไขข้อบกพร่องที่พบให้สมบูรณ์

2. การทดลองกลุ่มเล็ก เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 5-10 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันคือ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของนวัตกรรมที่สร้างหรือพัฒนาขึ้นและนำผลมาแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

3. การทดลองกลุ่มใหญ่เป็นการนำนวัตกรรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนตั้งแต่ 30-100 คนขึ้นไป เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของนวัตกรรม

ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอาจกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

“สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกินร้อยละ 2.5

“เท่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับหรือสูงกว่าหรือต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน ร้อยละ 2.5

“ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 2.5 ถือว่ายังมีประสิทธิภาพ

บุญชม ศรีสะอาด. (2556 : 25 – 29) ได้จำแนกวิธีการประเมินผล สื่อการเรียนการสอนเป็น 3 วิธี คือ

1. การประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู โดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญหรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระและเทคนิคการจัดทำสื่อประเภทนั้น แบบประเมินอาจเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วยไม่เห็นด้วย สรุปผลเป็นความถี่แล้วทดสอบตอบสนองความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วยไคล์สแคว์

2. การประเมินผลโดยผู้เรียน มีลักษณะเช่นเดียวกับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู แต่จะเน้นการรับรู้คุณค่าเป็นลำดับ

3. การประเมินผลโดยการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นการหาประสิทธิภาพสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรงที่พิสูจน์คุณภาพและคุณค่าของสื่อการสอนนั้น ๆ โดยจะวัดว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างเป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอนโดยใช้สื่อนั้นอาจจำแนกเป็น 2 วิธีดังนี้ คือ

3.1 กำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำไว้ เช่น เกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90

3.2 ไม่ได้กำหนดมาตรฐานไว้ล่วงหน้าแต่จะพิจารณาจากการเปรียบเทียบผลการสอนหลังเรียนว่า สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่หรือเปรียบเทียบว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยสื่อนั้นสูงกว่าหรือเท่ากับสื่อหรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่โดยใช้สถิติทดสอบ t – test

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนเป็น 90/90 หรือ 80/80 นั้น (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2556 : 7-12) ได้ให้เหตุผลไว้ดังนี้ คือ เกณฑ์ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ความจำและ 80/80 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมคิดตามระยะเวลาไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนเสร็จ นอกจากนี้ยังมีการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผลิตได้ โดยกำหนดไว้ 3 ระดับ ดังนี้ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกินกว่า ร้อยละ 2.5 ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกินร้อยละ 2.5

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.5

จากแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้นต้องทำการทดลองหาประสิทธิภาพหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพที่เชื่อถือได้ ซึ่งชุดการสอนจะประสิทธิภาพเป็น 90/90 หรือ 80/80 นั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของวิชาว่าเป็นวิชาความรู้ความจำหรือทักษะหรือเจตคติ สำหรับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นนั้นเนื้อหาวิชาเป็นทักษะจึงหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

ค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) หรือ E.I.

บุญชม ศรีสะอาด. (2556 : 157-159) กล่าวว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index) หรือ E.I. หมายถึง ค่าตัวเลขแสดงอัตราการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานเดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้

เกริก ท่วมกลางและจิตนา ท่วมกลาง. (2555 : 14-15) ดัชนีประสิทธิผล หมายถึง การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประเมินจากคะแนนหลังเรียนที่เพิ่มจากก่อนเรียน ดังนี้

$$\text{ค่าดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{คะแนนทดสอบหลังเรียน - คะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{\text{(จำนวนนักเรียน x คะแนนเต็ม) - คะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

เกณฑ์การตัดสินค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่าดัชนีประสิทธิผล คือ ตัวเลขที่แสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียน โดยจะเปรียบเทียบคะแนนที่เพิ่มขึ้นจากการทดสอบก่อนเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน และคะแนนเต็มหรือคะแนนสูงสุดกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน

ขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ศิรินภา อิฐสุวรรณศิลป์. (2548. อ้างถึงใน เครือวัลย์ แสงโสดา. 2556 : 36) การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้นั้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนเป็นรายบุคคล การเรียนเป็นกลุ่ม ตามประเภทและจุดประสงค์ที่จัดทำขึ้น

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รายบุคคลหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามเอกัตภาพ ควรดำเนินการดังนี้

1. ผู้สอนควรแนะนำหรือชี้แจงภาพรวมของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้เข้าใจ เช่น ลักษณะการจัดการเรียนรู้ ส่วนประกอบที่สำคัญ แนะนำการใช้ บัตรคำสั่ง การใช้สื่อต่าง ๆ เป็นต้น

2. ให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเองจากบัตรคำสั่งและดำเนินตามกิจกรรมของบัตรคำสั่งจนครบกระบวนการโดยมีการประเมินตนเองทั้งก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มกิจกรรมหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการเรียนเป็นกลุ่มย่อย โดยปกติชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชนิดนี้มักจะใช้ในการสอนแบบศูนย์การเรียน ดังนั้นการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ควรดำเนินการดังนี้

1. แนะนำหรือชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีใช้

2. แบ่งกลุ่มย่อยผู้เรียนตามจำนวนชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3. ให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่งที่อยู่ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเริ่มต้นพร้อม ๆ กัน ภายในชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดคำสั่ง กิจกรรม การประเมินภายในกรอบเวลาที่กำหนด

4. เมื่อผู้เรียนกลุ่มใดประกอบกิจกรรมเสร็จตามเวลาที่กำหนดแล้ว ให้สลับหมุนเวียนกับกลุ่มอื่น ๆ ในกรณีที่ยังสลับกลุ่มไม่ได้ให้ปฏิบัติกิจกรรมในศูนย์การเรียนรู้สำรอง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยายของผู้สอน

การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยายของครู ควรดำเนินการดังนี้

1. ผู้สอนต้องทำความเข้าใจอย่างดีกับบัตรคำสั่ง เนื้อหา สื่อ ใบงานและกิจกรรม

2. ผู้สอนต้องเตรียมวัสดุอุปกรณ์หรือสื่อในการนำเสนอหรือการสาธิต โดยฝึกให้เกิดทักษะก่อนนำไปปฏิบัติจริง

3. ผู้สอนต้องประเมินการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการปรับปรุงในโอกาสต่อไป

จากแนวคิดของนักการศึกษาสรุปได้ว่า การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะใช้ตามประเภทและจุดประสงค์ที่ทำขึ้นมีขั้นตอนโดยสรุปดังนี้

1. ขั้นทดสอบก่อนเรียนให้ผู้เรียนได้ทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิมของผู้เรียนอาจใช้เวลาประมาณ 10 – 15 นาที และควรเฉลยผลการทดสอบให้ผู้เรียนแต่ละคนทราบพื้นฐานความรู้ของตนเอง

2. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้

3. ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียน ผู้สอนจะต้องชี้แจงหรืออธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างละเอียดทุกขั้นตอนก่อนลงมือทำกิจกรรม

4. ขั้นสรุปบทเรียน ผู้สอนนำสรุปบทเรียนซึ่งอาจทำได้โดยการถามหรือให้ผู้เรียนสรุปความเข้าใจหรือสาระที่ได้จากการเรียนรู้ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนมีความคิดรวบยอดตามหลักการที่กำหนด

5. ประเมินผลการเรียนรู้ โดยการทำข้อทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินดูว่าผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์หรือไม่ เพื่อจะได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนในกรณีที่ยังไม่ผ่านจุดประสงค์ที่กำหนดข้อใดข้อหนึ่ง ดังภาพที่ 2.2

จากแนวคิดของนักการศึกษา สามารถสรุปเพื่อสร้างกรอบและขอบเขตของขั้นตอนในการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก คือ

ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

ประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ธงชัย ต้นทัพไทย. (2548. อ้างถึงใน พฤทธิ มาเนตร. 2553 : 19) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่า เป็นสื่อการสอนที่มีคุณภาพ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้สอน และส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีโอกาสฝึกปฏิบัติและแสดงความคิดอย่างสร้างสรรค์ ฝึกทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ตามศักยภาพของแต่ละบุคคลได้อย่างเต็มความสามารถ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะสมบูรณ์ทั้งด้านความรู้ เป็นคนดีและมีความสุข เสริมสร้างมนุษยสัมพันธ์แบบกัลยาณมิตรกับผู้อื่น

ศิรินภา อิฐสุวรรณศิลป์. (2548. อ้างถึงใน เครือวัลย์ แสงโสดา. 2556 : 36) สรุปประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น
2. ช่วยลดภาระผู้สอน เพราะมีการจัดเตรียมลำดับขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว
3. ช่วยในการสอนนักเรียนที่มีความสามารถหรือสนใจแตกต่างกัน

4. ช่วยรักษามาตรฐานการเรียนรู้ เพราะผู้ที่เรียนจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะได้รับ ความรู้ในมาตรฐานเดียวกัน

5. มีการวัดและการประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้แก่นักเรียน

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกฝนการตัดสินใจ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ใช้ได้กับทุกระดับการศึกษา

8. เร้าความสนใจของนักเรียนได้มากจากสื่อที่หลากหลาย

นิธิวดี เพียรรักกิจการค้า. (2554 : 31) ได้สรุปว่า ประโยชน์ของชุดกิจกรรม มีดังนี้

1. ช่วยให้เกิดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ

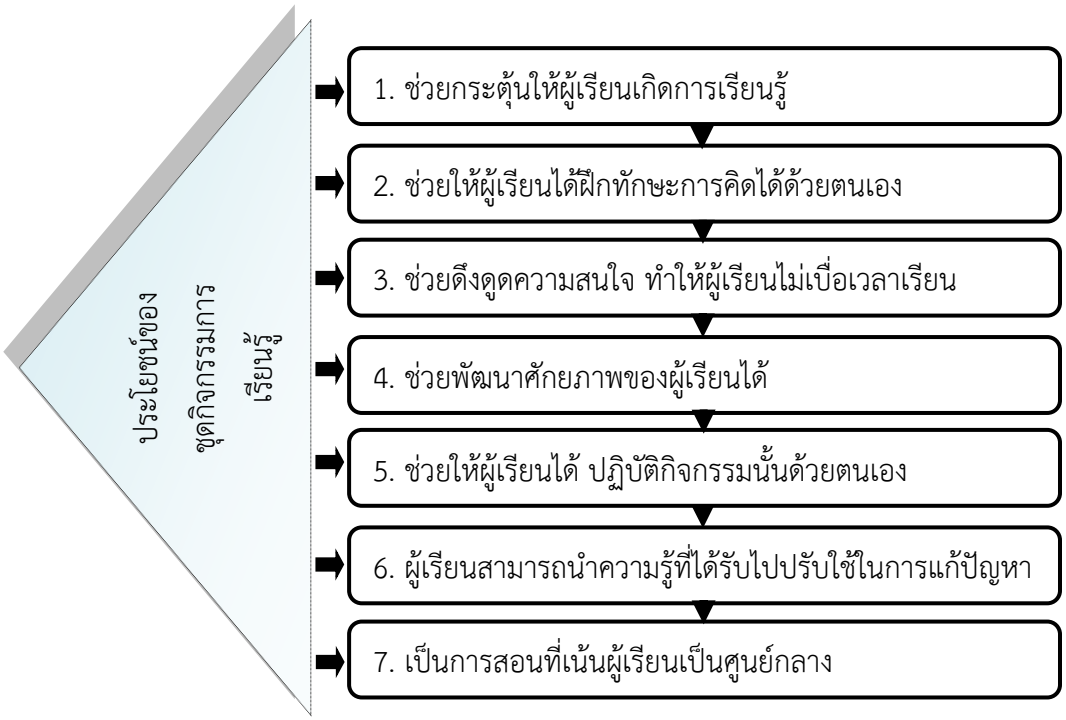
2. นักเรียนสามารถค้นคว้าด้วยตนเองและปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง

3. นักเรียนได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม

4. ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียน

6. ช่วยลดภาระงานของครูผู้สอน

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 สรุปแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การวางแผนการเรียนการสอนอย่างมีระบบ โดยการนำสื่อ การสอนหลาย ๆ อย่างมารวมเข้าด้วยกัน เรียกว่า สื่อประสม ซึ่งจะเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และบรรลุจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถจำแนกได้หลายประเภท แต่ละประเภทล้วนแล้วแต่มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ส่วนการเลือกใช้ประเภทใดนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของครูผู้สอนว่าจะเลือกประเภทใดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน ครั้งนี้ ผู้ศึกษาเลือกใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบคำบรรยายใช้สื่อประสมเพื่อกระตุ้นสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มีความรู้ ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

โลกของการศึกษาได้มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากในศตวรรษที่ 21 เครื่องมือเพื่อแสวงหาความรู้มีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาความรู้ ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสารทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งต่าง ๆ มากมายและตลอดเวลาที่ต้องการ ทำให้ห้องเรียนมีความแปลกตาไปจากที่เป็นอยู่ ดังนั้นหน้าที่ของครูในการสอนจึงเปลี่ยนแปลงไปจากการยืนหน้าชั้นเรียนมาเป็นการกระตุ้นและอำนวยความสะดวกในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของตนเองให้มากที่สุดด้วยกระบวนทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้เกิดแนวความคิดต่อการจัดการศึกษานั้นเปลี่ยนแปลงไปด้วย เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพจึงมุ่งนำเสนอสาระสำคัญ 9 ประเด็น คือ

7.1 นิยามและความหมายของสะเต็มศึกษา

7.2 สะเต็มศึกษากับระบบการศึกษาในประเทศไทย

7.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

7.4 บริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

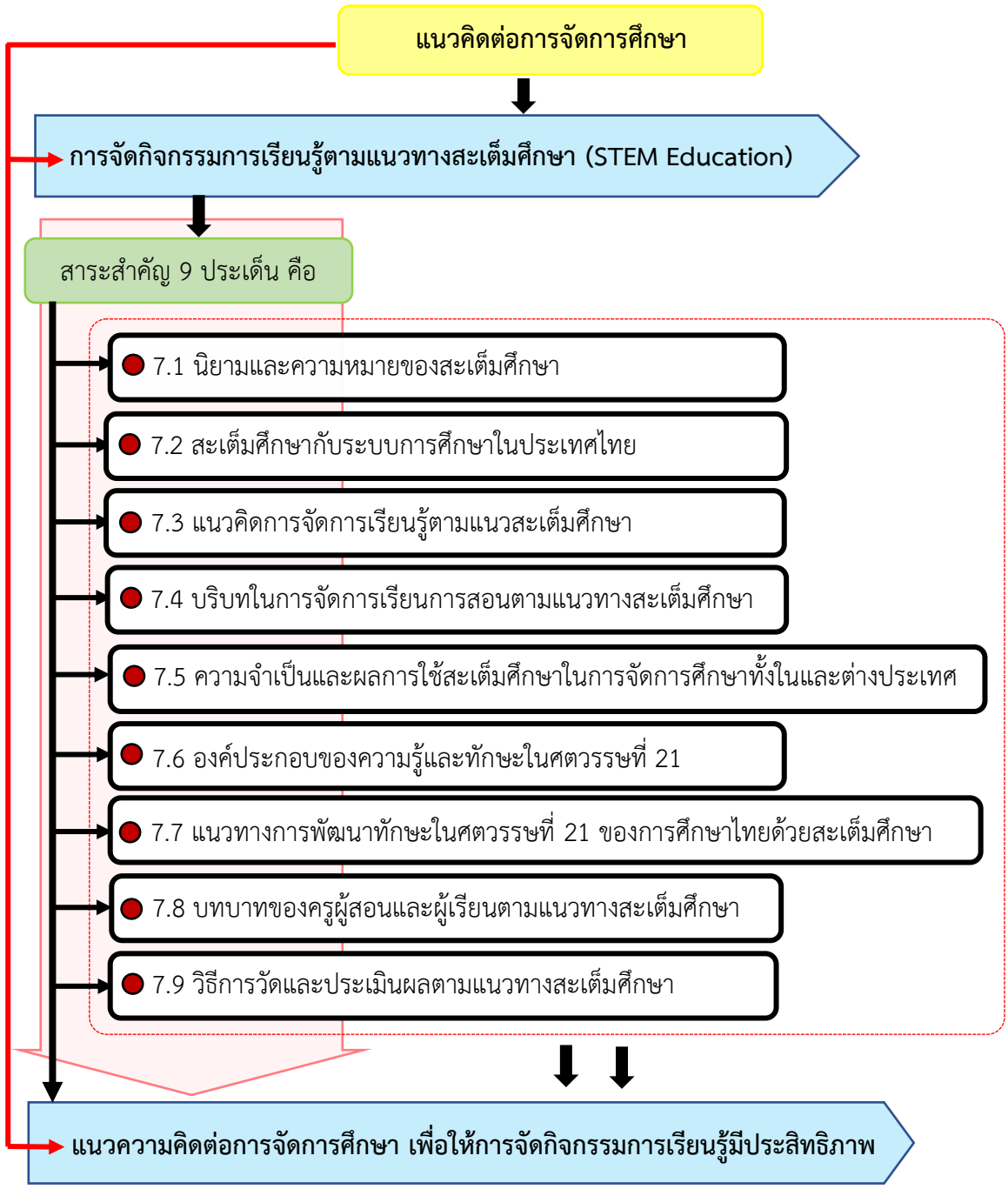
7.5 ความจำเป็นและผลการใช้สะเต็มศึกษาในการจัดการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ

7.6 องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21

7.7 แนวทางการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของการศึกษาไทยด้วยสะเต็มศึกษา

7.8 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

7.9 วิธีการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา



ภาพที่ 2.4 แนวคิดต่อการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.1 นิยามและความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชา ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน ซึ่งอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตประจำวันนั้นต้องใช้ความรู้หลายด้านในการทำงานทั้งสิ้น ไม่ได้แยกใช้ความรู้เป็นส่วน ๆ นอกจากนี้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Dejarnette. 2012 ; Wayne. 2012 และ Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler. 2012)

โดยนิยามและแนวปฏิบัติรวมทั้งลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาจะช่วยให้ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในชั้นเรียนของตนเองได้ นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาวิชาชีพครูเพื่อส่งเสริมให้ครูได้ออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยตนเอง เพื่อจัดการเรียนรู้ในบริบทเฉพาะของแต่ละห้องเรียนในบริบทสถานศึกษาที่มีความแตกต่างหลากหลาย

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556 : 16) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษาไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง สะเต็มศึกษาจึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่เป็นประโยชน์

ชาลี จันทร์เรือง. (2558) กล่าวถึง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่มุ่งแก้ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน ในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ ทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

นงนุช เอกตระกูล. (2558) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา คือ การใช้บริบทของกิจกรรมที่ผู้เรียนคุ้นเคยเพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองเห็นสิ่งใกล้ตัว มีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีมและให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้รวมถึงฝึกการนำเสนอผลงานที่ผู้เรียนได้จัดทำช่วยให้ผู้เรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผลและกระบวนการในการเรียนรู้

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558) ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานและมีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง สะเต็มศึกษามุ่งสร้างกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน อาทิ การให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูมอบหมายให้ ร่วมกันสืบค้นข้อมูลหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรม จนนำไปสู่การออกแบบและปฏิบัติ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการที่ให้ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหาความรู้ สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในด้านทักษะการคิดอย่างครบถ้วน นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้สู่การประดิษฐ์ นวัตกรรม ผู้เรียนสามารถคิดและออกแบบสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ ๆ จากองค์ความรู้ที่มีอยู่ทำให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้ที่มีได้อย่างกว้างขวาง

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558 : 3) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการต่อยอดหลักสูตรที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรม เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง จุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้เรียน ขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเป็นการฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนจึงมีการนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สุทธิดา จำรัส. (2560) กล่าวว่า จากการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาเชื่อว่าจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานในกิจกรรมการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดในหลายมิติ

คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถตรวจสอบความรู้ที่เกิดขึ้นผ่านการทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์อย่างยั่งยืน

Robert, M. M & James, R. (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กล่าวคือ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยให้เข้าใจธรรมชาติและเป้าหมายของการเรียนรู้ เหตุผลของการค้นคว้าหาความรู้ นอกจากนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นทีม ฝึกการแก้ปัญหาและการชี้นำตนเองเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้

Chung et al. (2014) กล่าวว่า เนื่องจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้เรียนต้องการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนด ในการแก้ไขปัญหานั้นผู้เรียนจึงต้องค้นคว้าความรู้พื้นฐาน หลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ที่ตนเองศึกษา ค้นคว้าและรวบรวมไปใช้ในการแก้ปัญหา องค์ความรู้เหล่านี้จึงทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและเกิดประสิทธิภาพทางการเรียนรู้

Fang. (2014) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยกระตุ้นความคิดของผู้เรียน การสร้างสรรค์แนวทางใหม่ที่เรียกว่า “การระดมสมองด้วยโยโย่” มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้โยโย่เป็นกรณีศึกษาแล้วให้ผู้เรียนระดมความคิดเกี่ยวกับโยโย่ให้ได้มากที่สุด ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ในห้องเรียนกับสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตจริง ทั้งนี้หากนำเทคนิคผังมโนทัศน์มาใช้ในการระดมความคิด กิจกรรมระดมสมองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพไปพร้อม ๆ กับการเรียนรู้ของผู้เรียน

Sahin, A., Ayar, M., & Adiguzel, T. (2014) ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมโปรแกรมหลังเลิกเรียนที่โรงเรียนในตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อทำความเข้าใจมุมมองและความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับกิจกรรมและวิถีการเรียนรู้ โดยข้อมูลการศึกษารวบรวมผ่านการสังเกต การสัมภาษณ์ และบันทึกภาคสนาม ผลการศึกษาพบว่ากิจกรรมการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษามีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและการสืบเสาะหาความรู้นำไปสู่การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

Anwari et al. (2015) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาได้ให้ความรู้และหลักการที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดผ่านกระบวนการออกแบบวิศวกรรมบนพื้นฐานของความรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งความรู้และประสมการณ์เป็นส่วนสำคัญในการหาทางแก้ปัญหาในอนาคต

Quang, L. T., Hoang, L. H., Chaun, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T., & Nhung, V. T. (2015) การวิจัยเชิงสำรวจถึงข้อดีของสะเต็มศึกษาและการนำแนวทางของสะเต็มศึกษา ด้วยกิจกรรมสร้างสรรค์และเสริมประสบการณ์โดยการออกแบบของเล่นทางเทคนิคสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการเพื่อการศึกษา STEM ผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคสำหรับนักเรียนมัธยมต้นในเวียดนาม ด้วยการใช้โดเมนความรู้ในวิชาเพื่อแก้ปัญหาสภาพแวดล้อมในโลกแห่งความเป็นจริง นักเรียนสามารถสัมผัสกับประโยชน์ของการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมและกระตือรือร้นในบริบทที่มีความหมายและใช้งานได้จริง และนักเรียนมีศักยภาพในการเรียนที่สูงขึ้น

Lee & Kamisah. (2015) ได้พัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา BTEM Module (Biology, Technology, Engineering and Mathematics Module) โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry - Based Learning) เป็นพื้นฐานเพื่อให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาที่มีความหลากหลาย ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการสอนนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของผู้เรียนได้

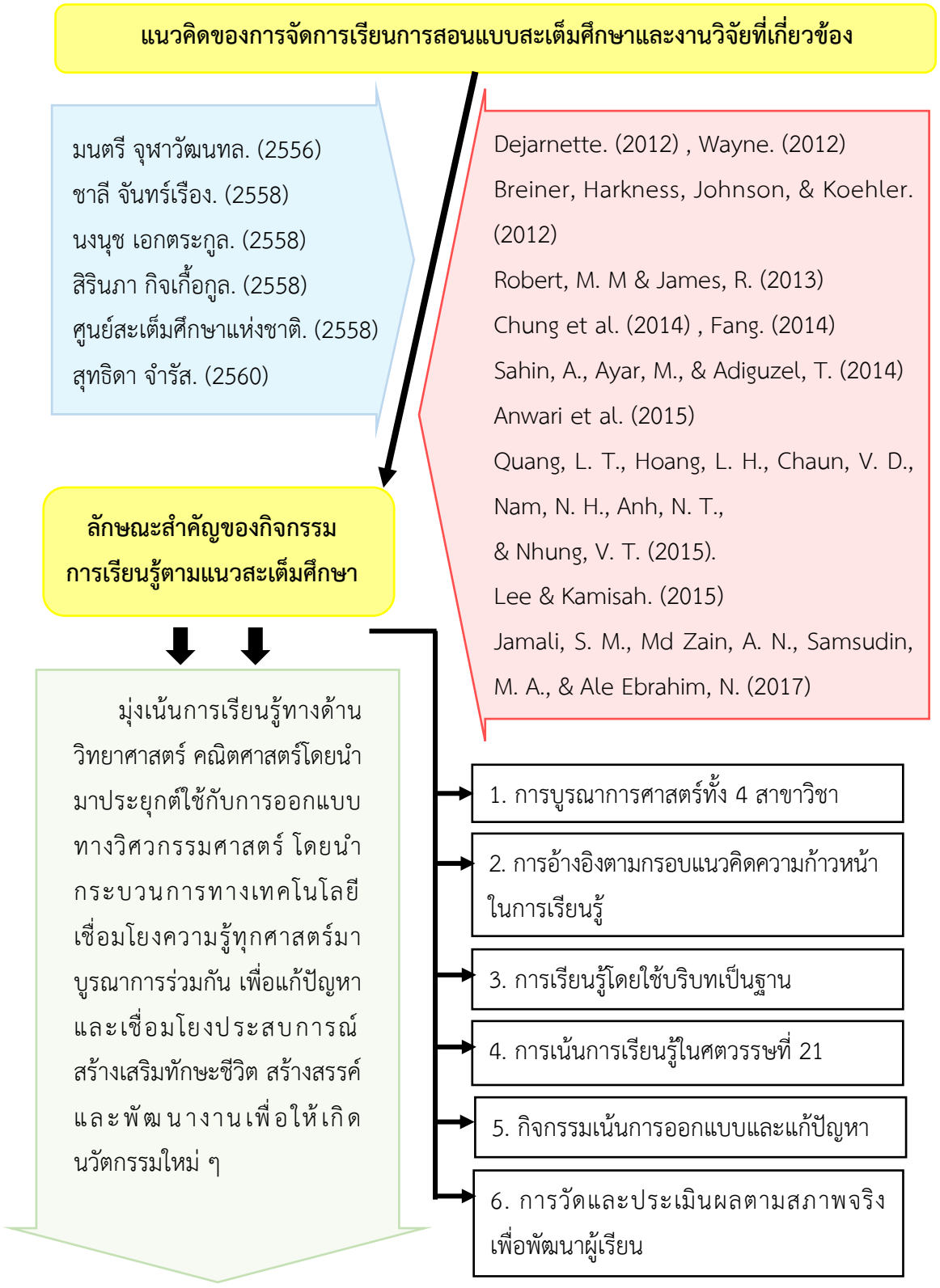
Jamali, S. M., Md Zain, A. N., Samsudin, M. A., & Ale Ebrahim, N. (2017) กล่าวว่า เป้าหมายหลักของการศึกษา คือ การเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับโอกาสในการทำงานและความรับผิดชอบของพลเมืองในอนาคต และนี่เป็นหนึ่งในความท้าทายที่ยิ่งใหญ่ที่สุดในศตวรรษที่ 21 วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL) เตรียมผู้เรียนให้เชี่ยวชาญในบทบาทใหม่ในฐานะพลเมืองโลกที่มีความรับผิดชอบมากขึ้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนในระดับที่น่าพึงพอใจ

จากการศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์โดยนำมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยนำกระบวนการทางเทคโนโลยี เชื่อมโยงความรู้ทุกศาสตร์มาบูรณาการร่วมกัน เพื่อแก้ปัญหาและเชื่อมโยงประสบการณ์ สร้างเสริมทักษะชีวิต สร้างสรรค์และพัฒนางานเพื่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติและตลอดจนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน สะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

มีโอกาสได้คิดค้นสิ่งใหม่และนำความคิดตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารและทักษะการคิดขั้นสูง

สืบเนื่องจากการศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของกิจกรรมสะเต็มศึกษาในชั้นเรียนเป็นอย่างไร จุดมุ่งหมายที่เน้นการกำหนดกรอบในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพรวมทั้งการพัฒนาที่ยั่งยืนด้วยการทำความเข้าใจกับนิยามและแนวปฏิบัติที่บูรณาการสาขาวิชาทั้ง 4 ของสะเต็มศึกษา ที่ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่าลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 6 ด้าน คือ

1. การบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนรู้เรื่องสะเต็ม
2. การอ้างอิงตามกรอบแนวคิดความก้าวหน้าในการเรียนรู้
3. การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
4. การเน้นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21
5. กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา
6. การวัดและประเมินผลตามสภาพจริงเพื่อพัฒนาผู้เรียน



ภาพที่ 2.5 แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.2 สะเต็มศึกษากับระบบการศึกษาในประเทศไทย

เมื่อมองย้อนกลับมาที่ระบบการศึกษาในประเทศไทย พบว่า การเรียนการสอนในปัจจุบันไม่ได้สอดคล้องตามแนวทางการพัฒนาประเทศอย่างเท่าที่ควร ประเทศไทยจึงมีความจำเป็นที่ต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบเดิม ๆ มาเป็นรูปแบบวิธีการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนานักเรียนให้พร้อมรับกับการพัฒนาประเทศ ดังนี้ (มนตรี จุฬาวัฒนทล. 2556. คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา. 2559 ; ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. 2559 และพรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2556)

7.2.1 ความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนไทยที่ด้อยกว่านานาชาติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยโดยรวมยังมีทักษะความรู้และทักษะด้านการอ่านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ยังไม่ทัดเทียมกับนักเรียนในอีกหลายประเทศ สาเหตุหลักเกิดจากการเรียนการสอนแบบท่องจำแต่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์

7.2.2 ประเทศไทยต้องการหลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง ในอดีตประเทศไทยมีรายได้ค่อนข้างต่ำ แต่ปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง โดยการพัฒนาที่อาศัยค่าแรงราคาถูกและทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่อย่างมากมายในประเทศ ในอนาคตข้างหน้าค่าแรงของประเทศไทยกำลังเพิ่มสูงขึ้นและทรัพยากรเริ่มขาดแคลน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเพิ่มรายได้ให้สูงขึ้นเพื่อให้เกิดความสมดุลกับทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด

7.2.3 กำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไม่สามารถรองรับการแข่งขันในอนาคตได้ ซึ่งจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมแห่งชาติ แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยมีกำลังแรงงานประมาณ 39 ล้านคน แต่มีประมาณ 3 ล้านคน หรือต่ำกว่าร้อยละสิบของแรงงานทั้งหมดที่เป็นกำลังคนที่ทำงานโดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ กำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยนั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายพันธมิตรกับหลายหน่วยงานภายใต้การดำเนินงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) นับตั้งแต่โรงเรียน สถาบันอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษา ส่วนราชการในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ รวมทั้งขอความร่วมมือจากทั้งภาครัฐและภาคเอกชนในฐานะเป็นนายจ้าง ผู้ที่สำเร็จการศึกษาทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจะรวมเรียกว่ากำลังคนด้านสะเต็มศึกษา นายจ้างเหล่านี้จะมีผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่เป็น “ทูตสะเต็มศึกษา” ที่คอยเชื่อมโยงระหว่างสถานประกอบการกับหน่วยงานการศึกษา คอยถ่ายทอดประสบการณ์การทำงาน และอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนได้เยี่ยมชมหรือฝึกงานได้ หรือคอยทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำแก่ครู

และนักเรียนในโรงเรียนหรือสถานศึกษา ให้รู้จักงานที่ต้องใช้ความรู้และทักษะในการวิเคราะห์ ทั้งนี้ก็เพื่อสร้างความคุ้นเคยและความเชื่อมั่นของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนตามแนวทางของสะเต็มศึกษา จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความจำเป็นอย่างมากในการขับเคลื่อนหรือพัฒนาประเทศ เพราะการมีบุคคลาการที่มีคุณภาพเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาประเทศ ให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาอย่างรวดเร็วตามกระแสโลก นอกจากนี้ยังส่งเสริมให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาใช้ความคิดอย่างสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหามีขั้นตอน การคิดอย่างเป็นระบบตามหลักของวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

7.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา แนวคิดเกี่ยวกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ส่งผลต่อกระบวนทัศน์ทางการเปลี่ยนแปลงการจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา ฯลฯ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีให้เป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้การมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ผู้เรียนสามารถบูรณาการการเรียนรู้ได้ทั้งในห้องเรียนและในชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนตลอดจนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้และเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศให้มีความแข็งแกร่ง (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2556)

แนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการกับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีลักษณะ 5 ประการได้แก่ 1) เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ 2) ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) ท้าทายความคิดของนักเรียน และ 5) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557)

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา. (2559) ได้กำหนดนิยามของ “สะเต็มศึกษา” ว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 อีกทั้งได้มีการกำหนดขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้ ไว้ 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริง/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา (Problem Identification) เป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหาซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Related Information Search) เป็นขั้นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

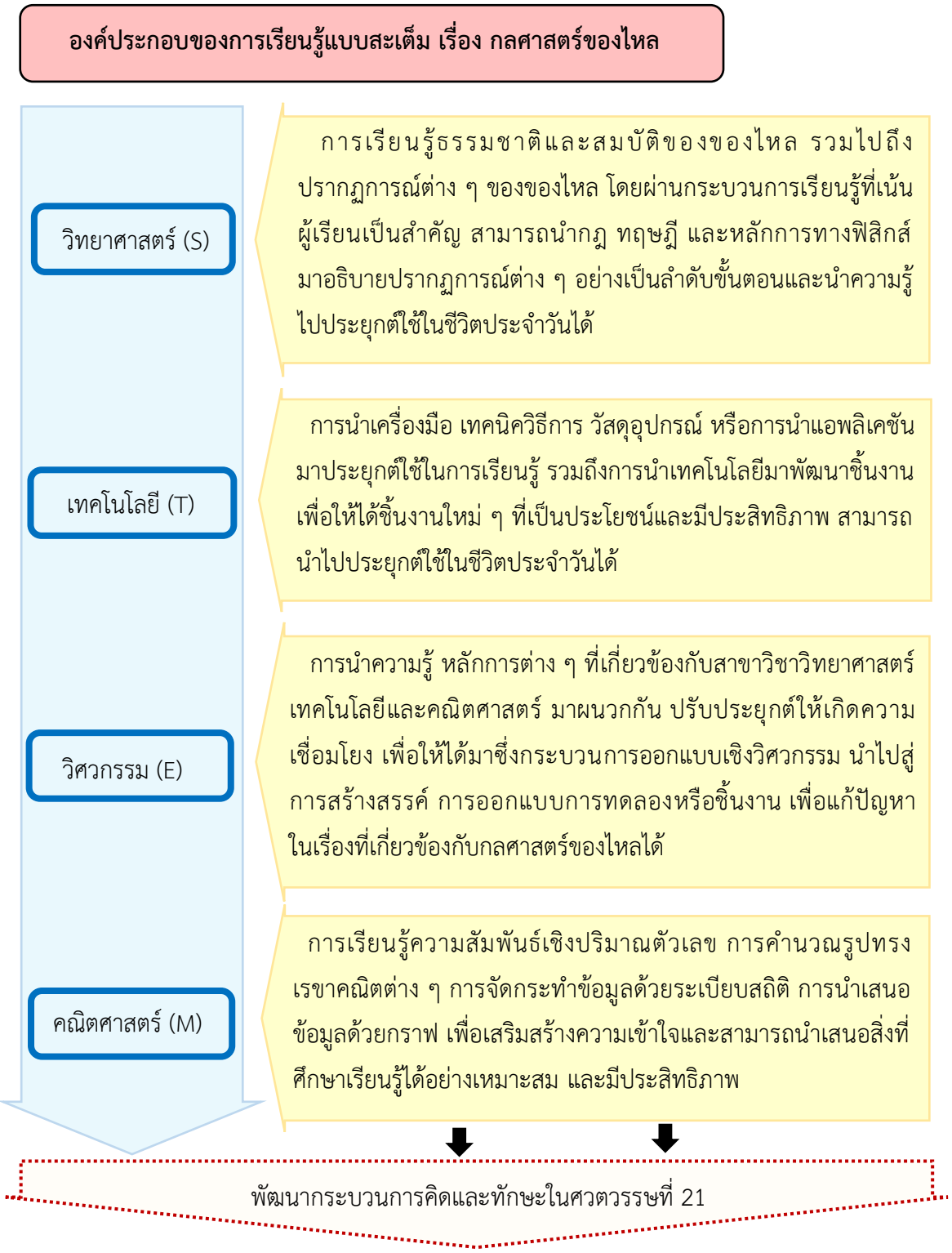
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุง (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา (Presentation) ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม เป็นขั้นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาครูต้องจัดเตรียมกิจกรรมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนและความสามารถของผู้เรียน และครูจะต้องมีบทบาทในการสอนที่สอดคล้องกับการเรียนรู้ของนักเรียน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 ; สิรินภา กิจเกื้อกูล. 2558 และสุทธิดา จำรัส. 2560)

ตารางที่ 2.1 แสดงบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมเรียนรู้

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทในกิจกรรมการเรียนการสอน	
	บทบาทของครู	**บทบาทของนักเรียน**
1. ระบุปัญหา (Problem Identification)	- ครูสร้างสถานการณ์ในการเรียนรู้ให้นักเรียนผ่านสถานการณ์ปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือ วิธีการในการแก้ปัญหา	- นักเรียนวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)	- ครูส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อแก้ปัญหา แนะนำการสืบค้นข้อมูลที่เชื่อถือได้	- นักเรียนหาข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)	- ครูคอยดูแลและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน	- นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)	- ครูคอยดูแลและส่งเสริมให้นักเรียนสร้างชิ้นงาน	- นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาสร้างชิ้นงาน
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)	- ครูสังเกตการทดสอบและประเมินการใช้งานของ ชิ้นงานของนักเรียน	- นักเรียนทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นนำผลที่ได้ไปปรับปรุงชิ้นงาน
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)	- ครูรับฟังความคิดในการนำเสนอของนักเรียน	- นักเรียนนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ



ภาพที่ 2.6 องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบสะเต็ม เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ถูกนำไปใช้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาหลัก

2. ผลการศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า

2.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.5 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.6 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. การศึกษาผลเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับวิธีการสอนอื่น ๆ พบว่า

3.1 นักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมห้องเรียนสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ

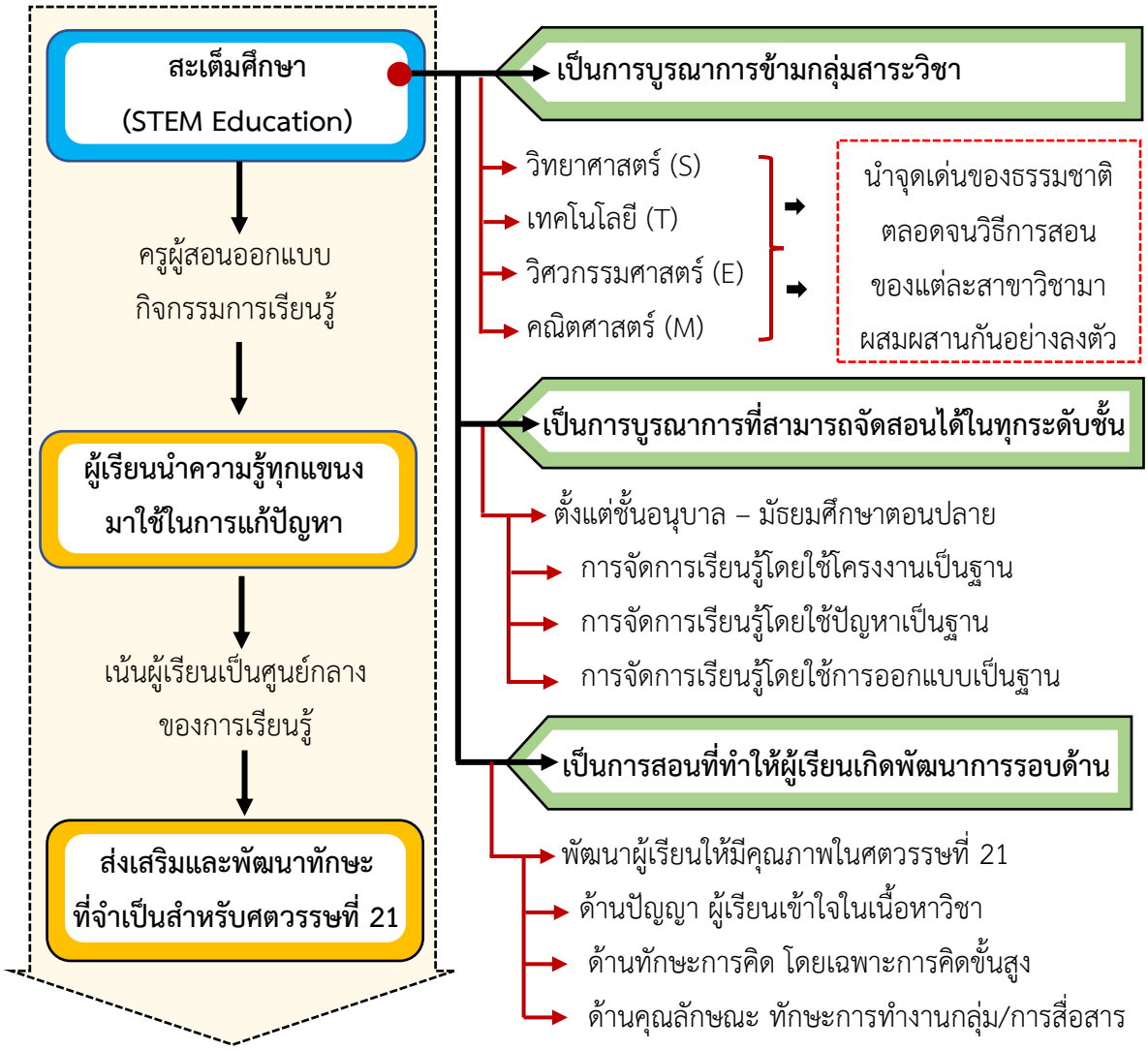
3.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

3.4 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะชีวิต ทักษะอาชีพ และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมที่ใช้พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน ตลอดจนสามารถนำความรู้ไปแก้ไขสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

7.4 บริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์ หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย ทั้งนี้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะดังนี้ (ธวัช ชิตตระการ. 2555 ; รักษพล ธนานุวงศ์. 2556 และอภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. 2555)



ภาพที่ 2.7 บริบทในการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนในทุกระดับ การสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษาจะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้น และประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design หรือ Design Process) ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่ไม่สามารถเรียนได้หรือเป็นวิชาที่ยากต่อการเรียนรู้ แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรก คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดรูปแบบและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง คือ ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการสุดท้าย คือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของผู้เรียนหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาใช้ ผลจากการศึกษา พบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) และ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-

based Learning) เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนเหล่านี้ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าใดก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกามีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น ด้านปัญญา ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น ด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการน้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิดข้างต้นของนักการศึกษา ยังได้มีการบูรณาการศาสตร์สาขาอื่น ๆ เพื่อให้การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา (STEM Education) นั้น ครอบคลุมและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างแท้จริงแบบรอบด้าน เช่น การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการ ศิลปะ (A) ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอดหรือประยุกต์ใช้แนวคิดสำคัญ (Concept) ด้วยความคิดสร้างสรรค์ และมีจินตนาการยิ่งขึ้น ผู้เรียนยังสามารถสื่อสารความคิดของตนเองในรูปแบบของดนตรีและการเคลื่อนไหว การสื่อสารด้วยภาษา ท่าทางหรือการวาดภาพ หรือการสร้างโมเดลจำลอง ทำให้ชิ้นงานนั้น ๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรียภาพและความสวยงามเพิ่มขึ้น เกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษาที่เน้นเพิ่มเติมให้ผู้เรียนตระหนักเกี่ยวกับคุณธรรม จริยธรรมที่เป็นองค์ประกอบสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้เป็นคนดี (ยศวีร์ สายฟ้า. 2555)

ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ประการ ได้แก่

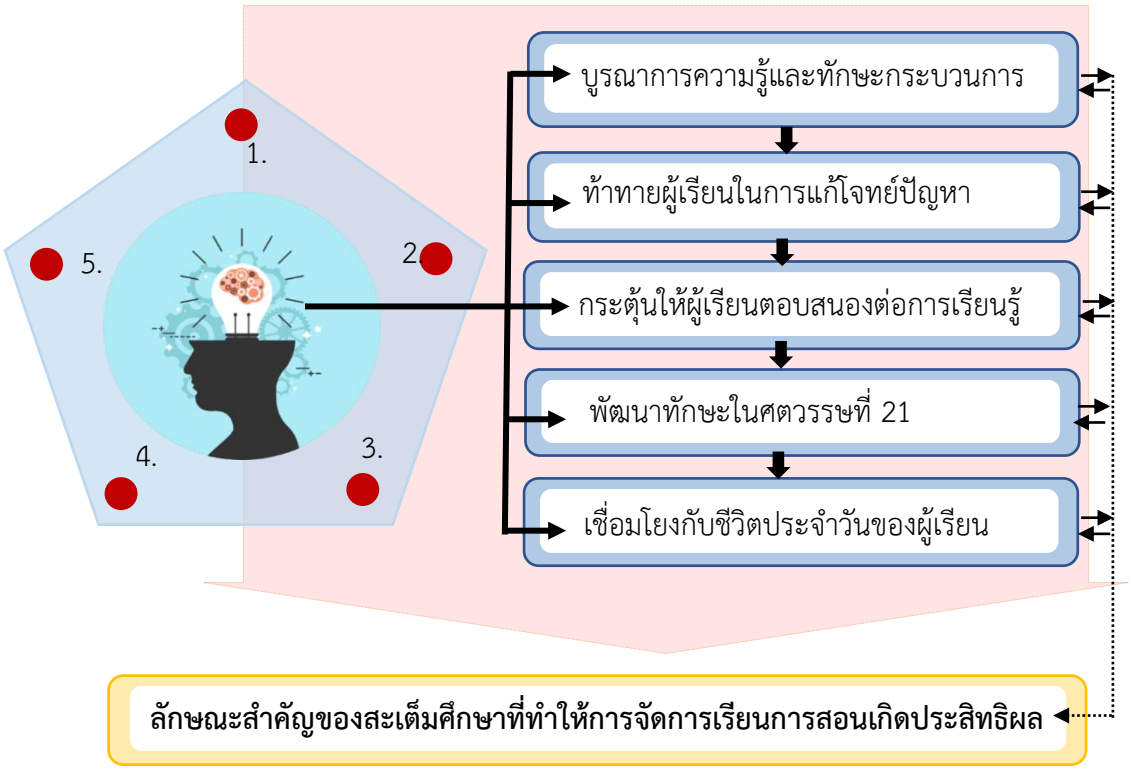
1. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้

2. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

3. มีกิจกรรมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบสนองต่อการเรียนรู้ (Active Learning) ของผู้เรียน

4. ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้

5. สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต



ภาพที่ 2.8 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษาที่ทำให้การจัดการเรียนการสอนเกิดประสิทธิผล
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบแนวคิดและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา
พัฒนาและใช้โมเดล	พัฒนาและใช้โมเดล		ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าวิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้าวิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญกับความแม่นยำ

วิทยาศาสตร์	วิศวกรรมศาสตร์	เทคโนโลยี	คณิตศาสตร์
ใช้วิทยาศาสตร์ อธิบายเหตุผล	ใช้คณิตศาสตร์ ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาท ของเทคโนโลยี ในการพัฒนา ด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม	ใช้ตัวเลขในการให้ ความหมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	สร้างคำอธิบาย		พยายามหาวิธีการ และใช้โครงงาน ในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐาน ในการยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐาน ในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้ เทคโนโลยี โดยพิจารณาถึง ผลกระทบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อม	สร้างข้อโต้แย้ง และสามารถวิพากษ์ การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมิน และสื่อสารแนวคิด	ประเมิน และสื่อสารแนวคิด		มองหาและนำเสนอ ระเบียบวิธีในการหาเหตุผล

จากตารางแนวปฏิบัติ (Practice) ข้างต้น สามารถสรุปภาพรวมได้ว่า ในทางวิทยาศาสตร์มีกระบวนการส่วนใหญ่เหมือนกับแนวปฏิบัติทางวิศวกรรมศาสตร์ กล่าวคือ ทั้งสองศาสตร์มีการพัฒนาและใช้แนวคิดในการดำเนินงาน มีการออกแบบและลงมือศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว ทั้งวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ต้องการความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณ นอกจากนี้ทั้งนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมีการใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด ซึ่งอาจเป็นคำตอบของข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติหรือปัญหา และสุดท้ายต้องมีการประเมินและสื่อสารแนวคิดที่ได้ศึกษาค้นคว้าวิจัย แต่ถึงอย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติทั้งสองมีความแตกต่างกันอยู่ 2 ประการ ประการแรก คือ ในขณะที่วิชาวิทยาศาสตร์พยายามตั้งคำถามเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจธรรมชาติ วิชาวิศวกรรมศาสตร์กลับพยายามนิยามปัญหาซึ่งเกิดจากความไม่พอใจและต้องการพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และประการที่สอง คือ ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์ในการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับธรรมชาติ ในขณะที่ผลลัพธ์ของการทำงานทางวิศวกรรมศาสตร์ คือ วิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ และวิธีการดังกล่าวจะนำมาซึ่งผลผลิตที่เป็นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ๆ ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่า ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากการศึกษาแนวคิดของนักการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้ง คำถามหรือปัญหาที่เราระบุอาจประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีผู้ศึกษามีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์หรือเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหา และจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้น แล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีข้อเสียและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

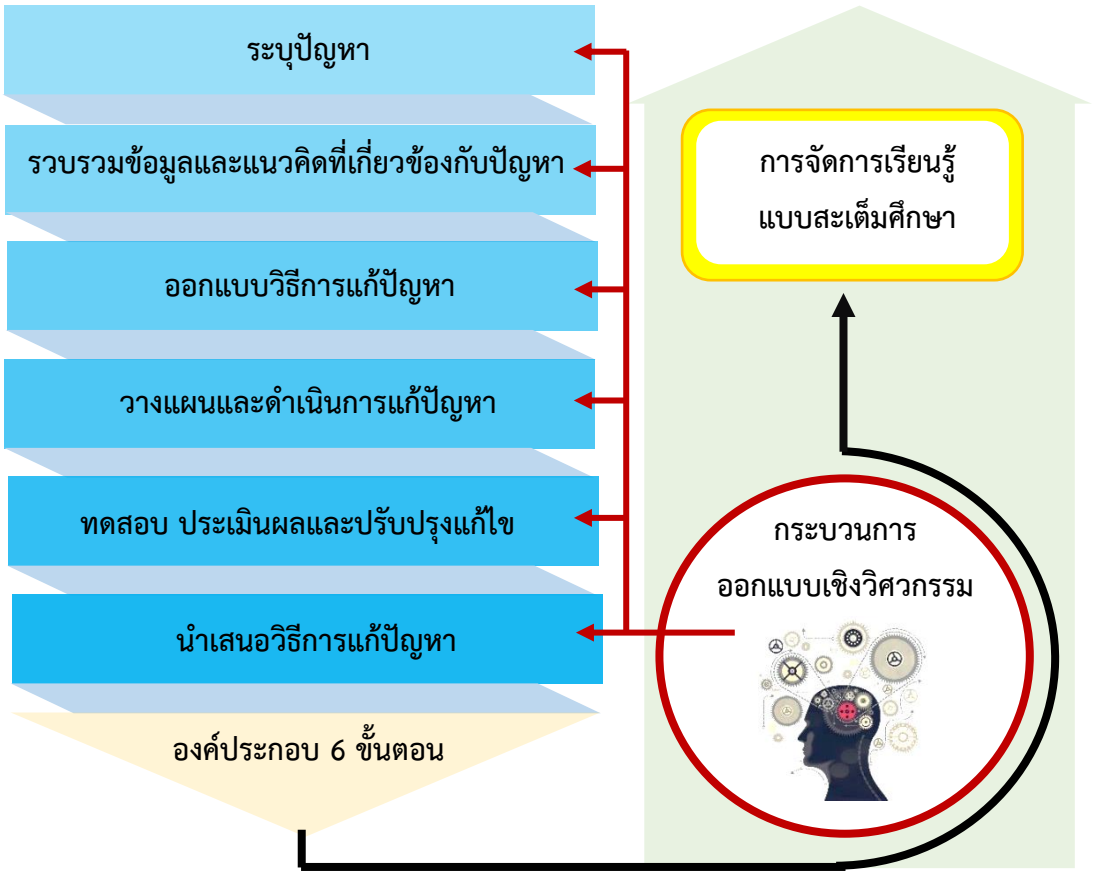
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาหรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมิน อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์

ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ



ภาพที่ 2.9 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.5 ความจำเป็นและผลการใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการจัดการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ

อาจกล่าวได้ว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งพบว่าขีดความสามารถของประเทศไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งในหลาย ๆ ด้าน ดังที่เคยเป็นมา ในขณะที่หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมาก โดยพบว่า ผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International student Assessment หรือ PISA) และทดสอบด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศ คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบ กับปี ค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของคณะกรรมการประเมินผลการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (The Phi Delta Kappa National Study Committee on Evaluation) ที่ประเมินว่านักเรียนอเมริกันทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในโจทย์แก้ปัญหา (Ceylan and Ozdilek . 2013 และ Dejarnette. 2012) นอกจากนั้น นักเรียนและนักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ลดจำนวนลง ประชากรวัยทำงานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมเองก็มีจำนวนน้อยลงเช่นกัน ในการนี้ผลการศึกษาระบุว่า ประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอกด้านวิทยาศาสตร์ และกำลังทำงานนั้นส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกันเอง นั่นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นนโยบายการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและสามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ ซึ่งในการนำนโยบายลงสู่การปฏิบัตินั้นพบว่ารัฐบาลได้ทุ่มเทงบประมาณด้าน STEM Education เป็นจำนวนมาก มีโรงเรียนต่าง ๆ ในเกือบ 40 รัฐ ที่ใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) มาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว (National Research Council of the National Academes. 2011) นอกจากนี้ยังมีการประกาศใช้แผนการศึกษา (Education to Innovate) เพื่อเร่งกระตุ้นให้สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นรูปธรรมและประสบผลสำเร็จ มีการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การประกาศแผนการสร้างกลุ่มครูต้นแบบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ โดยเรียกว่า STEM Master Teaching Corps ซึ่งนักการศึกษาเหล่านั้นจะเป็นผู้นำในการศึกษาด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะเป็นผู้ที่ริเริ่มจุดประกายความคิดให้ผู้เรียนและช่วยให้กลุ่มสังคมของพวกเขาเจริญเติบโตมากขึ้น (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2556 และสิรินภา กิจเอื้อกูล. 2558) นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว ในประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวและให้ความสนใจสะเต็มศึกษา (STEM Education) เช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น ประเทศจีน อินเดีย เป็นต้น โดยในปี 2558 ประเทศจีนจะผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ STEM Degree ประมาณ 3.5 ล้านคน ซึ่งไม่รวมในระดับปริญญาโท และปริญญาเอก โดยจำนวนบัณฑิตที่จีนผลิตนั้นมีจำนวนเกินครึ่งของทุกประเทศรวมกันผลิต ซึ่งแสดงถึงความสำคัญของสถานการณ์สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในอนาคต ส่วนในประเทศไทย ขณะนี้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ก็ได้ให้ความสำคัญและศึกษาแนวทางเพื่อจะใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ในการเรียนการสอนต่อไป

การดำเนินงานด้านสะเต็มศึกษา (STEM Education) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กำลังดำเนินการโดยร่วมมือกับหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใน 2 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1 สะเต็มศึกษาประเทศไทย (STEM Education Thailand) อันเป็นวิธีการใหม่ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ประเด็นที่ 2 ทูตสะเต็ม (STEM Ambassadors) ผู้ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษาประเทศไทย

ประเด็นที่ 1 สะเต็มศึกษาประเทศไทย (STEM Education Thailand) อันเป็นวิธีการใหม่ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สืบเนื่องจากความจำเป็นที่ไทยต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงต้องนำสะเต็มศึกษามาช่วยสร้างคนไทยรุ่นใหม่ทุกคนให้มีความสามารถ เรียนรู้ คิดวิเคราะห์และใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน สามารถติดตามความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาการใหม่ ๆ โดยการศึกษาอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต และสามารถประกอบอาชีพหรือปฏิบัติงานที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลอย่างแท้จริง เนื่องจากสะเต็มศึกษาต้องเชื่อมโยงวิชาการกับโลกแห่งความเป็นจริง ดังนั้นสะเต็มศึกษาจึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่

1. หลักสูตรจะต้องเน้นการบูรณาการระหว่างวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เป็นสะเต็มศึกษา (STEM Education) นอกจากสาระความรู้แล้ว หลักสูตรยังต้องเน้นทักษะการคิดและการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและสร้างนวัตกรรม เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

2. การพัฒนาครูและอาจารย์ให้สามารถสอนในแนวสะเต็มศึกษา

3. ปรับการประเมินผลการเรียนที่รวมสาระและทักษะทางสะเต็ม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ต้องเร่งการปรับทั้ง 3 ด้าน ให้สัมพันธ์กับชีวิตจริง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดให้มีทูตสะเต็ม ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการประกอบอาชีพหรือปฏิบัติงานในภาครัฐ และภาคเอกชนที่ต้อง

แข่งขันในระดับสากล ทูตสะเต็มจะช่วยแนะนำนักเรียนและครูให้สนใจเรียนรู้เรื่องที่จะมีประโยชน์อย่างแท้จริงในอนาคต เนื่องจากสะเต็มศึกษาเป็นวิธีใหม่ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับหลักสูตรในสามมิติ กล่าวคือ มิติสาระจะเน้นความรู้ที่จำเป็นและทันสมัย และต้องแบ่งเวลาให้มิติการปฏิบัติในการคิด แก้ปัญหา การค้นคว้าหาข้อมูลและการทดลอง ทดสอบ ที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความจริงใหม่ ส่วนมิติบูรณาการสาระร่วมระหว่างวิชาแล้วทำโครงงานสร้างผลงานเชิงวิศวกรรมใหม่หรือนวัตกรรมที่ใช้ เมื่อมีการปรับหลักสูตร ครูก็ต้องปรับวิธีการสอน เนื้อหาสาระและสอนการคิดและการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ การประเมินผลการเรียนก็ต้องประเมินทั้งสาระความรู้และทักษะ ในการคิดวิเคราะห์และการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ การปรับทั้งสามประการก็ยังต้องทำให้สอดคล้องกับสถานะของผู้เรียน ระดับชั้นเรียนและสภาวะแวดล้อมของสถานศึกษาด้วย นอกจากนี้ยังเตรียมผู้สำเร็จการศึกษาที่ต้องทำงานหรือศึกษาต่อในสภาวะเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมในอนาคต

ประเด็นที่ 2 ทูตสะเต็ม (STEM Ambassadors) ผู้ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญต่อการขับเคลื่อนสะเต็มศึกษาประเทศไทย

ทูตสะเต็มจำเป็นต่อการดำเนินงานของสะเต็มศึกษา เนื่องจากสะเต็มศึกษาจะเน้นให้ผู้สำเร็จการศึกษาสามารถนำความรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์แบบนักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตจริง การประกอบอาชีพและการศึกษาต่อ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความเชื่อมโยงกับสถานประกอบการและหน่วยงานที่จะรับผู้สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ ภาคอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยทั่วไปสถานที่จ้างงานมักจะให้ทุนสนับสนุนการศึกษา บ้างก็อาจจัดให้ผู้เรียนได้ทำโครงการที่เกี่ยวกับกิจการนั้น ๆ แต่ในบางประเทศ เช่น สหราชอาณาจักร มีการจัดระบบที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เชี่ยวชาญจากอุตสาหกรรมหรือศูนย์วิจัย และพัฒนามาทำหน้าที่แนะนำครูและนักเรียนในโรงเรียนให้รู้จักงานที่ต้องใช้ความรู้และทักษะในการคิดวิเคราะห์ ทั้งนี้ก็เพื่อสร้างความคุ้นเคยและความเชื่อมั่นของครูและนักเรียนในการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนั้นบทบาทของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทางคณะกรรมการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีมติเห็นชอบให้ดำเนินการสะเต็มศึกษา โดยให้จัดตั้งคณะกรรมการหนึ่งชุดและจัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษา (STEM Academy) เพื่อเริ่มทำโครงการนำร่องสะเต็มศึกษาใน 12 จังหวัด ๆ ละ 3 โรงเรียน ในปีแรก (พ.ศ. 2556) ศูนย์สะเต็มศึกษาเป็นหน่วยงานรับผิดชอบในการดำเนินโครงการนำร่องและจัดระบบการประชาสัมพันธ์ สร้างเครือข่ายกับหน่วยงานต่าง ๆ ประสานการปรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์และพัฒนาครูและการสอน ในปีที่สอง (พ.ศ. 2557) ศูนย์สะเต็มศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จะจัดให้มีการประเมินผลโครงการนำร่องเพื่อพัฒนาเป็นแผนแม่บท (Master Plan) และแผนที่นำทาง (Roadmap) เพื่อนำไปสู่การยกร่างนโยบายแห่งชาติว่าด้วยสะเต็มศึกษาเสนอต่อรัฐบาลและเตรียมการขยาย

การดำเนินการขั้นต่อไป ซึ่งจะมุ่งหวังให้มีศูนย์สะเต็มศึกษาและทูตสะเต็มทุกจังหวัด เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ตามกรอบสะเต็มศึกษาในโรงเรียนทั่วประเทศ นอกจากนี้ในปีที่สองสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะจัดตั้ง ISTEM เป็นศูนย์การกระจายสื่อการสอนผ่านทางอินเตอร์เน็ตและร้านสะดวกซื้อ เพื่อสนับสนุนสะเต็มศึกษา และจัดตั้งหอเกียรติยศสะเต็ม (STEM Hall of Fame) เพื่อยกย่องเชิดชูเกียรตินักเรียน นักศึกษา ครู อาจารย์ ทูตสะเต็ม นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีดีเด่นของประเทศ สะเต็มศึกษาประเทศไทย (STEM Education Thailand) เนื่องจากการนำสะเต็มศึกษามาใช้ให้เกิดประโยชน์ ทั้งนี้ความมุ่งหวังจะสำเร็จลุล่วงจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ดังนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงต้องสร้างเครือข่ายพันธมิตรกับหลายหน่วยงาน นับตั้งแต่โรงเรียน สถาบันอาชีวศึกษา สถาบันอุดมศึกษา ส่วนราชการในสังกัด กระทรวงศึกษาธิการ นอกจากนี้ยังต้องขอความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเป็นผู้จ้างผู้สำเร็จสะเต็มศึกษาสาขาต่าง ๆ รวมเรียกว่า กำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เป้าหมายหลักของสะเต็มศึกษา

1. ผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์จะมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน

2. ผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์จะสนุกและมองเห็นอาชีพการงานที่สนใจจะทำหลังจากที่สำเร็จการศึกษาแล้ว

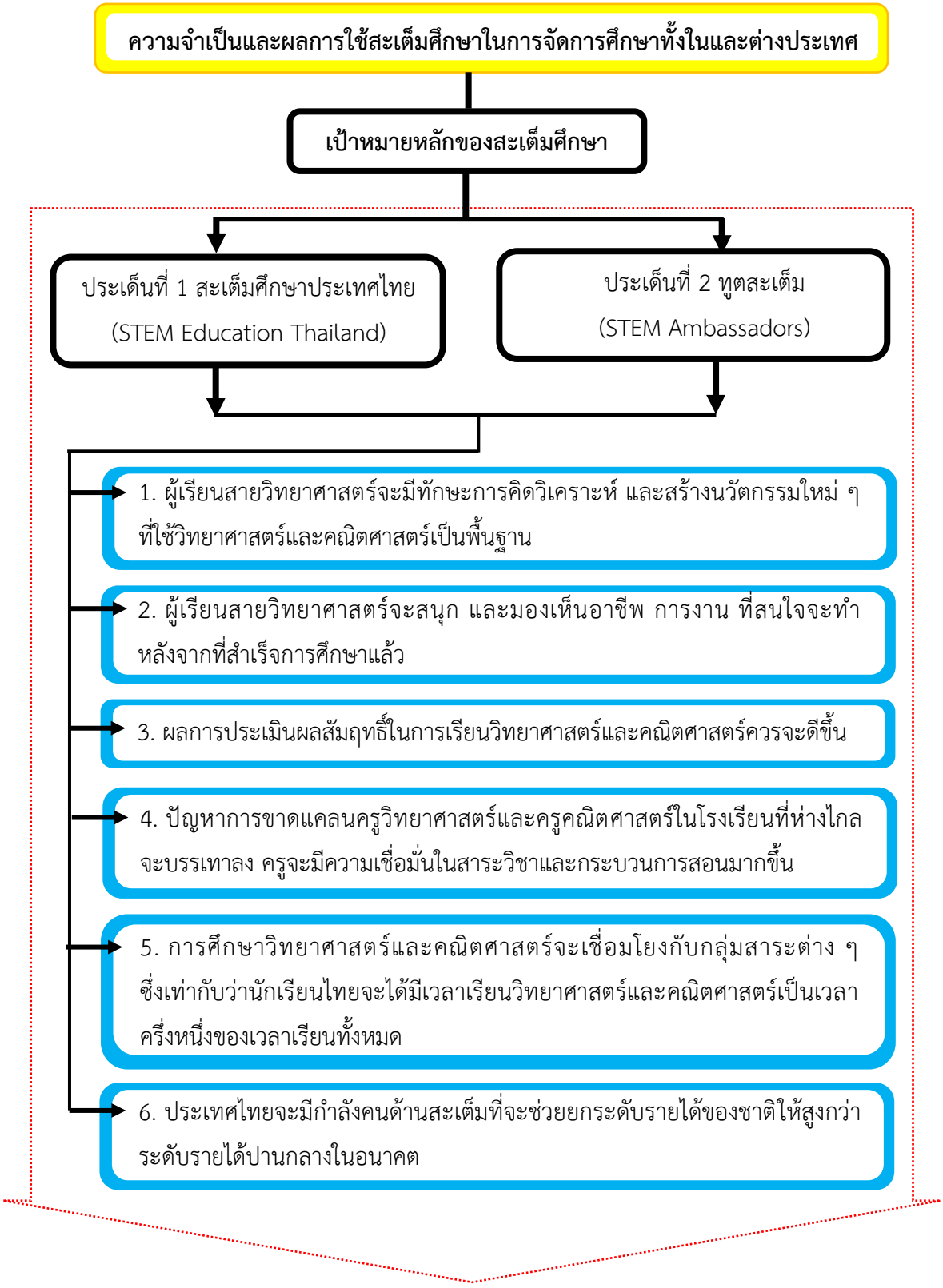
3. ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรจะดีขึ้น

4. ปัญหาการขาดแคลนครูวิทยาศาสตร์และครูคณิตศาสตร์ในโรงเรียนที่ห่างไกลจะบรรเทาลง ครูจะมีความเชื่อมั่นในสาระวิชาและกระบวนการสอนมากขึ้น แม้จะสอนไม่ตรงสาขาที่เคยเรียนมา

5. การศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะเชื่อมโยงกับกลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี และกลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา ดังนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะครอบคลุม 4 กลุ่มสาระวิชาในจำนวนทั้งหมด 8 กลุ่มสาระวิชา ซึ่งเท่ากับว่านักเรียนไทยจะได้มีเวลาเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นเวลาครึ่งหนึ่งของเวลาเรียนทั้งหมด

6. ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็มที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต

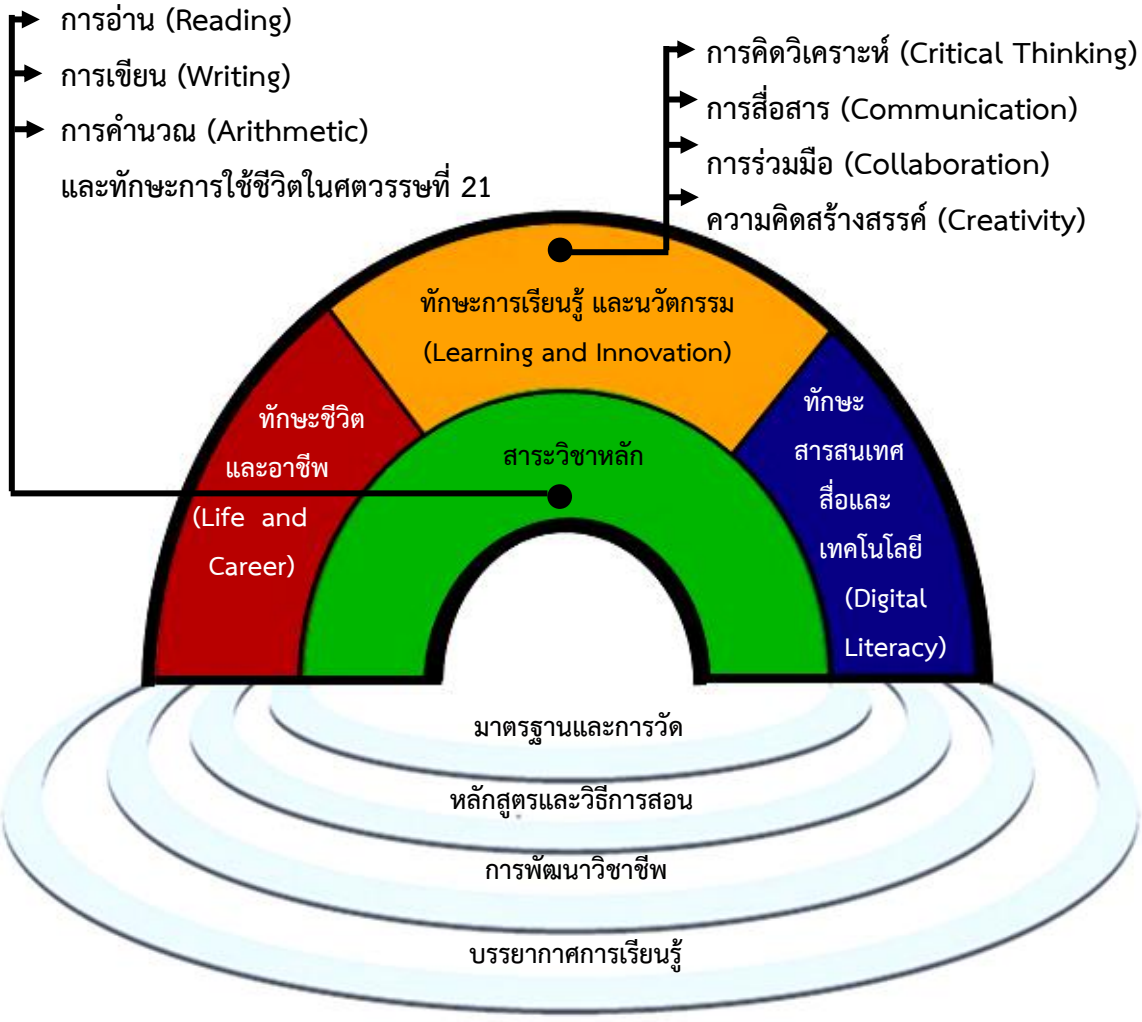
สะเต็มศึกษาเป็นความหวังในการสร้างเยาวชนไทยรุ่นใหม่ที่มีความรู้และทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างนวัตกรรมและสิ่งใหม่ ๆ ที่จะนำไปสู่การประกอบอาชีพ และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ประเทศไทยจะปรับตัวจากสังคมผู้บริโภคเป็นสังคมผู้สร้างนวัตกรรม



ภาพที่ 2.10 ความจำเป็นและผลการใช้สะเต็มศึกษาในการจัดการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.6 องค์ประกอบของความรู้และทักษะในศตวรรษที่ 21

ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีจุดเริ่มต้นมาจากการประชุมร่วมกันของนักวิชาการหลากหลายสาขาในสหรัฐอเมริกามาประชุมร่วมกัน โดยรัฐบาลต้องการพัฒนาคุณภาพประชากรเพื่อยกระดับขีดความสามารถของประเทศกับนานาชาติ และต้องการให้ประชากรนั้นมีคุณภาพและศักยภาพในสังคม สามารถดำรงชีวิตอยู่ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ องค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ที่ควรเกิดขึ้นในผู้เรียนจากการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (21st Century student Outcomes) ได้แก่ ความรู้ทักษะ ความเชี่ยวชาญ (Partnership for 21st Century Skills. 2009) ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.11 ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21
ที่มา : Partnership for 21st Century Skills. (2009).

7.6.1 ความรู้ในวิชาหลักและเนื้อหาประเด็นที่สำคัญ สำหรับศตวรรษที่ 21 (Core Subjects and 21st Century Themes) ได้แก่ ภาษาอังกฤษ การอ่าน ศิลปะในการใช้ภาษา ภาษาต่างประเทศ คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมืองและการปกครอง ซึ่งควรครอบคลุมเนื้อหาในสาขาใหม่ ๆ ที่มีความสำคัญต่อการทำงานและชุมชน แต่สถาบันการศึกษาไม่ได้ให้ความสำคัญ ได้แก่ จิตสำนึกต่อโลก ความรู้พื้นฐานด้านการเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการ ความรู้พื้นฐานด้านพลเมืองและความตระหนักในสุขภาพและสวัสดิภาพ

7.6.2 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ได้แก่

- ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ซึ่งครอบคลุมไปถึงการคิดแบบสร้างสรรค์ การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่นและการนำความคิดนั้นไปใช้อย่างสร้างสรรค์
- การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) หมายความรวมถึงการคิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจและการคิดแก้ปัญหา
- การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ซึ่งเน้นการสื่อสารโดยใช้สื่อรูปแบบต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพชัดเจนและการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพ

7.6.3 ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี (Information , Media and Technology Skills) ซึ่งในศตวรรษที่ 21 นี้ นับได้ว่ามีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาก ดังนั้นผู้เรียนจึงควรมีทักษะดังต่อไปนี้ คือ

- การรู้เท่าทันสารสนเทศ (Information Literacy)
- การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy)
- การรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT (Information, Communications &Technology) Literacy)

7.6.4 ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and Career Skills) ในการดำรงชีวิตและในการทำงานนั้นไม่เพียงต้องการคนที่มีความรู้ ความสามารถในเนื้อหาความรู้ หรือทักษะการ คิดเท่านั้น หากแต่ยังต้องการผู้ที่สามารถทำงานในบริบทที่มีความซับซ้อนมากขึ้นอีกด้วย ทักษะที่จำเป็น ได้แก่

- ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (Flexibility and Adaptability)
- ความคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง (Initiative and Self Direction)
- ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม (Social and Cross-cultural Skills)
- การเพิ่มผลผลิตและความรู้รับผิด (Productivity and Accountability)

- ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ (Leadership and Responsibility)

7.7 แนวทางพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของไทยด้วยสะเต็มศึกษา (STEM Education)

แนวคิดในการจัดการศึกษาของไทยในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงหลาย ๆ ด้าน ทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ กล่าวคือ มีการเน้นคุณภาพ ความสามารถของผู้สอน ลดปริมาณความซ้ำซ้อนของเนื้อหา มีการนำผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ด้านสมองและจิตวิทยา การเรียนรู้ของมนุษย์มาปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการศึกษาทุกระดับทั้งในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน และอุดมศึกษา มีการศึกษาวิจัยและนำผลการวิจัยมาปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพมากขึ้น มีการจัดการประชุมเชิงวิชาการจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อกระตุ้นให้นักการศึกษาได้เห็นความสำคัญและนำไปใช้เพื่อขับเคลื่อนนโยบายทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในส่วนของผู้ปฏิบัติการ เช่น ครู อาจารย์ ก็มีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนการสอนให้ความสำคัญและให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้น มีการนำวิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการคิด เช่น การจัดการสอนแบบบูรณาการ การสอนโดยใช้โครงงาน การสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นต้น จากการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ในการจัดการศึกษาของไทยดังตัวอย่างที่กล่าวข้างต้นนี้ ย่อมแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของไทยในการนำสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาสู่กระบวนการจัดการศึกษา การนำแนวคิดต่าง ๆ มาปรับเปลี่ยนแนวทางในการจัดการศึกษาเดิมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่นักการศึกษา ผู้ที่เกี่ยวข้อง ครู อาจารย์ และผู้บริหารจะต้องวิเคราะห์และทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อที่จะนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยก็เช่นเดียวกัน เพื่อป้องกันมิให้เกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลกระทบในการจัดการศึกษาในอนาคต หรือส่งผลให้การใช้สะเต็มศึกษาไม่บรรลุเป้าหมาย โดยมักมีผู้เข้าใจว่า การสอนด้วยสะเต็มศึกษาเป็นการสอนเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์เท่านั้น เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรทั่วไปจะเน้นที่สองวิชานี้เป็นหลัก นอกจากนั้นยังมีผู้เข้าใจว่าสะเต็มศึกษา หมายถึงการคิดค้นหรือพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใหม่ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแต่ละสาขาวิชาหรือบางคนก็เข้าใจว่าเป็นการสอนที่เน้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นแกน และนำความรู้ด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมมาเพิ่มเติมให้สมบูรณ์ขึ้น (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. 2555) ดังนั้น เพื่อให้การนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยให้บรรลุเป้าหมายและจุดประสงค์ตามหลักการที่กล่าวไว้ในข้างต้นอย่างมีประสิทธิภาพ การทำความเข้าใจที่ถูกต้อง การศึกษาถึงข้อดี ผลการศึกษาวิจัย องค์ประกอบหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการเตรียมพร้อมกับการใช้สะเต็มศึกษาในประเด็นต่อไปนี้ จึงเป็นสิ่งที่ทุกฝ่ายควรพิจารณา (Rachel. 2008 ; Bybee. 2009 ; The Wheelock College Aspire Institute. 2010 ; Bybee. 2011 ; Rapporteur. 2011 ; Carr. Bennetti. & Strobe. 2012 และ ยศวีร์ สายฟ้า. 2555)

1. หลักสูตร/บทเรียนสะเต็มศึกษา (STEM Education) การสอนของสะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการ และเป็นนโยบายหลักของการจัดการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาดังกล่าวแล้วข้างต้น หลักสูตรมาตรฐานและตัวชี้วัดของทั้ง 4 วิชา กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้การจัดการศึกษาด้วยสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานประสบความสำเร็จ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพื่อเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาได้ ทั้งนี้แต่ละรัฐได้มีหลักสูตร เนื้อหา บทเรียนต่าง ๆ ของสะเต็มศึกษา เพื่อให้ครูผู้สอนทุกระดับสามารถค้นหาและเข้าถึงในสื่อและแหล่งเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้ครูสามารถนำหลักสูตร สื่อ บทเรียนนั้นไปใช้ได้อย่างสะดวก โดยมีการศึกษาวิจัยและนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยนั้นมาเป็นแนวคิดในการแก้ไขปรับปรุงต่อไป สำหรับประเทศไทยเมื่อพิจารณาด้านความพร้อมของหลักสูตรทั้ง 4 กลุ่มวิชาของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีเพียงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) และคณิตศาสตร์ (M) เท่านั้น แต่ไม่พบว่ามีหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ปรากฏอย่างชัดเจนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะมีก็เป็นเพียงลักษณะการสอดแทรกอยู่ในวิชาเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์เท่านั้น ดังนั้นการสร้างความชัดเจนต่อเนื่องและสอดคล้องของแต่ละหลักสูตรวิชาจึงมีความสำคัญ เพราะจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนนำไปจัดการเรียนการสอนได้ นอกจากความพร้อมด้านหลักสูตรทั้ง 4 วิชาแล้ว ความพร้อมด้านสื่อ บทเรียน กระบวนการวัดและประเมินผลที่ชัดเจนก็มีความสำคัญทำให้ประเทศไทยสามารถใช้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้

2. การพัฒนาครูประจำการ (Professional Development) ผู้ที่มีบทบาทและเป็นปัจจัยหนึ่งให้สะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จ คือ อาจารย์ ครูผู้สอน ดังจะเห็นได้จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาที่มีการเตรียมการของหน่วยงานในการอบรม เพื่อให้ความรู้ครูในการเตรียมการสอน ในส่วนของประเทศไทยนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ก็ได้มีการเตรียมการศึกษาและวางแผนการในสะเต็มศึกษาแล้ว มีการอบรมเพื่อให้ความรู้แก่บุคลากรในสถาบัน การจัดประชุมหรือการร่วมประชุมวิชาการนานาชาติ การเชิญผู้ทรงคุณวุฒิมาให้ความรู้ การศึกษาและวางแผนการวิจัย เพื่อให้สะเต็มศึกษานั้นเป็นรูปธรรม ทั้งนี้แผนการพัฒนาครูประจำการที่ดี ชัดเจน จะมีส่วนช่วยให้ผู้บริหารสถานศึกษาและครูผู้สอน เข้าใจและสามารถนำไปสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้แล้วอาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิในระดับอุดมศึกษาก็ควรมีบทบาทในการพัฒนาครูประจำการด้วย ได้แก่ การใช้ระบบพี่เลี้ยง (Mentoring System) เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนในชุมชนของตนมีความรู้ และความเข้าใจที่ถูกต้อง กระตุ้นให้ครูสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ปลอดภัย เป็นมิตร แนะนำให้ครูสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นโดยผู้เรียน

เป็นผู้ลงมือกระทำให้ความช่วยเหลือครูในเรื่องของการวางแผนจัดการหลักสูตร ตลอดจนให้กำลังใจเพื่อให้ครูมีความมั่นใจและมีเจตคติที่ดีต่อสะเต็มศึกษา (STEM Education)

3. การเตรียมพร้อมในการผลิตบัณฑิตเพื่อเป็นผู้สอนสะเต็มศึกษา การศึกษาศาสตร์ ระบบการเตรียมนิสิต นักศึกษาครูเพื่อสอนในสะเต็มศึกษามีความสำคัญมาก เช่นเดียวกับการสอนในวิชาอื่น ๆ โดยจากการวิจัยพบว่า ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในการสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา คือ ครูฝึกหัดมักขาดความมั่นใจในการสอน เพราะครูผู้สอนเหล่านั้นขาดประสบการณ์หรือความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์น้อย เน้นแต่ความรู้ด้านกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้น การเตรียมหลักสูตร และเนื้อหาการสอนสะเต็มศึกษาสำหรับนิสิต นักศึกษา ตลอดจนวิธีการสอนที่สอดคล้องกับธรรมชาติของทั้ง 4 วิชา เช่น เน้นการสำรวจ ตรวจสอบ และปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 จะช่วยให้ครูฝึกสอนเหล่านั้นมีความมั่นใจมากขึ้น นอกจากนี้สถาบันอุดมศึกษาที่ผลิตครูควรสร้างระบบการผลิตครูที่ชัดเจน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้มาเรียนและระบบการศึกษา เช่น ควรวางแผนการผลิตครูเพื่อให้ได้ครูในสาขาที่สังคมต้องการเป็นการป้องกันการผลิตครูที่เกินอัตรา การพิจารณาอัตรากำลังของอาจารย์ผู้สอนต่อจำนวนนักศึกษาเพื่อให้การสอนมีคุณภาพ การสร้างรูปแบบการนิเทศการสอน การเป็นผู้ชี้แนะและพี่เลี้ยง (Coaching and Mentoring) ให้กับครูผู้สอนเพื่อให้มีความรู้และความมั่นใจในการปฏิบัติหน้าที่ในการสอน

4. การเตรียมพร้อมของสถานศึกษา ผู้บริหารสถานศึกษา เป็นปัจจัยหลักของความสำเร็จของการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในสถานศึกษา สะเต็มศึกษาต้องการผู้บริหารมืออาชีพ กล่าวคือ สามารถบริหารจัดการอย่างมียุทธศาสตร์ เป็นนักวิชาการ มุ่งพัฒนากระบวนการเรียนการสอนเป็นหลัก เปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดและบริหาร สามารถสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครอบครัว ชุมชนและสถานศึกษา ให้ความสำคัญกับการเปลี่ยนแปลงเพื่อการพัฒนาเป็นผู้นำที่ไม่หยุดนิ่ง พร้อมที่จะพัฒนาวิชาชีพของตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเสมอ และพร้อมที่จะประสานและทำงานร่วมกันกับทุกฝ่าย สนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเปิดโอกาสให้บุคคลภายนอกจากภาคส่วนต่าง ๆ เข้ามามีบทบาท

5. การศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุน พัฒนาสะเต็มศึกษา ปัจจุบันนักการศึกษาได้ศึกษาวิจัยและให้ข้อคิดเห็นหลากหลายเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาในต่างประเทศ เช่น การเริ่มสอนบูรณาการสะเต็มศึกษาในระดับปฐมวัย เพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาทางสติปัญญาโดยเฉพาะอย่างยิ่งทำให้เด็กเล็ก ๆ พัฒนาทักษะทางปัญญาด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ การใช้สื่อเทคโนโลยี เช่น iPad และ Tablet เพื่อพัฒนาการสอนสะเต็มศึกษาซึ่งพบว่านักเรียนในระดับปฐมวัยสามารถพัฒนาได้เป็นอย่างดี (Aronin & Floyd. 2013) ทั้งนี้รายงานชี้ให้เห็นว่า ความสำเร็จของสะเต็มศึกษา (STEM Education) นอกจากจะเกิดจากความสอดคล้องต่อเนื่องของหลักสูตร คุณภาพของครูผู้สอน การมีระบบวัด

ประเมินผลที่ชัดเจนและเวลาที่ใช้ในการสอนแล้ว ปัจจัยที่จะผลักดันอีกประการหนึ่ง คือ การศึกษาวิจัยโดยรัฐและผู้กำหนดนโยบายทางการศึกษา ควรสนับสนุนการทำงานวิจัยเพิ่มขึ้น (National Research Council of the National Academes. 2011) ซึ่งในส่วนของประเทศไทยนั้น การสนับสนุนให้สะเต็มศึกษาประสบความสำเร็จ ควรมาจากหลายภาคส่วนทั้งภาครัฐและเอกชน การร่วมมือระหว่างชุมชนและสถาบันอุดมศึกษา เพื่อการวิจัย พัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษาในบริบทของไทย การพัฒนาครูผู้สอน การบริหารจัดการสถานศึกษา ฯลฯ

สังคมโลกในขณะนี้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเทคโนโลยีการสื่อสาร ซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการเปลี่ยนถ่ายข้อมูลใหม่ ๆ หมุนเวียนอยู่ตลอดเวลาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การไหลบ่าของข่าวสารข้อมูล วิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมเจริญก้าวหน้า เกิดการค้าที่แข่งขันกันทั่วโลก ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า การเตรียมผู้เรียนในวันนี้ให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 นั้น มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เยาวชนเหล่านั้นสามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ สามารถและพร้อมที่จะเผชิญหน้ากับสภาพสังคม เศรษฐกิจและเทคโนโลยีในอนาคต การตื่นตัวและเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น การสร้างมหาอำนาจทางการศึกษาเพื่อให้ได้ประชากรที่มีคุณภาพ จึงเป็นกลยุทธ์ของการพัฒนาชาติแนวทางหนึ่ง สำหรับประเทศไทยการจัดการศึกษาแบบบูรณาการที่เน้นให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเท่าเทียมกันหรือสะเต็มศึกษา (STEM Education) จึงเป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่ตอบสนองต่อการเตรียมคนไทยรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 เพราะธรรมชาติของทั้ง 4 วิชานี้ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้ดี และมีคุณภาพในโลกของศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ที่ตั้งอยู่บนฐานความรู้และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อีกทั้งยังเป็นวิชาที่มีความสำคัญกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่งคั่งของประเทศได้ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการศึกษาที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนง ทั้งด้านความรู้ ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน การเน้นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับข้อมูลเครื่องมือทางเทคโนโลยี การสร้างความยืดหยุ่นในเนื้อหาวิชา ความท้าทาย ความสร้างสรรค์ ความแปลกใหม่ และการแก้ปัญหาอย่างมีความหมายของบทเรียนในสะเต็มศึกษาจึงเหมาะที่จะทำให้เยาวชนไทยรุ่นใหม่เกิดการเรียนรู้และอยู่ในโลกแห่งอนาคตได้อย่างแท้จริง

7.8 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

7.8.1 บทบาทของผู้สอน สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity Based) หรือ การทำโครงงาน (Project Based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าวนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ทั้งนี้ผู้สอนอาจจะมีความกังวลกับการนำสะเต็มศึกษาเข้าสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากไม่ทราบว่าจะมีแนวปฏิบัติหรือวิธีการดำเนินการอย่างไรบ้าง ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาตามแนวทางของ สสวท. นั้นเน้นรูปแบบของการบูรณาการซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้สอนคุ้นเคยกันเป็นอย่างดี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษา พุทธศักราช 2542 มุ่งเน้นให้มีการจัดการเรียนรู้แบบองค์รวม โดยมีการบูรณาการความคิดรวบยอด กระบวนการจัดการเรียนรู้และทักษะด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับแต่ละระดับการศึกษา รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการจะช่วยลดความซับซ้อนของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ สามารถยืดหยุ่นเวลาในการจัดการเรียนรู้ สามารถใช้แหล่งการเรียนรู้ได้หลากหลายเพิ่มขึ้น ผู้สอนสามารถเลือกรูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา หรือตามสภาพแวดล้อมและความสอดคล้องที่เป็นจริงในโรงเรียน โดยสิ่งที่ควรคำนึงจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียนมีดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557)

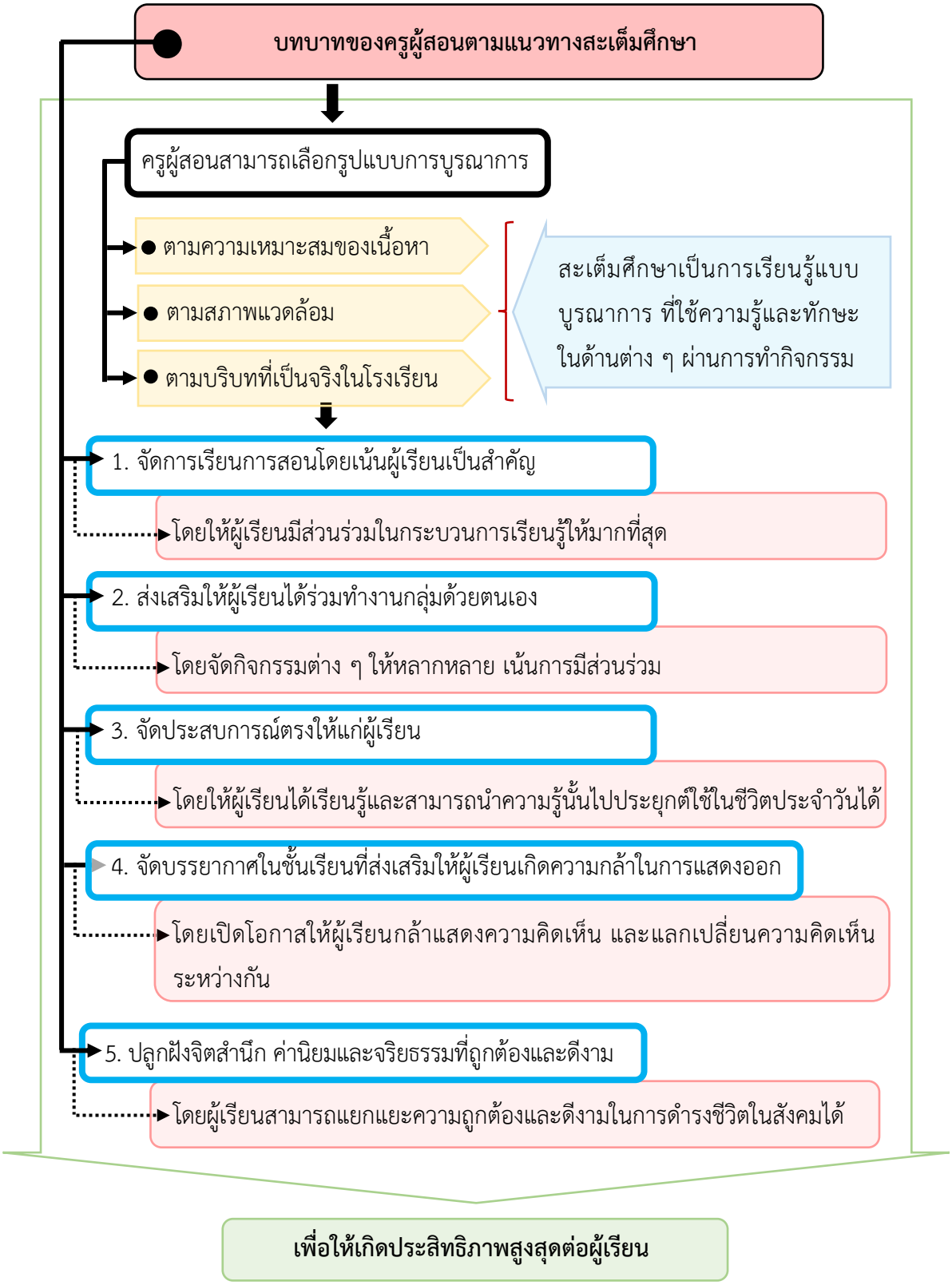
1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน

3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออกโดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่มและในชั้นเรียนสม่ำเสมอ เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

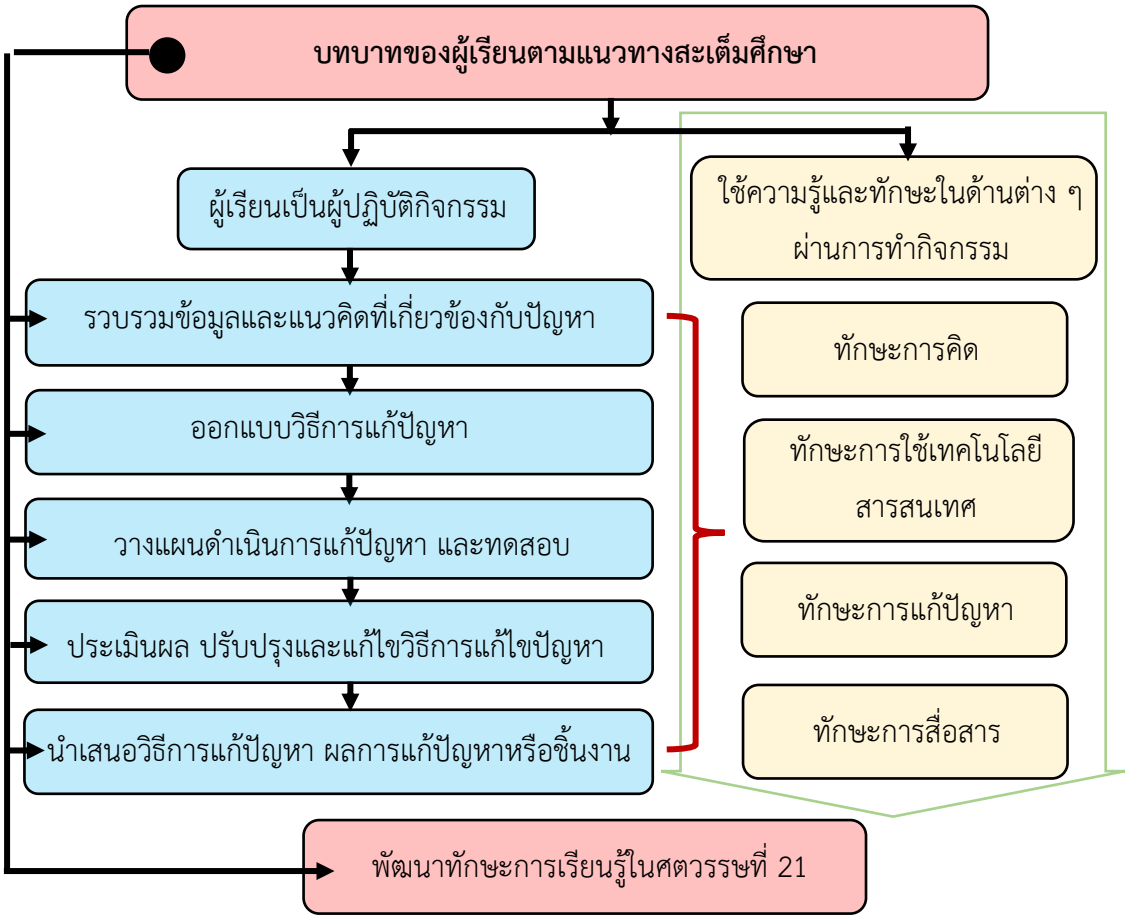
5. ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยมและจริยธรรมที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้



ภาพที่ 2.12 บทบาทของครูผู้สอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.8.2 บทบาทของผู้เรียน สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity Based) หรือการทำโครงงาน (Project Based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าวนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยี สารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี ดังนั้นบทบาทของผู้เรียน คือ ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหา หรือแก้ไขชิ้นงาน (Testing , Evaluation and Design Improvement) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557)



ภาพที่ 2.13 บทบาทของผู้เรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.9 วิธีการวัดและประเมินผลตามแนวทางสะเต็ม

การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอก พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้ระบุถึงวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ไว้ว่า ให้สถานศึกษาจัดการประเมินผลผู้เรียน โดยพิจารณาจากพัฒนาการของผู้เรียน ความประพฤติ การสังเกตพฤติกรรมการเรียน การร่วมกิจกรรมและการทดสอบควบคู่ไปในกระบวนการเรียนการสอน ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับและรูปแบบการศึกษา จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ฉบับดังกล่าวทำให้เห็นแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

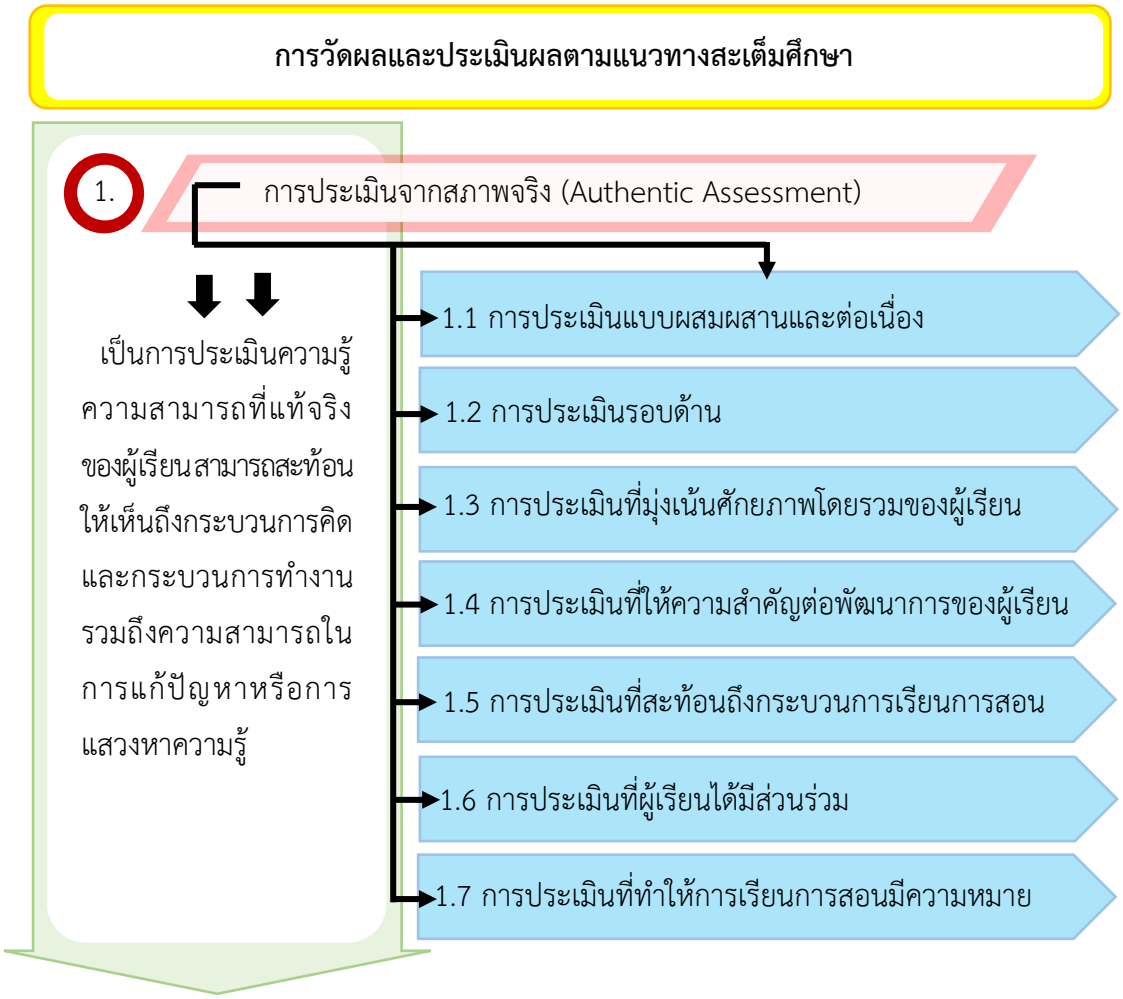
- การวัดผลและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ จะต้องดำเนินการควบคู่กันไปอย่างสอดคล้องและต่อเนื่อง

- ในการจัดการเรียนรู้มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและเจตคติ การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนจึงต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน

- เพื่อให้การประเมินครอบคลุมทุกด้านและได้ข้อมูลเพียงพอที่จะประเมินพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน จะต้องใช้กระบวนการและวิธีการประเมินผลหลากหลายวิธีและต่อเนื่อง ทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรม

การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง รวมถึงพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอน ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพและมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

7.9.1 การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้ ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง



ภาพที่ 2.14 การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้ได้มากน้อยเพียงใด

3. เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียน ทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธี สามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจและความสามารถของแต่ละบุคคล

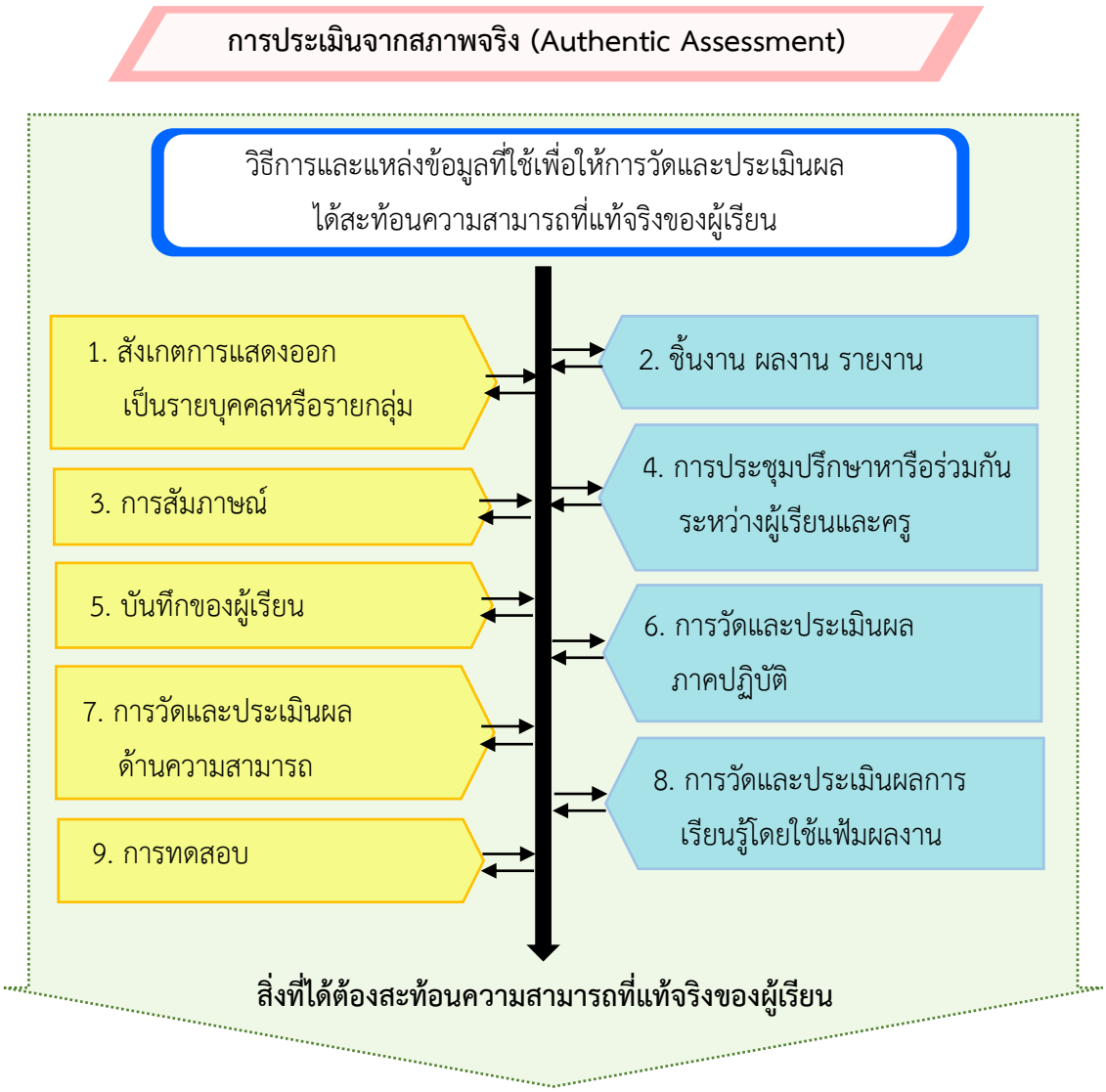
5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

7. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

จากการศึกษาข้อมูล แนวคิดของนักการศึกษา สามารถสรุปถึงวิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
5. บันทึกของผู้เรียน
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical Assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (Portfolio Assessment)
9. การทดสอบ



ภาพที่ 2.15 การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment)
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

7.9.2 การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment) ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรง จากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้ การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงาน จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. การมอบหมายงาน งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2. การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียนควรจะประชุม ปรึกษาหารือและทำความตกลงร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียนและการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

8. ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ปัจจุบันโลกแห่งการศึกษาได้ก้าวหน้าและพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ รูปแบบการเรียนรู้ก็ต้องปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เข้ากับยุคสมัย โดยนักเรียนจะมีการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น สร้างสรรค์ และท้าทาย มองเห็นปัญหาเป็นโจทย์ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ไข ซึ่งทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ 3R8C โดยมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนแรก คือ 3R คือ ทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อผู้เรียนทุกคน มีดังนี้ (วิจารณ์ พานิช. 2556 ; สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2556 ; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2557 ; ประสาท เนืองเฉลิม. 2558 และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. 2558)

1. Reading คือ สามารถอ่านออก

2. (W)Riting คือ สามารถเขียนได้

3. (A)Rithmetic คือ มีทักษะในการคำนวณ

และอีกอย่างที่สำคัญไม่แพ้ 3R คือ 8C ซึ่งเป็นทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นเช่นกัน ซึ่งทุกทักษะสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนรู้ได้ทุกวิชา มีดังนี้

1. Critical Thinking and Problem Solving คือ มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและสามารถแก้ไขปัญหาได้

2. Creativity and Innovation คือ การคิดอย่างสร้างสรรค์และคิดเชิงนวัตกรรม

3. Cross-cultural Understanding คือ ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรมและกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม

4. Collaboration Teamwork and Leadership คือ ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะความเป็นผู้นำ

5. Communication Information and Media Literacy คือ มีทักษะในการสื่อสาร และการรู้เท่าทันสื่อ

6. Computing and IT Literacy คือ มีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์และรู้เท่าทันเทคโนโลยี

7. Career and Learning Skills คือ มีทักษะอาชีพและการเรียนรู้

8. Compassion คือ มีความเมตตากรุณา มีคุณธรรม และมีระเบียบวินัย

ทักษะทั้งหมดที่ได้กล่าวมาเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียนในยุคการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 เป็นอย่างมาก ซึ่งมีความแตกต่างจากการเรียนรู้ในสมัยก่อน ทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากการศึกษาที่ก้าวหน้าและมีคุณภาพแล้ว การบริหารโรงเรียนหรือสถานศึกษาก็จำเป็นไม่แพ้กัน โรงเรียนหรือสถานศึกษาควรมีระบบบริหารโรงเรียนที่ดี เพื่อพัฒนาควบคู่ไปกับการเรียนการสอนภายในโรงเรียน

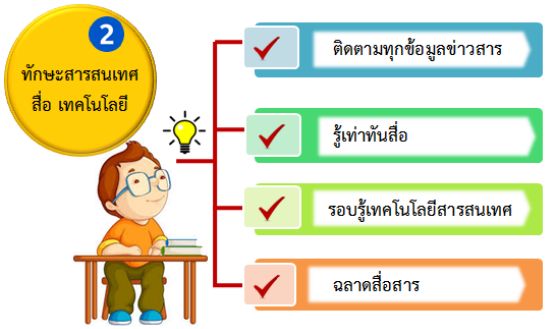
ทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 นี้ มาจากการประชุมร่วมกันของนักวิชาการหลากหลายสาขาในประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ให้ข้อสรุปร่วมกันถึงทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณภาพในยุคของศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ประกอบด้วย 3 ด้านหลัก ๆ ที่สำคัญ คือ

1. ทักษะการเรียนรู้ และทักษะด้านนวัตกรรม (Learning and Innovation) ตัวอย่างเช่น ทักษะการคิดในเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking & Problem Solving) ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะในการสื่อสาร (Communication) และทักษะในการร่วมแรงร่วมมือ (Collaboration) เป็นต้น

ภาพที่ 2.16 แสดงทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

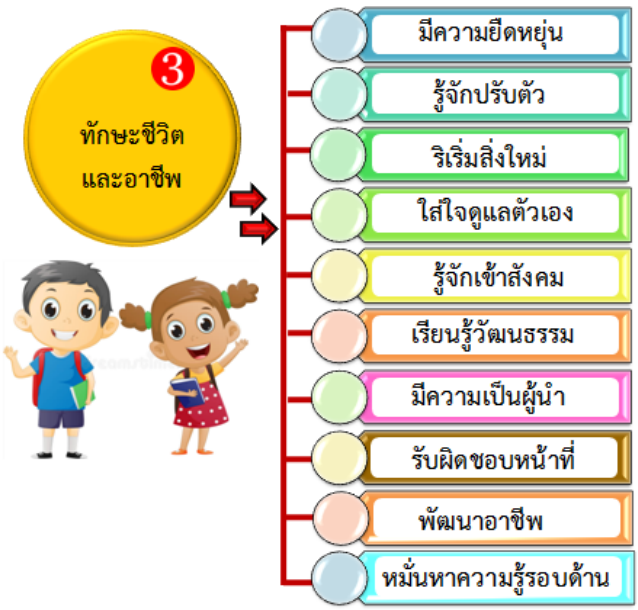
ที่มา : Partnership for 21st Century Skills. (2009).

2. ทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี (Digital Literacy) ตัวอย่างเช่น ความรู้พื้นฐาน ด้านสารสนเทศ (Information Literacy) ความรู้ในการใช้สื่อ (Media Literacy) และความรู้ในเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT Literacy) เป็นต้น



ภาพที่ 2.17 แสดงทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี
ที่มา : Partnership for 21st Century Skills. (2009).

3. ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career) ตัวอย่างเช่น ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (Flexibility and adaptability) ความคิดริเริ่ม และการพัฒนาตนเอง (Initiative and self-direction) ทักษะทางสังคม และการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม (Social and cross-cultural interaction) การเพิ่มผลผลิต และความรู้ผิดชอบ (Productivity and accountability) และความเป็นผู้นำ และความรับผิดชอบ (Leadership and responsibility) เป็นต้น



ภาพที่ 2.18 แสดงทักษะชีวิตและอาชีพ
ที่มา : Partnership for 21st Century Skills. (2009).

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการวิจัยเกี่ยวกับสมองและการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้กระบวนทัศน์ทางการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณญาณ ฯลฯ รวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่าง ๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะเห็นประโยชน์ คุณค่าของการเรียนและสามารถนำไปใช้ประโยชน์โนชีวิตประจำวันได้ ซึ่งเป็นการเตรียมผู้เรียนในการเรียนต่อไปในขั้นสูงขึ้น เกิดการเพิ่มโอกาสการทำงานในอนาคต การเพิ่มมูลค่าและการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

9. กิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์

ความเป็นมาของฟิสิกส์สัประยุทธ์ (YPT)

ฟิสิกส์สัประยุทธ์ (YPT) การแข่งขันทางวิชาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศมอสโกเริ่มขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1979 โดยภาควิชาฟิสิกส์มหาวิทยาลัยมอสโกเป็นผู้ริเริ่มกิจกรรมการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์ขึ้นโดยใช้ชื่อว่า YPT : Young Physicists' Tournament และได้รับความสนใจจากประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ที่ได้รับชมรูปแบบการแข่งขันกิจกรรมข้างต้น จึงมีการปรับให้เป็นการแข่งขันในระดับนานาชาติ โดยใช้ชื่อว่า IYPT : International Young Physicists' Tournament เมื่อปี ค.ศ. 1988 แต่ยังคงจัดกิจกรรมการแข่งขันระดับนานาชาติในประเทศมอสโกจนกระทั่งในปี ค.ศ.1994 จึงเริ่มจัดที่ประเทศเนเธอร์แลนด์และมีการหมุนเวียนไปแข่งขันตามประเทศต่าง ๆ ตามความสมัครใจของประเทศเจ้าภาพ สำหรับประเทศไทยกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์เริ่มจากการที่ผู้อำนวยการโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ ดร.ธงชัย ชิวปรีชา มีความสนใจในรูปแบบของการแข่งขัน จึงได้เข้าร่วมสังเกตการณ์การแข่งขัน International Young Physicists' Tournament : IYPT ครั้งที่ 21 ณ ประเทศโครเอเชีย เมื่อปี พ.ศ. 2551 พร้อมด้วยนายนิทัศน์ ศรีพงษ์พันธ์ ครูฟิสิกส์โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ และดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พนักงานสมทบสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นจึงได้เริ่มเตรียมความพร้อมนักเรียนตัวแทนประเทศไทย ซึ่งคัดเลือกจากนักเรียนในโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ เพื่อส่งเข้าร่วมการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์ระดับนานาชาติ ครั้งที่ 22 ณ ประเทศจีน ในปี พ.ศ.2552 โดยในช่วงเวลาระหว่างนี้ ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ เห็นว่ากิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์เป็นกิจกรรมที่ดี ช่วยกระตุ้น ผลักดันและเป็นกิจกรรมที่จะได้พัฒนาทั้งครูผู้สอนและนักเรียนในการฝึกคิด วิเคราะห์ และทำการทดลองแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ปลายเปิด จึงเสนอให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์นี้ขึ้นในช่วงสัปดาห์วิทยาศาสตร์

เดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2551 โดยตั้งชื่อว่า “ฟิสิกส์สัประยุทธ์ทัพหน้า” (คำว่า "ฟิสิกส์สัประยุทธ์" เสนอโดย ดร.บุรินทร์ อัศวพิภพ) และใช้โจทย์ที่ตั้งขึ้นใหม่ เนื่องจากโจทย์ที่ใช้ในการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์ระดับนานาชาตินั้น มีความซับซ้อนต้องใช้เวลาในการศึกษา ค้นคว้าทดลองค่อนข้างมากไม่เหมาะกับช่วงเวลาที่จัดการแข่งขัน จึงระดมความคิดและตั้งโจทย์ฟิสิกส์สัประยุทธ์ขึ้นเองเพื่อใช้ในการแข่งขันและดึงดูดความสนใจของนักเรียนและครูผู้ควบคุมดูแล ซึ่งจากการจัดกิจกรรมในครั้งนั้นพบว่าครูและนักเรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ทางคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ยังได้จัดการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์ขึ้นในงานจุฬาวิชาการ โดยใช้ชื่อว่า “ฟิสิกส์สัประยุทธ์ทัพหลวง” ซึ่งก็ได้รับความสนใจจากครูและนักเรียนเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน จากจุดนี้ ผู้บริหารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเล็งเห็นว่าการแข่งขันในรูปแบบสัประยุทธ์เป็นกิจกรรมใหม่ที่จะสามารถกระตุ้นให้นักเรียน เกิดความสนใจและมองเห็นการนำความรู้วิชาฟิสิกส์ มาตอบคำถามสิ่งที่พบเห็นหรือสถานการณ์ต่าง ๆ รอบตัวได้

ลักษณะกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์

กิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์ คล้ายการโต้วาทีทางวิชาการในเรื่องของการแก้โจทย์ปัญหาปลายเปิด โดยนักเรียนต้องทำการศึกษา ค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาอธิบาย ออกแบบและทดลองเพื่อหาคำตอบ ในแต่ละทีมจะมีสมาชิกจำนวน 3 - 5 คน ซึ่งทั้ง 3 ทีม จะผลัดกันทำหน้าที่เป็นทั้งผู้นำเสนอ ผู้ซักค้าน ผู้วิพากษ์ และจากการที่โจทย์แต่ละข้อมีคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายขึ้นกับมุมมอง ประสบการณ์และองค์ความรู้เดิมของผู้เรียนนี้เอง จึงทำให้เกิดความยากและความท้าทาย อีกรูปแบบหนึ่งในการแข่งขัน นั่นคือการนำเสนอเพื่อให้ทีมอื่นและกรรมการยอมรับในทฤษฎีและผลการทดลองของทีมตนเอง ต้องฟังข้อคัดค้านจากทีมอื่นและหาเหตุผลมาอธิบายหักล้าง นอกจากนี้ ยังต้องสามารถฟังและจับประเด็นได้ดี เพราะการแข่งขันไม่ได้มีเพียงการนำเสนอแต่ยังมีการซักค้านและการวิพากษ์ ที่ต้องผลัดเปลี่ยนกันทำหน้าที่จนครบทุกทีม กิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์นี้จึงนับเป็นการแข่งขันที่ต้องใช้ความรู้ และทักษะที่หลากหลาย ทั้งการนำทฤษฎีมาแก้โจทย์ ทักษะการคิด การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกับทีม การนำเสนอในเวลาจำกัด การตั้งคำถามและตอบคำถามคำถามตลอดจนไหวพริบในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า แต่ละฝ่ายจะต้องแสดงบทบาทที่แตกต่างกัน ดังนี้ ฝ่ายนำเสนอมีหน้าที่นำเสนอคำตอบของปัญหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ โดยต้องชี้ให้เห็นถึงแนวคิด หลักการทางฟิสิกส์และข้อสรุปที่ได้ เพื่อให้ทีมอื่นและคณะกรรมการยอมรับในทฤษฎีและผลการทดลองของฝ่ายนำเสนอ ฝ่ายซักค้านมีหน้าที่ตั้งคำถามและวิจารณ์ประเด็นต่าง ๆ ที่ฝ่ายนำเสนอได้นำเสนอไป โดยต้องชี้ให้เห็นถึงสิ่งที่อาจคลาดเคลื่อนจากการตีโจทย์ปัญหาหรือจากการนำเสนอคำตอบ นอกจากนี้ต้องวิเคราะห์ข้อเด่นและข้อด้อย ของทั้งคำตอบและการนำเสนอของฝ่ายนำเสนอด้วย ทั้งนี้ฝ่ายซักค้านไม่ควรนำเสนอคำตอบของตัวเอง ในระหว่างการอภิปรายซักค้านฝ่ายวิพากษ์มีหน้าที่ให้คำชี้แนะเกี่ยวกับการแสดงบทบาทของฝ่ายนำเสนอและฝ่ายซักค้าน

ภาพที่ 2.19 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะเกิดกับนักเรียนผ่านกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

บทบาทหน้าที่ของผู้เข้าแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์

ฝ่ายนำเสนอ

1. นำเสนอความคิดรวบยอด ทฤษฎีและหลักการที่เหมาะสมกับปัญหา
2. อธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
3. เลือกใช้คณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของสมการที่เหมาะสม
4. ทำการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกข้อมูลมีความเป็นเหตุเป็นผล หรือมีการสาธิตปรากฏการณ์ได้อย่างเหมาะสม
5. เชื่อมโยงทฤษฎีและผลการทดลองซึ่งนำไปสู่การสรุปผลได้อย่างเหมาะสม
6. แสดงความพยายามที่จะอธิบายสิ่งที่ยากและซับซ้อนของสมการหรือหลักการที่ฟิสิกส์ให้สามารถเข้าใจได้

ฝ่ายซักค้าน

1. ท้าทายความเข้าใจทฤษฎีและหลักการของฝ่ายนำเสนอที่ได้นำเสนอไปแล้ว
2. เข้าใจสมการคณิตศาสตร์ที่ฝ่ายนำเสนอใช้ในการอธิบาย
3. วิจารณ์ประเด็นต่าง ๆ ของการทดลองที่ฝ่ายนำเสนอได้นำเสนอและถามเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อมูลที่ได้
4. แสดงความชื่นชมโดยแสดงให้เห็นจุดอ่อน จุดแข็งของฝ่ายนำเสนอ

ฝ่ายวิพากษ์

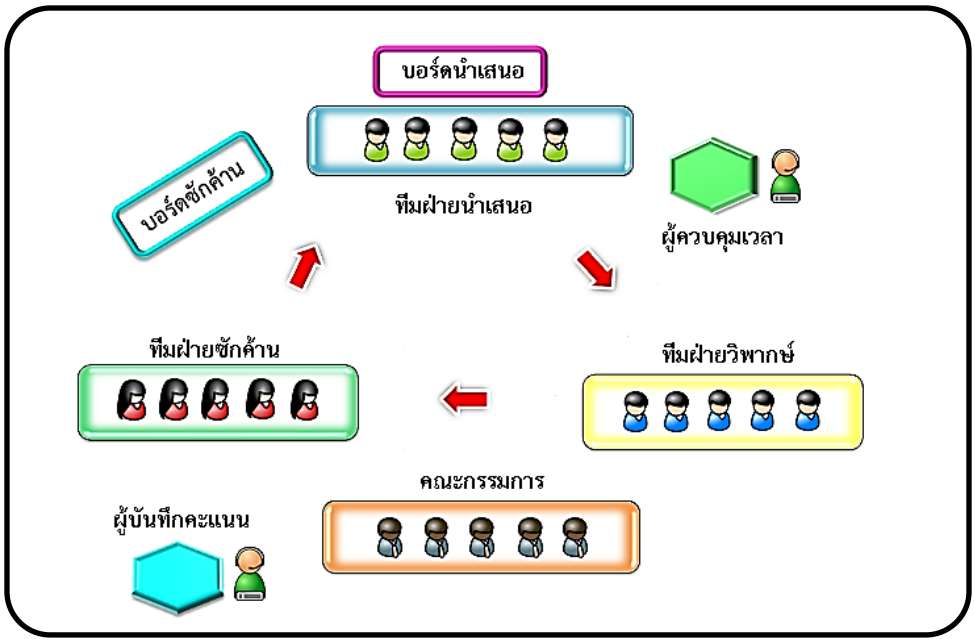
1. สรุปข้อมูลการนำเสนอของฝ่ายนำเสนอและฝ่ายซักค้าน
2. แสดงมุมมองที่สำคัญเกี่ยวกับประเด็นที่ได้นำเสนอโดยเฉพาะประเด็นที่เห็นแย้ง

3. แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับหลักฐานข้อมูล การทดลองที่ไม่ใช่การสังเกตอย่างผิวเผิน และสามารถอธิบายต่อยอดความรู้ในมุมมองที่หลากหลายได้
4. แสดงความคิดเห็นโดยชี้ให้เห็นว่าเข้าใจทฤษฎีและหลักการทางฟิสิกส์ที่ฝ่ายนำเสนอและฝ่ายซักค้านนำมาใช้

การจัดกิจกรรมการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์

กิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์ มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาค้นคว้า ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอคำตอบสำหรับปัญหา โดยรูปแบบการแข่งขันแต่ละทีมจะมีสมาชิก 3 - 5 คน ทำการแข่งขันทั้งหมด 3 รอบ โดยแต่ละทีมจะได้รับบทบาทเป็นฝ่ายนำเสนอ ฝ่ายซักค้านและฝ่ายวิพากษ์แตกต่างกันในแต่ละรอบ ดังนี้

ทีม	รอบที่		
	1	2	3
1	ฝ่ายนำเสนอ	ฝ่ายวิพากษ์	ฝ่ายซักค้าน
2	ฝ่ายซักค้าน	ฝ่ายนำเสนอ	ฝ่ายวิพากษ์
3	ฝ่ายวิพากษ์	ฝ่ายซักค้าน	ฝ่ายนำเสนอ



ภาพที่ 2.20 รูปแบบการจัดกิจกรรมการแข่งขันฟิสิกส์สัประยุทธ์
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

แนวทางการให้คะแนนของกรรมการ

- การให้คะแนนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่
  - คะแนนความรู้ทางฟิสิกส์ 60%
  - คะแนนการนำเสนอ 20%
  - คะแนนการแสดงบทบาทของทีม 20%
- ฝ่ายนำเสนอ ฝ่ายซักค้าน และฝ่ายวิพากษ์ มีคะแนนเริ่มต้น 5 คะแนน
- กรรมการสามารถเพิ่มหรือลดคะแนน จากคะแนนเริ่มต้น 5 คะแนน โดยแบ่งเป็น
  - คะแนนความรู้ทางฟิสิกส์ (±3)
  - คะแนนการนำเสนอ (±1)
  - คะแนนการแสดงบทบาทของทีม (±1)
- ให้คะแนนทีละส่วน โดยเขียนคะแนนลงในช่องสี่เหลี่ยม
- ไม่หักคะแนนในกรณีที่ไม่ตอบคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อมูลการนำเสนอ

ฝ่ายนำเสนอ ควรปฏิบัติหน้าที่ดังนี้

- นำเสนอความคิดรวบยอด ทฤษฎีและหลักการที่เหมาะสมกับปัญหา
- อธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตได้
- ใช้คณิตศาสตร์ที่เหมาะสม
- ใช้เทคนิคการทดลองที่เหมาะสมในการรวบรวมและบันทึกผลการทดลอง (หรือมีการสาธิตปรากฏการณ์ได้อย่างเหมาะสม)
- เชื่อมโยงทฤษฎีกับผลการทดลองอันนำไปสู่การลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล
- แสดงความพยายามที่จะอธิบายสิ่งที่ยากและซับซ้อนให้สามารถเข้าใจได้ง่าย

ฝ่ายซักค้าน ควรปฏิบัติหน้าที่ดังนี้

- ท้าทายความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการของฝ่ายนำเสนอที่ได้นำเสนอไปแล้ว
- เข้าใจคณิตศาสตร์ที่ฝ่ายนำเสนอใช้
- วิจารณ์ประเด็นต่าง ๆ ของการทดลองที่ฝ่ายนำเสนอใช้และถามเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อมูลที่ได้
- วิจารณ์ประเด็นต่าง ๆ ของการทดลองที่ฝ่ายนำเสนอใช้และถามเกี่ยวกับความถูกต้องของข้อมูลที่ได้

- แสดงให้เห็นจุดอ่อน จุดแข็งของฝ่ายนำเสนอ

ฝ่ายวิพากษ์ ควรปฏิบัติหน้าที่ดังนี้

- จับประเด็น/สรุปข้อมูลการนำเสนอของฝ่ายนำเสนอและฝ่ายค้าน
- แสดงมุมมองที่สำคัญต่อการนำเสนอโดยเฉพาะประเด็นที่เห็นแย้ง
- แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการหาหลักฐานข้อมูลการทดลองที่ไม่ใช้การสังเกตอย่างผิวเผิน ชี้ประเด็นสำคัญทางฟิสิกส์ที่ขาดหายไปในการรายงานและการอภิปรายของผู้นำเสนอและผู้ซักค้าน
- ใช้ความคิดเห็นที่แสดงถึงความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางฟิสิกส์ที่ฝ่ายนำเสนอและฝ่ายซักค้านนำมาใช้

ตารางที่ 2.3 แนวทางการให้คะแนนของคณะกรรมการ

ฝ่ายนำเสนอ	ฝ่ายซักค้าน	ฝ่ายวิพากษ์
ความรู้ฟิสิกส์ (±3) ..... - ความถูกต้องทางฟิสิกส์ - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลตามการทดลอง - ความถูกต้องของคำตอบ **การนำเสนอ(±1) .....** - ชัดเจน เข้าใจง่าย - บุคลิกภาพเหมาะสม/ไม่ก้าวร้าว - ความประทับใจ/น่าสนใจ **ผู้นำเสนอ (±1) .....** - คุณภาพของเทคนิคการทดลอง - ลำดับการนำเสนอ - การอธิบายสูตรและสัญลักษณ์	**ความรู้ฟิสิกส์ (±3).....** - ความถูกต้องทางฟิสิกส์ - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลตามการทดลอง - ความถูกต้องของคำตอบ **การนำเสนอ(±1) .....** - ชัดเจน เข้าใจง่าย - บุคลิกภาพเหมาะสม/ไม่ก้าวร้าว - ความประทับใจ/น่าสนใจ **ผู้ซักค้าน (±1) .....** - การตอบสนองต่อทฤษฎี/การทดลองของฝ่ายนำเสนอ - ชี้จุดแข็งและจุดอ่อนของทฤษฎี/การทดลองของฝ่าย	**ความรู้ฟิสิกส์ (±3) .....** - ความถูกต้องทางฟิสิกส์ - กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลตามการทดลอง - ความถูกต้องของคำตอบ **การนำเสนอ(±1) .....** - ชัดเจน เข้าใจง่าย - บุคลิกภาพเหมาะสม/ไม่ก้าวร้าว - ความประทับใจ/น่าสนใจ **ผู้วิพากษ์ (±1) .....** - แจกแจงรายละเอียด/วิพากษ์การรายงานของฝ่ายนำเสนอและการอภิปรายของทั้งสอง

ฝ่ายนำเสนอ	ฝ่ายซักค้าน	ฝ่ายวิพากษ์
- ความเหมาะสมของแบบจำลองและความถูกต้องของหน่วย - การใช้สไลด์/ชุดสาธิต/เสียง/วีดีโอ - การอ้างอิงที่เหมาะสม - ความแปลกใหม่ของการศึกษา - การมีส่วนร่วมในการอภิปราย	นำเสนอ - อภิปรายประเด็นสำคัญทางฟิสิกส์ที่ขาดหายไปในการศึกษา - ใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับโจทย์/ประเด็นศึกษา - เปิดโอกาสให้ฝ่ายตรงกันข้ามมีส่วนร่วมในการอภิปราย	ฝ่าย - ขยายความคิดเห็นของตนเองต่อการรายงานและการอภิปราย - ใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับโจทย์/ประเด็นศึกษาของผู้นำเสนอและผู้ซักค้าน - ถามคำถามต่อผู้นำเสนอและผู้ซักค้าน - ชี้ประเด็นสำคัญทางฟิสิกส์ที่ขาดหายไปในการรายงานและการอภิปรายของผู้นำเสนอและผู้ซักค้าน

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า ฟิสิกส์สัประยุทธ์ (Young Physicist's Tournament) เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาค้นคว้า ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำเสนอคำตอบสำหรับปัญหาเหล่านั้น ด้วยข้อมูลเชิงทฤษฎีและเชิงการทดลองที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการอภิปรายในทางวิทยาศาสตร์ขึ้นในระหว่างการประลองแข่งขัน (Physics Fight) ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนกล้าคิดกล้าแสดงออกในทางวิทยาศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ร่วมอภิปรายหลักการ กฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์อย่างมีเหตุมีผล

10. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้ของครูว่าประสบผลสำเร็จมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความหมายและองค์ประกอบดังนี้

บลูม (Bloom. 1976 : 18-23 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2555 : 99-101) กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นการทดสอบความสามารถเกี่ยวกับด้านเนื้อหาโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ด้านดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) เป็นความสามารถที่นักเรียนเก็บและระลึกถึงเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้รับจากการสั่งสอนอบรมมาใช้ได้เป็นลักษณะที่นักเรียนแสดงออกในรูปของการจำและระลึกเรื่องราวนั้น ๆ ได้

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถที่แสดงออกในลักษณะของการถ่ายทอดสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้มาด้วยการเขียนหรือการกระทำใด ๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจได้

3. ด้านการนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถที่นักเรียนนำเอาความรู้ ความเข้าใจจากสิ่งที่ได้รับการอบรมสั่งสอนบวกกับประสบการณ์ต่าง ๆ ของตนไปใช้ในสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองที่คล้ายคลึงกัน

4. ด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกให้เห็นได้ด้วยการสามารถแยกแยะเรื่องราวเหตุการณ์ผลลัพธ์ผลรวมของปรากฏการณ์ใด ๆ ที่ประจักษ์อยู่นั่นว่าเกิดจากหรือประกอบจากส่วนย่อยต่าง ๆ อะไรบ้างสามารถวิเคราะห์บางส่วนที่สำคัญของเรื่องราวได้มองเห็นความสัมพันธ์เกี่ยวโยงของปลีกย่อยของสิ่งที่เรียนรู้ เป็นต้น

5. ด้านสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นความสามารถที่นักเรียนนำเอาสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนมาร้อยเรียงจัดระเบียบใหม่ให้เกิดเป็นโครงสร้างเรื่องราวใหม่ที่แปลกกว่าเดิม มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมเป็นลักษณะของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์นั่นเอง

6. ด้านการประเมินค่า (Evaluation) เป็นพฤติกรรมทางปัญญาที่สูงที่สุด ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถที่นักเรียนวินิจฉัยเรื่องราวต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ดีควรปฏิบัติหรือไม่ควรปฏิบัติเหมาะสมหรือไม่เหมาะสม เป็นการใช้วิจารณญาณขั้นสูงนั่นเอง

ปนัดดา โภคพิพัฒน์. (2553 : 37) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด

สุทธภา บุญแซม. (2553 : 44) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

นับ บริกล. (2554 : 64) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ลักษณะและความสามารถของบุคคล ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลซึ่งเกิดจากการเรียนรู้หรือฝึกฝน ทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ

ธิดารัตน์ ศักดิ์สุจริต. (2555 : 66) ได้สรุปไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่ได้ศึกษาหรือได้รับการอบรมมาแล้วของการเรียนการสอนหรือความสามารถที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้

และทักษะที่เกิดจากการได้รับการฝึกอบรมในเรื่องนั้นมาแล้ว โดยให้ผลรวมของคะแนนแทนความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

ประนอม เมตตาวาสี. (2555 : 60) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความรู้ความสามารถและทักษะที่นักเรียนได้จากการเรียนการสอนทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน สภาพแวดล้อมและแหล่งอื่น ๆ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นริศรา คณานันท์. (2555 : 38) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะความสามารถและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนและเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สุธีรา แก้วบุญเรือง. (2555 : 48) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมองหรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลสามารถวัดได้ด้วยการทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556 : 17) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เกิดแก่นักเรียน โดยใช้สมองเป็นกลไกในการเรียนรู้และจดจำโดยการนำเอามวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนและจากการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ มาใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันได้อย่างมีเหตุมีผล

วัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556 : 47). สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้หรือทักษะซึ่งเกิดขึ้นจากการทำงานที่ประสานกันและต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบด้านสติปัญหาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกมาในรูปของความสำเร็จ สามารถวัดได้โดยใช้แบบทดสอบหรือคะแนนที่ได้จากการวัดประเมินผล

สายชล สิมสิน. (2559 : 120) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน ซึ่งบลูมได้จำแนกวัตถุประสงค์การเรียนให้เกิดผลสัมฤทธิ์ 3 ด้านคือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านปัญญา คือ ความรู้และการคิด

2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านความรู้สึกตัว ความสนใจ เจตคติ ความซาบซึ้งการปรับตัว เป็นต้น

3. ด้านทักษะพิสัย (Phychomotor Domain) เป็นวัตถุประสงค์มุ่งพัฒนาการเรียนของนักเรียนด้านทักษะ คือความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน เช่น การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและแม่นยำ เป็นต้น

วิลสัน. (Wilson 1971 : 643 - 696) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนและได้จำแนก

พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนระดับประถมศึกษาออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ความรู้ความจำด้านการคิด (Knowledge) ความเข้าใจ (Comprehension) การนำไปใช้ (Application) และการวิเคราะห์ (Analysis)

จากการศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยต่าง ๆ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถของนักเรียนที่จะเรียนรู้ทำความเข้าใจ ในเนื้อหาสาระและประสบการณ์จากการเรียนรู้ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนแสดงออกมาทางพฤติกรรมการกระทำการแสดงความคิดเห็นที่เปลี่ยนแปลงไปหลังจากได้เรียนรู้หรือได้ลงมือปฏิบัติจริง สามารถวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นเป็นสิ่งที่ถือว่าสำคัญ เพราะว่าลักษณะของการวัดแต่ละแบบก็จะมีความเหมาะสมกับการวัดข้อมูลแต่ละอย่างเช่นกัน หากเลือกใช้แบบวัดที่เหมาะสมข้อมูลที่ได้ย่อมมีความถูกต้อง นักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านได้แบ่งประเภทของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี. (2558 : 73 – 79) กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบด้านพุทธิพิสัยว่าโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัย หมายถึงแบบทดสอบที่ถามให้ตอบยาว ๆ แสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง ประเภทที่สอง คือ แบบทดสอบปรนัย หมายถึง แบบทดสอบประเภทถูก – ผิด จับคู่เติมคำและเลือกตอบ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของแบบทดสอบได้แก่

1. จำแนกตามกระบวนการในการสร้างจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราวเพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถทางวิชาการของเด็ก

1.2 แบบทดสอบมาตรฐานเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อนมากกว่าแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น เมื่อสร้างขึ้นแล้วมีการนำไปทดลองสอบและนำผลมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดีมีความเป็นมาตรฐาน

2. จำแนกตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ความสามารถทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้ว่ามีมากน้อยเพียงใด

2.2 แบบทดสอบความถนัด เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถที่เกิดจากการสะสมประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาในอดีต

3. จำแนกตามรูปแบบคำถามและวิธีการตอบจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบอัตนัย มีจุดมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนได้ตอบยาว ๆ แสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่

3.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบสอบถามที่ถามให้นักเรียนตอบสั้น ๆ ในขอบเขตจำกัด คำถามแต่ละข้อวัดความสามารถเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว นักเรียนไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย

4. จำแนกตามลักษณะการตอบจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

4.1 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ เช่น ข้อสอบวิชาพลศึกษาให้แสดงท่าทางประกอบเพลง วิชาประดิษฐ์ให้ประดิษฐ์ของใช้ด้วยเศษวัสดุ การให้คะแนนจากการทดสอบประเภทนี้ ครูต้องพิจารณาทั้งด้านคุณภาพของผลงาน ความถูกต้องของวิธีปฏิบัติ รวมทั้งความคล่องแคล่วและปริมาณของผลงานด้วย

4.2 แบบทดสอบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่ใช้การเขียนตอบทุกชนิด

4.3 แบบทดสอบด้วยวาจา เป็นแบบทดสอบที่ใช้การโต้ตอบด้วยวาจา

5. จำแนกตามเวลาที่กำหนดให้ตอบจำแนกได้ 2 ประเภท

5.1 แบบทดสอบวัดความเร็ว เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดทักษะความคล่องแคล่วในการคิด ความแม่นยำในความรู้เป็นสำคัญมักมีลักษณะค่อนข้างง่ายแต่ให้เวลาในการทำข้อสอบน้อย นักเรียนต้องแข่งขันกันตอบใครที่ทำเสร็จก่อนและถูกต้องมากที่สุดถือว่ามีประสิทธิภาพสูงกว่า

5.2 แบบทดสอบวัดประสิทธิภาพสูงสุด แบบทดสอบลักษณะนี้มีลักษณะค่อนข้างยากและให้เวลาทำมาก

6. จำแนกตามลักษณะและโอกาสในการใช้จำแนกได้ 2 ประเภท คือ

6.1 แบบทดสอบย่อย เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อคำถามไม่มากนักมักใช้สำหรับประเมินผลเมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยย่อย โดยมีจุดประสงค์หลักคือเพื่อปรับปรุงการเรียนเป็นสำคัญ

6.2 แบบทดสอบรวม เป็นแบบทดสอบที่ถามความรู้ความเข้าใจรวมหลาย ๆ เรื่อง หลาย ๆ เนื้อหา หลาย ๆ จุดประสงค์ มีจำนวนมากข้อมักใช้ตอนสอบปลายภาคเรียนหรือปลายปีการศึกษา

7. จำแนกตามเกณฑ์การนำผลจากการสอบวัดไปประเมินจำแนกได้ 2 ประเภท คือ

7.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดระดับความรู้พื้นฐานและความรู้ที่จำเป็นในการบ่งบอกถึงความรอบรู้ของนักเรียนตามวัตถุประสงค์

7.2 แบบทดสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบทดสอบที่มุ่งนำผลการสอบไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นในกลุ่มที่ใช้ข้อสอบเดียวกันว่าใครมีความสามารถเหนือใครเพียงใด เหมาะสำหรับใช้เพื่อการสอบที่มีการแข่งขันกันมากกว่าเพื่อการจัดการเรียนรู้

8. จำแนกตามสิ่งเร้า จำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือ

8.1 แบบทดสอบทางภาษา ได้แก่ การใช้คำพูดหรือตัวหนังสือไปเร้าให้นักเรียนตอบโดยการพูดหรือเขียนออกมา

8.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช้ภาษา ได้แก่ การใช้รูปภาพกิริยาท่าทางหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ไปเร้าให้นักเรียนตอบสนอง

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553 : 442) กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า แบบทดสอบที่ใช้กันโดยทั่วไปอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้วยกระบวนการหรือวิธีการที่ซับซ้อน แล้วมีการนำไปทดลองสอบ วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติหลายครั้งเพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพดีมีความเป็นมาตรฐาน แบบทดสอบมาตรฐานมีหลายชนิดขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบว่าต้องการจะวัดสิ่งใดและมักจะใช้ชื่อของแบบทดสอบตามสิ่งที่ต้องการวัด เช่น แบบทดสอบเชาว์ปัญญา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัด และแบบทดสอบบุคลิกภาพ เป็นต้น

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเฉพาะคราวเพื่อใช้ทดสอบผลสัมฤทธิ์และความสามารถทางวิชาการของผู้เรียน นิยมนำมาใช้ในสถานศึกษา แบบทดสอบประเภทนี้ไม่มีการวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนั้นแบบทดสอบประเภทนี้จึงยังไม่อาจรับรองคุณภาพได้

2.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) แบบทดสอบประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้ตอบได้ตอบยาว ๆ แสดงความคิดเห็นเต็มที่ ผู้สอบมีความรู้ในเนื้อหานั้นมากน้อยเพียงไรก็เขียนออกมาให้หมดภายในเวลาที่กำหนดให้

2.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็น แบบทดสอบที่มุ่งให้ผู้สอบตอบคำถามสั้น ๆ ในแต่ละข้อวัดความสามารถเพียงเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ได้แก่ แบบทดสอบแบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 แบบถูกผิด (True - False)

2.2.2 แบบเติมคำ (Completion)

2.2.3 แบบจับคู่ (Matching)

2.2.4 แบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

พิชิต ฤทธิ์จำรูญ. (2555 : 96) และสว่าง พิมพิชัย. (2557 : 121) กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีด้วยกัน 2 ประเภท ดังนี้

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กับนักเรียนทั่วไปในสถานศึกษาที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้ 2 ชนิด

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบที่กำหนดคำถามหรือปัญหา แล้วให้ผู้เรียนเขียนคำตอบโดยแสดงความรู้ ความคิด เจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนตอบคำถามสั้น ๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสได้แสดงความรู้ ความคิดอย่างกว้างขวาง เหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งหวังผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จนมีคุณภาพได้มาตรฐาน

สรุปได้ว่าแบบทดสอบที่ใช้ในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิดแต่ละชนิดก็มีจุดมุ่งหมายและขีดความสามารถในการทดสอบแตกต่างกัน ดังนั้นในการนำแบบทดสอบไปใช้ต้องระมัดระวังว่าเลือกใช้แบบทดสอบได้ถูกต้องเหมาะสมกับสิ่งที่เราต้องการหรือไม่ การจำแนกประเภทของแบบทดสอบ จึงช่วยให้สามารถเข้าใจและเลือกใช้แบบทดสอบได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ส่วนการจำแนกแบบทดสอบสามารถทำได้หลายแบบขึ้นอยู่กับผู้จำแนกว่าจะยึดถืออะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบให้มีคุณภาพ สามารถปรับปรุงได้โดยฝึกเขียนข้อสอบและได้รับการวิจารณ์และข้อเสนอแนะ ครูต้องเข้าใจทั้งจุดประสงค์และเนื้อหาที่จะวัด ต้องรู้ถึงกระบวนการคิดในการปฏิบัติงานของนักเรียน รู้ระดับความสามารถในการอ่าน การใช้ศัพท์ของนักเรียน รู้จักลักษณะเด่นและข้อบกพร่องของข้อสอบแต่ละชนิดเพื่อจะนำไปใช้ให้เหมาะสม

1. ข้อสอบควรใช้ประเมินจุดประสงค์ที่สำคัญของการสอนที่สามารถสอบวัดได้ โดยใช้แบบทดสอบที่เป็นข้อเขียน

2. ข้อสอบควรสะท้อนให้เห็นทั้งจุดประสงค์ที่เป็นเนื้อหาและจุดประสงค์ที่เป็นกระบวนการสำคัญที่เน้นในหลักสูตร

3. ข้อสอบควรจะสะท้อนให้เห็นทั้ง จุดประสงค์ในการวัด เช่น วัดประเมินความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือวัดเพื่อแยกแยะผู้ที่ได้เรียนรู้

4. ข้อสอบควรมีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้อ่านและมีความยาวที่พอเหมาะ

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2555 : 99-101) ให้แนวการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง

4. เขียนข้อสอบ

5. ตรวจทานข้อสอบ

6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง

7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554 : 30) ได้ให้หลักการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ ดังนี้

1. ต้องนิยามพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้ชัดเจน

2. ควรสร้างแบบทดสอบวัดให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด

3. แบบทดสอบที่สร้างขึ้น ควรจะวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่เป็นตัวแทนของกิจกรรมการเรียนรู้โดยจะต้องกำหนดตัวชี้วัดและขอบเขตของผลการเรียนรู้ที่จะวัดแล้วจึงเขียนข้อสอบตามตัวชี้วัด

4. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นควรประกอบด้วยข้อสอบชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด

5. ควรสร้างแบบทดสอบโดยคำนึงถึงแผนหรือวัตถุประสงค์ของการนำผลการทดสอบไปใช้ประโยชน์ จะได้เขียนข้อสอบให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และทันใช้ตามแผนที่กำหนดไว้

บลูม. (Bloom. 1976 : 18-23 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2555 : 99-101) ให้ลำดับขั้นของความรู้ที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ความคิดไว้ 6 ขั้น คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง การระลึกหรือท่องจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วโดยตรง ในขั้นนี้รวมถึงการระลึกถึงข้อมูลข้อเท็จจริงต่าง ๆ ไปจนถึงกฎเกณฑ์ทฤษฎีจากตำรา ดังนั้นขั้นความรู้ความจำจึงจัดได้ว่าเป็นขั้นต่ำสุด

2. ความเข้าใจ หมายถึงความสามารถที่จะจับใจความสำคัญของเนื้อหาที่ได้เรียนหรืออาจแปลความจากตัวเลขการสรุปการย่อความต่าง ๆ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นขั้นที่สูงกว่าการท่องจำตามปกติอีกขั้นหนึ่ง

3. การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถที่จะนำความรู้ที่นักเรียนได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ดังนั้นในขั้นนี้จึงรวมถึงความสามารถในการเอากฎมโนทัศน์หลักสำคัญ วิธีการนำไปใช้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่านักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดีเสียก่อน จึงจะนำความรู้ไปใช้ได้ ดังนั้นจึงจัดอันดับให้สูงกว่าความเข้าใจ

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะแยกแยะเนื้อหาวิชาลงไปเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ เหล่านั้นเพื่อที่จะได้มองเห็นหรือเข้าใจความเกี่ยวโยงต่าง ๆ ในขั้นนี้จึงรวมถึงการแยกแยะ

หาส่วนประกอบย่อย ๆ หาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นต้องเข้าใจทั้งเนื้อหาและโครงสร้างของบทเรียน

5. การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถที่จะนำเอาส่วนย่อย ๆ มาประกอบกันเป็นสิ่งใหม่ การสังเคราะห์จึงเกี่ยวกับการวางแผนการออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน การแก้ปัญหาที่ยาก ๆ ในระดับนี้เป็นการเน้นพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ในอันที่จะสร้างแนวคิดหรือแบบแผนใหม่ ๆ ขึ้นมา ดังนั้น การสังเคราะห์เป็นสิ่งที่สูงกว่าการวิเคราะห์อีกขั้นหนึ่ง

6. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น คำพูด นวนิยาย บทกวี หรือรายงานการวิจัย การตัดสินใจดังกล่าวจะต้องวางอยู่บนเกณฑ์ที่แน่นอน เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะเป็นสิ่งที่นักเรียนคิดขึ้นมาเองหรือนำมาจากที่อื่นก็ได้ การเรียนรู้ในขั้นนี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ขั้นสูงสุดของความรู้ความคิด

สรุปได้ว่า หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ควรสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ตรงตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ให้ครบทุกจุดประสงค์ เน้นการวัดความสามารถในการใช้ความรู้ให้เป็นประโยชน์ คำนึงถึงขีดจำกัดของข้อสอบตั้งคำถามให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาที่สอบ มีความชัดเจนในข้อคำถามและการให้คะแนน นอกจากนี้ข้อสอบควรจะมีความยากง่ายพอเหมาะและมีเวลาในการสอบที่มากพอ

ประโยชน์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชุติมา วันดี. (2556 : 25) ได้สรุปถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

1. ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม
2. ใช้สำหรับปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
3. ให้แยกประเภทนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตามความสามารถ
4. ใช้ในการวินิจฉัยสมรรถภาพเพื่อให้ได้รับการช่วยเหลือได้ตรงจุด
5. ใช้เปรียบเทียบความงอกงาม
6. ใช้ตรวจสอบประสิทธิภาพของการเรียน
7. ใช้พยากรณ์ความสำเร็จในการศึกษา
8. ใช้ในการแนะแนว
9. ใช้ในการประเมินผลการศึกษา
10. ใช้ในการศึกษาค้นคว้าวิจัย

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีประโยชน์ต่อนักเรียนในด้านการให้ความช่วยเหลือการพัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ตรงจุด ใช้ในการตรวจสอบพัฒนาการในการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีมากขึ้นเพียงใดและในด้านใด

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ พฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียน ซึ่งผู้ศึกษาสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยประเมินจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น

11. ความคงทนในการเรียนรู้และระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้

ความคงทนในการเรียนรู้ (Retention) มีความจำเป็นและสำคัญมากสำหรับวิทยาศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิชาวิทยาศาตร์ต้องใช้ความรู้เดิมเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากกฎ ทฤษฎี หลักการต่าง ๆ รวมถึงเนื้อหาสาระมีความต่อเนื่องไปตามลำดับ ความคงทนในการเรียนรู้ช่วยให้เกิดการจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้และสามารถนำองค์ความรู้และประสบการณ์ไปใช้แก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ หรืออาจกล่าวได้ว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเรียนรู้จากพื้นฐานสู่การเชื่อมโยง จากความสำคัญดังกล่าวความคงทนในการเรียนรู้ถือเปนองค์ประกอบหนึ่งของขีดความสามารถในการจดจำ จากการศึกษารวบรวมแนวคิดของนักการศึกษาหลายคน สามารถสรุปความสัมพันธ์เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้ในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ ความหมายของความคงทนในการเรียนรู ประเภทของความคงทน (ระบบความจำ) ทฤษฎีความจำ ปจจัยที่มีอิทธิพลตอความจำ การวัดความคงทนในการเรียนและระยะเวลาที่ใชวัดความคงทนในการเรียนรู

ความหมายของความคงทนในการเรียนรู

ในการศึกษาความหมายของความคงทนในการเรียนรูไดมีนักการศึกษาหลายทานใหความหมายไวดังนี้

รักษ์สิริ แพงป้อง. (2554 : 51) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู หมายถึง ความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งเร้าที่เคยเรียนหรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว หลังจากได้ทิ้งระยะไว้ชั่วระยะหนึ่ง

ศนิตา สร้อยแสง. (2554 : 47) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู คือ ความสามารถของสมองของแต่ละบุคคลในการระลึกถึงประสบการณ์ในการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ทำการสะสมไว้และสามารถถ่ายทอดออกมาได้ เมื่อผ่านช่วงเวลาระยะหนึ่ง

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556 : 82) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู คือ ความสามารถในการระลึกถึงเนื้อหาวิชาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่เคยได้เรียนรู้หรือเคยมีประสบการณ์มา เมื่อเวลาผ่านไปได้ระยะหนึ่งหากมีสถานการณ์ที่จำเป็นต้องนำมาใช้

นภัสสร ชะปูแสน. (2557 : 67) กล่าวว่า ความคงทนในการเรียนรู หมายถึง ความสามารถของสมองในการเก็บสิ่งที่เรียนรูมา หรือจากประสบการณที่รับรูมาแลว หลังจากทิ้งไวระยะเวลาหนึ่ง สามารถระลึกไดหรือคนความาใช ในสถานการณที่จำเปน ซึ่งความคงทนก็คือความจำของผูเรียนนั่นเอง

วันวิสา กองเสน. (2558 : 34) กล่าวว่า ความคงทนทางการเรียน หมายถึงการคงไว้ซึ่งประสบการณ์หรือความสามารถที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์หลังจากทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง

ศุภพงษ์ เนียมเที่ยง. (2558 : 44) กล่าวว่า ความคงทนทางการเรียน หมายถึง ความจำที่สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้เมื่อต้องการ เป็นการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ไว้ในสมองอย่างเป็นระบบ สามารถระลึกได้ซึ่งความรู้หรือประสบการณ์ โดยสามรถนำความรู้ที่มีมาใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์และเวลา

กล่าวโดยสรุป ความคงทนในการเรียนรู้ คือ ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เป็นกระบวนการที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเดิมไปเป็นพฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวร หลังจากทิ้งช่วงระยะเวลาไประยะหนึ่งแล้ว โดยสามรถนำความรู้ที่มีมาปรับใช้ได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ที่พบเจอ ทั้งนี้จะแสดงออกมาในรูปแบบของการระลึกได้ (Recall) หรือการจำได้ (Recognition)

ประเภทของความคงทน (ระบบความจำ)

แอตคินสันและชิฟฟริน. (Atkinson and Shiffrin. 1968 อ้างถึงใน จิราพร สุขกรง. 2553 : 26-27) ได้อธิบายธรรมชาติระบบความจำของมนุษย์ (Human Memory System) โดยกล่าวว่า ระบบความจำของมนุษย์ประกอบไปด้วย 3 ส่วน ดังนี้

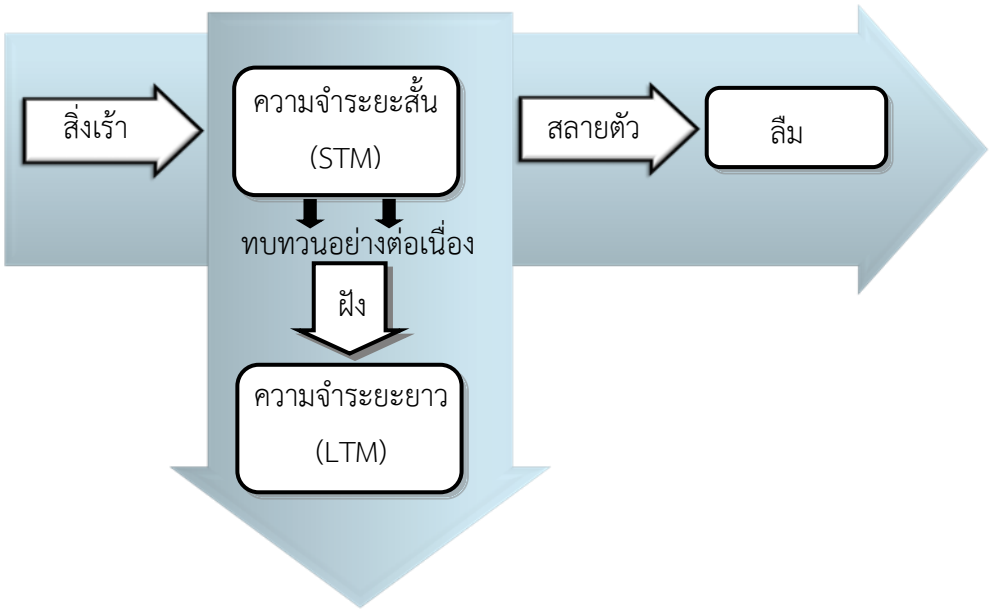
1. ความจำจากการรูสึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง การคงอยู่ของความรูสึกสัมผัสหลังจากเสนอสิ่งเร้าสิ้นสุดลง การสัมผัสด้วยอวัยวะรับสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ หู ตา จมูก ลิ้นและผิวหนังหรือสวนใดสวนหนึ่ง

2. ความจำระยะสั้น (Short - Term Memory) เขียนย่อว่า STM คือความจำหลังการเรียนรูเปนความจำที่คงอยูในระยะเวลาสั้น ๆ ที่ตั้งใจจำหรือใจจดจอตอสิ่งนั้นเทานั้น เมื่อไมไดใสใจในสิ่งเหล่านั้นแลวความจำก็จะเลือนหายไป

3. ความจำระยะยาว (Long - Term Memory) เขียนย่อว่า LTM หมายถึงความจำที่คงทนถาวรมากกว่าความจำระยะสั้น ไมวาจะทิ้งระยะไวเนิ่นนานเพียงใดถาเมื่อตองการรื้อฟนความจำนั้น ๆ จะระลึกออกมาไดทันทีและถูกต้อง ระบบความจำระยะยาวนี้เปนระบบความจำที่มีคุณคายิ่งเปนความหมายหรือความเขาใจในสิ่งที่ตนรูสึก เปนการตีความ จึงขึ้นอยูกับประสบการณเดิม ความสนใจและความเชื่อของแตละคน

ดังนั้นการเรียนรู้ที่ดีและความสารถในการจดจำข้อมูลได้มากและระยะเวลานาน ก็คือผู้เรียนต้องใจจดจ่อหรือเอาใจใส่ต่อบทเรียนนั้นตั้งแต่เริ่มเรียนจนสิ้นสุดการเรียน เพราะบทเรียนนั้นจะผ่านเข้าไปและจัดระบบเป็นความจำระยะสั้น (STM) โดยความจำนี้จะคงอยู่และจัดระเบียบข้อมูล

เป็นความจำที่คงทนถาวรที่สุด จึงเป็นความจำระยะยาว (LTM) เนื่องด้วยเป็นการรับรู้จากประสบการณ์เดิมด้วยความเอาใจใส่และตั้งใจของผู้เรียน ซึ่งควรทำให้เกิดขึ้นเสมอในการเรียนรู้ โดยแอตคินสันและชิฟฟริน ได้สร้างทฤษฎีความจำเพื่ออธิบายความจำต่าง ๆ ในความจำระยะสั้น (STM) และความจำระยะยาว (LTM) มีชื่อเรียกกันว่าทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ (Two Process Theory of memory) มีใจความว่า STM เป็นความจำชั่วคราว สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวนตลอดเวลา มิฉะนั้นความจำสิ่งนั้นก็จะสลายตัว สิ่งของที่เราจะจดจำไว้ในความจำระยะสั้น จึงมีจำกัด การทบทวนป้องกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจากความจำระยะสั้น ถ้าเราจำสิ่งใดไว้ในความจำระยะสั้นเป็นระยะเวลายิ่งนาน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวมากขึ้น สิ่งที่เราจำไว้ในความจำระยะยาว ก็จะมีสภาพความจำที่คงทนถาวร นั้นก็คือความคงทนในการจำหรือความคงทนในการเรียนรู้ ซึ่งอาจแสดงกระบวนการของความจำระยะสั้นกับกระบวนการความจำระยะยาวได้ความสัมพันธ์ตามภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.21 ทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ (Two Process Theory of memory)
ที่มา : แอตคินสันและชิฟฟริน. (Atkinson and Shiffrin. 1997 อ้างถึงใน วันวิสา กองเสน. 2558 : 36)

กล่าวโดยสรุป ประเภทของความคงทนหรือความจำ ไดแบ่งความจำออกเป็น 2 ชนิด โดยระบบความจำนั้นเริ่มแรกเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกสัมผัสรับประสบการณ์ใหม่ ส่งผ่านกระบวนการรับรู้เข้าสู่สมองและสมองนั้นจะเก็บรวบรวมและจดจำสิ่งนั้นไว้เป็นความจำระยะสั้น เมื่อมีการทบทวนความรู้นั้นบ่อย ๆ ความจำก็จะฝังตัวเป็นความจำที่คงทนถาวรสามารถรื้อฟื้นหรือจดจำได้ แต่ถ้าไม่มีการทบทวนความจำระยะสั้นก็จะสลายตัวไป

ทฤษฎีความจำ

แอตคินสันและชิฟฟริน (Atkinson and Shiffrin. 1997 : 71-72 อ้างถึงใน วันวิสา กองเสน. 2558 : 36) ไดกลาวถึงทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการ ซึ่งมีใจความวาความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว สิ่งใดก็ตามถาอยูในความจำระยะสั้นตองไดรับการทบทวน ทุกสิ่งที่เราพบเจอจะเขามาอยู่ในความจำระยะสั้น ดังนั้นจำนวนสิ่งของที่เราจะจำไดในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด เชน ถาเป็นชื่อคนเราอาจจดจำไดเพียง 3 ถึง 4 ชื่อในชวงระยะเวลาหนึ่ง ทั้งนี้การทบทวนช่วยปองกันไม่ให้ความจำสลายตัวไปจากความจำระยะสั้น และสิ่งใดก็ตามถาอยู่ในความจำระยะสั้นเป็นระยะเวลานานยิ่งนานเทาใด สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝงตัวในความจำระยะยาวมากยิ่งขึ้น ถาเราจำสิ่งใดไวในความจำระยะยาวสิ่งนั้นก็จะติดอยู่ในความจำตลอดไปกลายเป็นความจำที่ถาวร ซึ่งสามารถที่จะรื้อฟนขึ้นมาได้ ซึ่งความจำระยะยาวที่กลาวถึงในทฤษฎีความจำ 2 กระบวนการก็คือ ความคงทนในการเรียนรูนั่นเอง สวนชวงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝงตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการจำนั้นจะใชเวลาประมาณ 14 วัน หรือ 2 สัปดาห

กาเย่. (Gagne. 1994 : 27-36) ไดอธิบายขั้นตอนของกระบวนการเรียนรูและการจำ พอสรุปไดดังนี้

1. การจูงใจ (Motivation Phase) เป็นการชักจูงใหผู้เรียนอยากเรียนรู

2. การทำความเขาใจ (Apprehending Phase) เป็นขั้นที่ผู้สามารถเขาใจสถานการณที่เป็นสิ่งเร้า

3. การเรียนรูปรุงแต่งสิ่งที่เรียนรูไวเป็นความจำ (Acquisition Phase) ขั้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นความสามารถอย่างใหม่เกิดขึ้น

4. ความสามารถในการสะสมสิ่งเร้าเก็บไวในความจำ (Retention Phase) ขั้นนี้เป็นการนำสิ่งที่เรียนรูไปเก็บไวในสวนของความจำชวงเวลาหนึ่ง

5. การรื้อฟน (Recall Phase) ขั้นนี้เป็นการเอาสิ่งที่เรียนรูไปแลวและเก็บเอาไวนั้นออกมาใชในลักษณะของการกระทำที่สังเกตได

6. การสรุปหลักการ (Generalization Phase) ขั้นนี้เปนความสามารถที่ใชในสิ่งที่เรียนรูแลวไปประยุกตกับสิ่งเราใหมที่ประสบมา

7. การลงมือปฏิบัติ (Performance Phase) เปนการแสดงพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการเรียนรู

8. การสรางผลยอนกลับ (Feedback Phase) ขั้นนี้ผูรับทราบผลการเรียนรูถาขั้นทำความเข้าใจและการเรียนรูไมดีขั้นการจำก็จะลดลงหรือจำไมไดเลย

จากกระบวนการเรียนรูแสดงใหเห็นวาคนเราจะจำสิ่งที่เรียนมาไดมากนอยเพียงใด ขึ้นอยูกับกระบวนการเรียนรูวาจะชวยใหเกิดความจำระยะยาวแกผูเรียนไดดีเพียงใดนั้นขึ้นอยูกับการจัด

กิจกรรมการเรียนการสอน วราภรณ์ บุญสุข. (2546 : 26 อ้างถึงใน วันวิสา กองเสน. 2558 : 38) ได้เสนอแนะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย (Meaningfulness) เช่น
   1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ (Mediation)
   1.2 การจัดระบบไว้ล่วงหน้า (Advance Organization)
   1.3 การจัดลำดับชั้น (Hierarchical Structure)
   1.4 การจัดเข้าหมวดหมู่ (Organization)
2. การจัดสถานการณ์การเรียนรู้ (Management of Learning) ซึ่งทำได้ดังนี้
   2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนในขณะที่เรียนอยู่ (Recall During Practice)
   2.2 การเรียนเพิ่มเติม (Over Learning)
   2.3 การทบทวนบทเรียน (Periodical Reviews)
   2.4 การจำอย่างมีหลักเกณฑ์ (Logical Memory)
   2.5 การท่องจำ (Recitation)
   2.6 การใช้จินตนาการ (Imaginary)

นอกจากกิจกรรมส่งเสริมการจำดังกล่าวแล้ว วิธีการเรียนก็สำคัญเช่นกัน ทั้งนี้สามารถสรุปวิธีการเรียนโดยสังเขปเพื่อให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้มากยิ่งขึ้น คือ ผู้เรียนต้องพยายามสร้างและทำให้สิ่งที่กำลังเรียนอยู่มีความหมาย เพราะคนเราจะลืมสิ่งที่มีความหมายและความสำคัญได้ยาก ผู้เรียนควรแยกแยะสิ่งที่เรียนเพื่อให้เห็นว่าแต่ละตอนแต่ละเรื่องมีความหมายอย่างไร ถ้าเรียนไปโดยไม่พิจารณาเหตุผลของแต่ละส่วนจะทำให้ลืมได้ง่าย ผู้เรียนต้องกระตือรือร้นเพื่อให้ตนเองมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ไม่ได้เพียงแต่รับฟังเฉย ๆ แต่ลงมือปฏิบัติตามไปด้วย เมื่อเรียนจบไปแล้วตอนหนึ่ง ๆ ควรพักสักครู่แล้วจึงเรียนต่อไปทำให้ความคิดไม่ปะปนกัน และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือหมั่นทบทวนในสิ่งที่เรียนไปแล้วบ่อย ๆ จะทำให้จำแม่นยำยิ่งขึ้นและส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่คงทน

กล่าวโดยสรุปได้ว่า ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นต้องได้รับการทบทวน สิ่งนั้นก็จะมีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวมากยิ่งขึ้น ถ้าเราจำสิ่งใดไว้ในความจำระยะยาวสิ่งนั้นก็จะติดอยู่ในความจำตลอดไปกลายเป็นความจำที่ถาวร การเรียนรู้จะคงทนเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะ 3 ประการ คือ (1) การเรียนรู้คุณภาพสูง คือ การเรียนรู้อย่างเข้าใจ ลึกซึ้ง เรียนให้มาก (Over Learning) จะช่วยให้ลืมช้าขึ้น ส่งผลให้ความคงทนของการเรียนดี (2) การเฉลี่ยการปฏิบัติ (Distributed Practice) คือ แบ่งปฏิบัติเป็นระยะสั้น ๆ จะทำให้มีความคงทนดีกว่าปฏิบัติตลอดเป็นเวลานาน ๆ (Mass Practice) และ (3) สิ่งที่เรียนมีความหมาย สิ่งต่าง ๆ ที่เรียนนั้นมีความสัมพันธ์กันจะทำให้ความคงทนของการเรียนดีกว่าสิ่งที่ไม่มีความหมาย

ปจจัยที่มีอิทธิพลตอการจำ

การที่นักเรียนจะจดจำสิ่งที่ไดเรียนรูหรือมีประสบการณไดมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปจจัยหลายประการดังที่มีผูใหความคิดเห็นไวดังนี้

อัจฉรา สุขารมณ. (2542 : 72 อ้างถึงใน วันวิสา กองเสน. 2558 : 36-37) ไดกลาวถึงปจจัยที่มีอิทธิพลตอการจำดังนี้

1. สติปัญญาการจำจะเกี่ยวกับสติปัญญามากโดยเฉพาะความเขาใจทางดานภาษาและความสามารถในการแกปญหา คนที่มีความสามารถในการแกปญหาและความคิดริเริ่มตาง ๆ ย่อมต้องเป็นผู้ที่มีความจำดีด้วย

2. ปฏิกิริยาทางอารมณซึ่งเกิดขึ้นในประสบการณแตละอยางจะมีผลตอการจำดวย เชน สิ่งทำใหดีใจสุดขีดหรือเปนทุกขแสนสาหัส ยอมจะทำใหจำไดเปนเวลานาน

3. ความสนใจเรามีความสนใจอย่างหนึ่งยอมจดจำเรื่องนั้นไดไม่ยากนัก สิ่งที่เราเห็นวาปราศจากความสำคัญ ถาไม่สนใจก็จะทำใหลืมเรื่องนั้นเร็วขึ้น

ถึงอย่างไรก็ตาม การจำสิ่งตาง ๆ ก็ยอมมีการลืมไปบาง เพราะในแตละวันนั้นมีการเรียนรูในสิ่งตาง ๆ มากมาย ไดมีผูศึกษาถึงการจำและการลืม พบวา การจำนั้นขึ้นอยูกับเวลาดวยคือเมื่อเวลาผานไปนานเขาการจำก็จะลดลงหรือจำนวนที่จะลืมจะมากขึ้น

กมลรัตน หลาสุวงษ์. (2541 : 254 อ้างถึงใน สุพรรณี เสนภักดี. 2553) ไดกลาวถึงปจจัยที่มีอิทธิพลตอการจำดังนี้

1. ทัศนคติและความในใจ ถาผูเรียนมีทัศนคติที่ดีตอสิ่งใดและมีความสนใจจดจออยูกับสิ่งใดก็จะทำใหจดจำสิ่งนั้นไดอยางแมนยำและเปนเวลานาน ๆ

2. การฝกฝน ถาผูเรียนฝกฝนทบทวนในสิ่งที่เรียนอยูเสมอก็จะทำใหสามารถจดจำสิ่งนั้นได้เป็นเวลานาน

3. ระยะเวลา หากทิ้งระยะหลังจากการเรียนรูไปเปนระยะเวลานาน ๆ ก็จะทำใหจำในสิ่งที่ไดเรียนรูไปไดนอยหรือบางครั้งอาจลืมไปเลยก็ได

จากที่กลาวมา สรุปไดวาการเรียนรูที่มีประสิทธิภาพนั้น ความจำนับวาเปนองคประกอบที่สำคัญยิ่ง ซึ่งเกิดจากความสามารถของสมองในการสะสมประสบการณและความรูตาง ๆ ที่ไดรับรูของนักเรียน ความจำที่เปนประโยชนตอการเรียนรูมากที่สุดคือความจำระยะยาวที่เรียกวาความคงทนในการจำหรือความคงทนในการเรียนรูนั่นเอง ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนครูผูสอนควรจะศึกษาหรือพยายามหาแนวทางในการที่จะชวยใหนักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรูใหมากที่สุด

สภาพที่ชวยใหเกิดความคงทนในการเรียนรู

การจัดการเรียนการสอนที่เอื้อตอสภาพที่ชวยใหเกิดความคงทนในการเรียนรู ตามแนวคิดของกมลรัตน หล้าสุวงษ์. (2541 : 260 อ้างถึงใน สุพรรณี เสนภักดี. 2553)

1. การจัดบทเรียนใหมีความหมาย (Meaningful) เชน

1.1 การสื่อสัมพันธ (Mediation)

1.2 การจัดเปนระบบลวงหนา (Advance Organization)

1.3 การจัดเปนลำดับขั้น (Hierarchical Structure)

1.4 การจัดเขาเปนหมวดหมู (Organization)

2. การจัดการสถานการณชวยการเรียน (Mathcmagcnic)

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะที่ฝกฝนอยู (Recall During Practice)

2.2 การเรียนรู (Learning)

2.3 การทบทวนบทเรียน (Periodic Reviews)

2.4 การจำอยางมีกฎเกณฑ (Logical Memory)

3. ในการทบทวนไมสามารถทบทวนสิ่งที่เขามาอยูในความจำระยะยาวดังนั้นจำนวน สิ่งของที่จะจำไดในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด

4. สิ่งใดก็ตามถาอยูในความจำระยะสั้นยิ่งนาน สิ่งนั้นก็มีโอกาสฝงตัวอยูในความจำระยะยาวมากขึ้น

5. การฝงตัวในความจำระยะยาว เปนกระบวนการสรางความสัมพันธระหวางสิ่งที่อยูในความจำระยะยาวกับสิ่งที่ตองจดจำ

ระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู

จากการศึกษาค้นคว้า พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาในการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้ไว้ดังนี้

นภาไล ตาสาโรจน์. (2553 : 27) กล่าวโดยสรุปว่า ความคงทนเป็นกระบวนการของสมองที่เก็บเอาสิ่งใดก็ตามที่ได้เรียนรู้และสามารถนำออกมาใช้ในสถานการณ์ที่จำเป็นได้ การที่บุคคลจะจำสิ่งใดได้นั้นบุคคลย่อมเรียนรู้แล้วสะสมสิ่งที่เรียนรู้ไว้ในระบบประสาท เมื่อมีความจำเป็นต้องใช้สิ่งที่สะสมไว้จะสมารถนำมาใช้ได้อย่างทันท่วงที โดยระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ควรอยู่ระหว่าง 2-4 สัปดาห์

รักษ์สิริ แพงป้อง. (2554 : 52) สรุปไว้ว่า การวัดความคงทนในการเรียนรู้จะต้องมีการเว้นช่วงเวลาครั้งแรกกับครั้งที่สองประมาณ 2 สัปดาห์เป็นอย่างต่ำ เพราะเป็นช่วงเวลาของการฝังตัวของความจำระยะสั้นเป็นระยาวหรือความคงทนนั่นเอง ทั้งนี้ระยะเวลาในการวัดความคงทนทางการ

เรียนรู้อยู่ระหว่าง 2-4 สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อลดความคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจเกิดจากความเคยชินในการทำแบบทดสอบหรือการจำขอสอบไดนั่นเอง

ชุติมา วันดี. (2556 : 46) ได้ทำการศึกษาระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้ โดยเลือกใช้ใช้ระยะเวลา 3 สัปดาห์ หลังจากทดสอบหลังเรียนเสร็จ โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบชุดเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งนี้ความคงทนเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ต้องใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาระดับสูงต่อไป

รุ้งตะวัน สังฆทิพย์. (2556 : 33) การวัดความคงทนในการเรียนรู้ คือ วิธีการวัดที่จะทำให้เราทราบว่าเมื่อเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์แล้วหยุดไว้ในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วกลับมาทดสอบหรือรื้อฟื้นอีกครั้งผู้เรียนจะยังคงมีความรู้หรือความจำหรือไม่ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการวัดความคงทนในการเรียนนั้น พบว่า การทดสอบในช่วง 2 สัปดาห์ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุด ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝั่งตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนนั้นเอง

วันวิสา กองเสน. (2558 : 39) จากการศึกษา สรุปได้ว่าความคงทนทางการเรียน หมายถึง การคงไว้ซึ่งประสบการณ์ หรือความสามารถที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนรู้หรือประสบการณ์หลังจากทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยได้ทำการศึกษาทดลองวัดความคงทนในการเรียนรู้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ชุดเดิม

การวัดความคงทนในการเรียนรู้จะต้องมีการเว้นระยะจากการวัดครั้งแรกและครั้งที่สองในช่วงเวลาหนึ่ง สามารถสรุประยะเวลาที่เหมาะสมเกี่ยวกับช่วงเวลาในการทดสอบความคงทนในการเรียนรู้จากแนวคิดและการศึกษาทดลองของนักการศึกษาหลายท่าน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.4 เปรียบเทียบและสรุประยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู จากแนวคิดของนักการศึกษา

แนวคิดของนักการศึกษา	ระยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู้			
	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	มากกว่า 4 สัปดาห์
นภาไล ตาสาโรจน์. (2553 : 27)	✓	✓	✓	
รักษ์สิริ แพงป้อง. (2554 : 52)	✓	✓	✓	✓
ชุติมา วันดี. (2556 : 46)		✓		
รุ้งตะวัน สังฆทิพย์. (2556 : 33)	✓			
วันวิสา กองเสน. (2558 : 39)		✓		

จากวิธีทดสอบความคงทนในการเรียนรูที่ผูวิจัยไดศึกษาวิธีการวัดของนักวิจัยและนักการศึกษาหลาย ๆ คน พบว่าการวัดความคงทนในการเรียนรู้ จะเปนการวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มเดียวกัน โดยทำการทดสอบวัดผล 2 ครั้ง โดยเว้นระยะเวลาระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จากตารางสรุประยะเวลาในการวัดความคงทนในการเรียนรู สรุปได้ว่าการวัดความคงทนในการเรียนรู้อยู่ในช่วงระยะเวลาประมาณ 2 – 4 สัปดาห์ ทั้งนี้เพื่อลดความคลาดเคลื่อน ซึ่งอาจเกิดจากความเคยชินในการทำแบบทดสอบหรือการจำขอสอบไดนั่นเอง ระยะเวลาเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความคงทนในการจำ ฉะนั้นการที่เราจะช่วยเสริมความจำหรือทดสอบว่าหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งไปแล้วนั้น ผู้เรียนจะยังสามารถคงความจำในการเรียนรู้ไว้ได้นานเท่าใด ดังนั้นการวัดความคงทนในการเรียนรู้ จึงต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสม การทบทวนอย่างต่อเนื่องจะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาทฤษฎีความจำพบว่าช่วงเวลาที่ความจำระยะสั้นจะฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาวหรือความคงทนในการเรียนรู้ประมาณ 14 วันหลังจากที่ได้ผ่านการเรียนรู้ไปแล้ว

กล่าวโดยสรุป ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน เพราะหากผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วได้อย่างดีก็จะนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ประโยชน์ได้เมื่อต้องการ จากแนวคิดดังกล่าวการศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดระยะเวลาเพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)

ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้งนี้เพราะความคงทนในการเรียนรู้เป็นปัจจัยพื้นฐานในการศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์หน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ การเรียนจะมีประสิทธิภาพนักเรียนต้องมีพื้นฐานความรู้เดิมและเชื่อมโยงความรู้ใหม่

12. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้

ในการศึกษาความหมายของความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ ได้มีนักฟิสิกส์ศึกษาหลายท่านให้ความหมายไปในทิศทางที่สอดคล้องกันไวดังนี้

Richard R. Hake. (1998) ได้นิยามคำว่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) โดยคำว่า Normalized เป็นคำที่ได้มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีความเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรูที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) ต่อผลการเรียนรูสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได (Maximum Possible Gain) เนื่องจากในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (Minimum or Floor Effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสไดคะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0 เปอร์เซ็นต์ และโอกาสที่จะไดคะแนนสูงสุด (Maximum or Ceiling Effect) ไมเกิน 100 เปอร์เซ็นต์

ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง. (2554) กล่าวโดยสรุปว่า การประเมินผลการเรียนรู้สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งโดยทั่วไปเรามักพูดถึงการใช้สถิติ เช่น T-test และ Z-test เป็นต้น อย่างไรก็ตามการประเมินทั่วไปไม่ได้บอกว่าผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใดและแต่ละหัวข้อย่อยนักเรียนมีแนวโน้มพัฒนาการอย่างไร แต่การประเมินผลด้วยความก้าวหน้าทางการเรียนรู้หรือที่เรียกว่า Normalized Gain สามารถบ่งชี้ให้เห็นพัฒนาการในการเรียนรู้ได้ด้วยการพิจารณาผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับคะแนนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้

ณัฐมน เดชมา. (2555) ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง การพัฒนาศักยภาพด้านความรู้ ทักษะกระบวนการของผู้เรียนที่เพิ่มขึ้น โดยเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกอบรม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้หรือชุดการสอน โดยใช้แบบทดสอบในการเก็บรวบรวมข้อมูล

รุ่งนภา พรหมภักดี. (2556) ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ เป็นการรายงานผลพัฒนาการทางการเรียนรู้ ความสามารถและศักยภาพของผู้เรียน เพื่อใช้ในการพัฒนาปรับปรุงการเรียนรู้ ข้อมูลและคะแนนที่ได้จากการสอบหรือการวัดจะเป็นประโยชน์เพราะสามารถบอกระดับความสามารถของผู้เรียนและผลสำเร็จของการเรียนการสอน

กมลทิพย์ บริบูรณ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2558) กล่าวว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นการศึกษาความก้าวหน้ารายบุคคลหรือศึกษาความก้าวหน้าทั้งกลุ่มตัวอย่างก็ได้ รวมถึงเปรียบเทียบพัฒนาการทางการเรียนรู้ของสองกลุ่ม ดังนั้น

จะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้เราได้ข้อสรุปที่แตกต่างจากวิธีโดยทั่วไป ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้หาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) หารด้วยผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum Possible Gain) มีค่าตั้งแต่ 0-1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

กล่าวโดยสรุปว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ คือ ระดับคะแนนพัฒนาการซึ่งเป็นตัวเลขจากการเปรียบเทียบผลการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป โดยผู้สอนดำเนินการสอนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนดังกล่าวสามารถบ่งชี้ให้เห็นพัฒนาการในการเรียนรู้ได้ด้วยการพิจารณาผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับคะแนนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ การวัดความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ต้องประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการคือเป็นการวัดพฤติกรรมเดียวกันของผู้เรียนคนเดิมและเป็นการวัดต่อเนื่องในแต่ละช่วงระยะเวลา

งานวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาในปัจจุบัน เน้นการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) ด้วยเหตุผลที่ว่า กระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนการสอน คือ การประเมินผล เพื่อให้รู้ว่าผลการจัดการเรียนการสอนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ หรือนักเรียนได้เรียนรู้มากขึ้นเพียงใด งานวิจัยของนักการศึกษาหลาย ๆ คนได้เสนอวิธีการในการประเมินการเรียนด้วยวิธีต่าง ๆ โดยจะเน้นที่การใช้สถิติมาใช้ในการตัดสินผลการเรียน เช่น การใช้ t–test , z-test และวิธีการอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยขึ้นกับการออกแบบงานวิจัยแต่ละคน เพื่อดูว่าหลังจากเรียนรู้ด้วยวิธีการนั้น ๆ แล้วผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้ผลที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ แต่ก็ไม่ได้บอกว่าผลการเรียนด้วยวิธีนั้นดีขึ้นมากน้อยเพียงใด หรือนักเรียนมีผลการเรียนในแต่ละหัวข้อเป็นอย่างไร โดยวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนอีกวิธีหนึ่งที่สามารถบอกได้ว่านักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งดูได้ทั้งภาพรวมของทั้งชั้นเรียน แต่ละแนวคิดรวบยอด แต่ละข้อและรายบุคคล วิธีการประเมินนี้ได้ถูกใช้กันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศโดยเฉพาะในกลุ่มวิจัยทางฟิสิกส์ศึกษา อย่างไรก็ตามการประเมินผลนี้สามารถใช้ได้กับทุกสาขาวิชาและได้เริ่มมีการใช้ในสาขาอื่นบ้างแล้ว

การประเมินผลแบบทั่วไปที่นิยมใช้กัน คือ การเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) โดยดูความแตกต่างกันระหว่างคะแนนสองอย่างนี้ว่ามีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร และหากต้องการเปรียบเทียบผลการเรียนการสอนระหว่างสองวิธี เราสามารถดูได้โดยการเปรียบเทียบว่าคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มใดมีมากกว่า ซึ่งอาจสรุปว่ากลุ่มที่มีผลต่างคะแนนก่อนและหลังมากกว่ามีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า หรือแปลความอีกอย่างหนึ่งคือนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการนั้นมีผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นมากกว่า หรือผลการสอนด้วยวิธีนี้ดีกว่าอีกวิธี ตัวอย่างเช่น นักเรียนสองห้องผ่านการสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยข้อสอบเดียวกันได้คะแนนเฉลี่ยแต่ละห้องเป็นดังนี้ ห้องแรกได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 30 คะแนน

ห้องที่สองได้คะแนนเฉลี่ย 50 คะแนน โดยที่ข้อสอบชุดนี้มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน หลังจากนั้นทั้งสองห้องผ่านการเรียนด้วยวิธีต่างกัน แล้วสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยเป็นดังนี้ ห้องแรกได้คะแนน60 คะแนน ในขณะที่ห้องที่สองได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน จากข้อมูลเบื้องต้นนี้แปลความด้วยวิธีการง่าย ๆ ได้ดังนี้ การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของทั้งสองห้องด้วยวิธีทั่ว ๆ ไปอาจทำได้ดังนี้ ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของห้องที่หนึ่งคือ (Post-test) – (Pre-test) = 60 – 30 = 30 คะแนน หรือกล่าวได้ว่า นักเรียนห้องนี้มีผลการเรียนเพิ่มขึ้น 30 คะแนน ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของห้องที่สองคือ (Post-test) – (Pre-test) = 75 – 50 = 25 คะแนน หรือกล่าวได้ว่า นักเรียนห้องนี้มีผลการเรียนเพิ่มขึ้น 25 คะแนน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนทั้งสองกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันชัดเจนคือ ห้องที่หนึ่งมีผลการเรียนเพิ่มขึ้น 30 คะแนน ในขณะที่ห้องที่สองมีผลการเรียนเพิ่มขึ้น 25 คะแนน ดังนั้นนักเรียนห้องที่หนึ่งมีผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นมากกว่า ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้เราอาจสรุปว่า วิธีการสอนของห้องแรกให้ผลการเรียนรู้ที่ดีกว่าห้องที่สอง

อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการศึกษาวิจัยอาจมีข้อโต้แย้งหลาย ๆ ประเด็นเกี่ยวกับวิธีการประเมินข้างต้นและการสรุปผล กล่าวคือ เนื่องจากคะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองห้องต่างกัน และด้วยข้อจำกัดของคะแนนเต็มจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ ดังนั้นพิจารณาโอกาสที่นักเรียนแต่ละห้องจะมีคะแนนเพิ่มขึ้นได้สูงสุดต่างกัน (กล่าวคือ นักเรียนห้องแรกได้คะแนนก่อนเรียน 30 คะแนน ดังนั้นโอกาสสูงสุดที่จะเพิ่มคะแนนขึ้นไปได้มีค่าเท่ากับ 100 – 30 = 70 คะแนน ในขณะที่ห้องที่สองได้คะแนนสอบก่อนเรียน 50 คะแนน ดังนั้นโอกาสสูงสุดที่จะได้คะแนนเพิ่มขึ้นคือ 100 – 50 = 50 คะแนน จะเห็นได้ว่าโอกาสที่จะได้คะแนนเพิ่มขึ้นของทั้งสองห้องไม่เท่ากัน) จึงทำให้ข้อสรุปด้วยวิธีการแรกนั้นยังใช้ไม่ได้ด้วยปัญหาดังกล่าวนี้จึงได้มีผู้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการใหม่

Richard R. Hake. (1998 : 64-74) นักฟิสิกส์แห่งมหาวิทยาลัยอินเดียน่า (University of Indiana) ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนรู้จากการสอบ Pre-test และ Post-test โดยมีวิธีการดังนี้ เนื่องจากในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (Minimum or Floor Effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0 เปอร์เซ็นต์ และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (Maximum or Ceiling Effect) ไม่เกิน 100 เปอร์เซ็นต์ หรือที่เรียกว่า Floor and Ceiling Effect ด้วยปัญหานี้ Hake จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เรียกว่า Normalized Gain คำที่มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

<g> = (% Post-test) - (% Pre-test) / (100 % - (% Pre-test))

โดยที่ <g> คือ ค่า Normalized Gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์ *

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยนของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์ *

* หมายเหตุ คิดเฉพาะนักเรียนคนที่สอบทั้งก่อนและหลังเรียนเท่านั้น

ข้อสังเกตคือการคำนวณหาค่าความก้าวหน้าทางกาเรียนรู้ (Normalized Gain) นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้ โดยให้ใช้คะแนนสอบจริงแทน โดย Pre-test คือ คะแนนสอบก่อนเรียน Post-test คือ คะแนนสอบหลังเรียนและใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทน 100%

<g> หรือ Normalized Gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (% Post-test) - (% Pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible Gain = (100 % - (% (Pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0-1.0 ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหา Floor and Ceiling Effect ได้ เนื่องจากเราคิดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (กล่าวอีกในหนึ่งคือเราได้ทำการ Normalized ให้มีโอกาสเป็นไปได้อยู่ในช่วง 0.0-1.0 เท่ากันแล้ว ด้วยการเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้) ตัวอย่างเช่น (ตัวอย่างเดียวกันกับตอนแรก) นักเรียนสองห้องผ่านการสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยข้อสอบเดียวกันได้คะแนนเฉลี่ยแต่ละห้องเป็นดังนี้ ห้องแรกได้คะแนนเฉลี่ยเป็น 30 คะแนน ห้องที่สองได้คะแนนเฉลี่ย 50 คะแนน โดยที่ข้อสอบชุดนี้มีคะแนนเต็ม 100 คะแนน หลังจากนั้นทั้งสองห้องผ่านการเรียนด้วยวิธีต่างกัน แล้วสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยเป็นดังนี้ ห้องแรกได้คะแนน 60 คะแนน ในขณะที่ห้องที่สองได้คะแนนเฉลี่ย 75 คะแนน การประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นด้วยวิธีการ Normalized Gain ทำได้ดังนี้ จากสมการความสัมพันธ์

<g> = (% Post-test) - (% Pre-test) / (100 %-(% Pre-test))

โดยที่ <g> คือ ค่า Normalized Gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยนของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ดังนั้นแทนค่าในสมการจะได้ดังนี้ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนห้องที่หนึ่ง จะได้ว่า

<g> = (60% - 30%) / (100% - 30%)

<g> = 0.43

ข้อมูลนี้อธิบายได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) ของนักเรียนห้องที่หนึ่งมีค่า 60% - 30% = 30% และผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum Possible Gain)

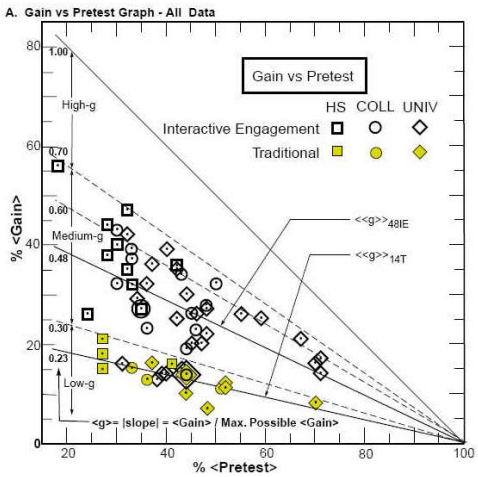
มีค่า 100% - 30% = 70% และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.43 เท่า (หรือ 43%) ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ ผลการเรียนรู้ของนักเรียนห้องที่สอง จะได้ว่า

$$\langle g \rangle = (75\% - 50\%) / (100\% - 50\%)$$

$$\langle g \rangle = 0.50$$

ข้อมูลนี้อธิบายได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) ของนักเรียนห้องที่สองมีค่า 75% - 50% = 25% และผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (Maximum Possible Gain) มีค่า 100% - 50% = 50% และผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.50 เท่า (หรือ 50%) ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้

จากข้อมูลข้างต้นค่า Normalized Gain ของนักเรียนทั้งสองห้องนี้ทำให้สรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนห้องที่สองดีกว่าห้องที่หนึ่ง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้เราได้ข้อสรุปที่แตกต่างจากวิธีโดยทั่วไป นอกจากนี้ Hake ยังได้ทำการศึกษาการประเมินด้วยวิธี Normalized Gain กับนักเรียนทั้งในระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษาจำนวนกว่า 6,542 คน กับสถาบันการศึกษา 62 สถาบัน ที่มีการใช้รูปแบบการเรียนการสอนในแต่ละชั้นเรียนแต่ละวิธีในอเมริกา โดยแบ่งรูปแบบการเรียนการสอนเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มที่สอนด้วยวิธี Interactive Engagement Course (IE) และด้วยวิธี Traditional (T) โดยเขาใช้แบบทดสอบมาตรฐานฟิสิกส์ FCI (Force Concept Inventory) เพื่อทดสอบกับนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ด้วยการประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า Normalized Gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ High Gain เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$ Medium Gain เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.3 \leq \langle g \rangle \leq 0.7$ และ Low Gain เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$ ผลการสำรวจเป็นดังกราฟ



ภาพที่ 2.22 แผนภาพแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้

ที่มา : Richard R. Hake. (1998)

จากกราฟอธิบายได้ว่า แกน Y คือ ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงหรือ Actual Gain (%<Gain>) ส่วนแกน X คือ คะแนน %Pre-test (%<Pre-test>) และ Normalized Gain (<g>) คือ ค่าสัมบูรณ์ของความชันของกราฟ (|slope|) หาได้จาก อัตราส่วนระหว่างผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง %<Gain> กับผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งได้จาก 100% - %Pre-test หรือจากกราฟนี้ก็คือ <Gain>/Max.Possible <Gain> กราฟเส้นทึบคือกราฟที่แสดงการแบ่งช่วงของระดับค่า Normalized Gain ที่ได้แบ่งเป็นสามระดับ คือ High Medium and Low Gain โดยกราฟเส้นทึบที่มีลูกศรชี้และเขียนว่า <<g>>48IE คือ เป็นค่าเฉลี่ยของ Normalized Gain ของชั้นเรียนที่มีการสอนแบบ Interactive Engagement จำนวน 48 ชั้นเรียน และกราฟเส้นทึบที่มีลูกศรชี้และเขียนว่า <<g>>14T คือ เป็นค่าเฉลี่ยของ Normalized Gain ของชั้นเรียนที่มีการสอนแบบ Traditional จำนวน 14 ชั้นเรียน สีเหลืองแทนการสอนแบบ Traditional และสีขาวแทนการสอนแบบ Interactive Engagement โดยจุดสี่เหลี่ยมแทนระดับมัธยมศึกษา วงกลมแทนวิทยาลัย และรูปข้าวหลามตัดแทนมหาวิทยาลัย จากผลการสำรวจพบว่า

1. ทุก ๆ จุดของการสอนแบบ Traditional (T) จำนวน 14 ชั้นเรียน (N = 2,084) ได้ค่า <g> อยู่ในช่วง Low – g โดยที่ ค่า <<g>>14T = 0.23 ± 0.04sd

2. 85% (41 กลุ่ม, N=3,741) ของจำนวน 48IE courses มีค่าในช่วง Medium – g และ 15% (7 กลุ่ม, N = 717) มีค่าอยู่ในช่วง Low - g โดยที่ค่า <<g>>48IE = 0.48 ± 0.14sd

3. และพบว่าไม่มีกลุ่มใดเลยที่ได้ค่า Normalized Gain ในช่วง High – g

จากผลการสำรวจของ Hake เราจะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนที่ต่างกันจะให้ผลการเรียนรู้ที่ต่างกันดังเช่นที่เขาได้สำรวจพบว่า ส่วนมากการสอนแบบ Interactive Engagement Course ซึ่งให้ค่า <g> (โดยส่วนมาก) ตกอยู่ในช่วง Medium-g จะทำให้นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจได้มากกว่าการสอนแบบ Traditional ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของ <g> จะตกอยู่ในช่วง Low-g

การประเมินการเรียนการสอนด้วยวิธี Normalized Gain นี้เราจะสนใจที่ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นเป็นหลัก โดยที่ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นนี้จะขึ้นอยู่กับวิธีการสอนหรือกระบวนการในการจัดการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับคะแนนสอบก่อนเรียนและกับกลุ่มนักเรียน ซึ่งจะเห็นได้จากค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง <g> กับ คะแนนสอบก่อนเรียนของนักเรียนแต่ละคน (<si>) ซึ่งให้ค่าน้อยมาก ประมาณ +0.02 ดังนั้นเราจึงสามารถนำวิธีการประเมินนี้มาใช้ได้กับทุกกลุ่ม (อย่างไรก็ตามได้มีนักวิจัยได้พยายามหาข้อแย้งว่าการประเมินด้วยวิธีนี้จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ที่ยังไม่รู้ เช่น ความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนแต่ละคน ความสามารถทางคณิตศาสตร์ หรือแม้กระทั่งเพศ ซึ่งผลการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยเหล่านี้พบว่ามีส่วนที่ทำให้ผลการวิจัยผิดพลาดไปบ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นเรื่องปกติของการวิจัยทางสังคม) สำหรับการพิจารณา Normalized Gain เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร ทั้งในระดับห้อง ระดับแต่ละหลักการ

(Concepts) แต่ละรายบุคคล หรือแม้กระทั่งรายข้อนั้นเราจะได้แยกแยะให้เห็นว่าสามารถทำได้อย่างไร แบ่งประเภทของ Normalized Gain ออกเป็นดังนี้

1. Class Normalized Gain
2. Single Student Normalized Gain
3. Single Test Item Normalized Gain
4. Conceptual Dimensional Normalized Gain

รายละเอียดการคำนวณและการแปลความหมายเป็นดังนี้

1. Class Normalized Gain (ในเอกสารทั่วไปมักใช้ว่า Class Average Normalized Gain) หมายถึง การพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ทั้งก่อนและหลังเรียน การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถบอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้น อย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า Normalized Gain นี้ อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เพื่อมาเข้าสูตรการคำนวณ ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด แต่ถ้าหากต้องการดูว่านักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไรไม่อาจสรุปได้ด้วยวิธีการนี้ แต่เราจะดได้ด้วยวิธีการที่จะได้กล่าวในวิธีต่อไปนี้

2. Single Student Normalized Gain หมายถึง การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไร โดยพิจารณาได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน สำหรับการหาค่า <g> ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วมาหาค่าเฉลี่ย (Average of the Single Student Normalized Gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย <g> ของนักเรียนห้องนี้ ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ Class Normalized Gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่ามีค่าไม่เท่ากัน โดยค่าที่ได้ด้วยวิธีนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง ±5% ของ Class Normalized Gain โดยที่จำนวนประชากรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจจะทำได้ลำบากสำหรับการที่จะพิจารณาค่า <g> ของนักเรียนแต่ละคน เนื่องจากต้องใช้เวลามากถ้านักเรียนมีจำนวนมาก แต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนน้อยเราสามารถพิจารณาได้และจะเป็นการดีเนื่องจากทำให้ครูสามารถศึกษาพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดีอันจะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ต่ำได้ หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ดีอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้ การพิจารณาในลักษณะนี้เป็นการพิจารณารายคน แต่หากต้องการศึกษาว่าข้อสอบแต่ละข้อนักเรียนตอบได้มากน้อยเพียงใดหรือมีพัฒนาการต่อข้อสอบข้อนั้นอย่างไรต้องพิจารณาด้วยวิธีต่อไปนี้

3. Single Test Item Normalized Gain หมายถึง การพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณา ในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดีคือทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี สำหรับข้อสอบชุดหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะข้อสอบที่เป็น Conceptual test จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มตามแนวความคิดรวบยอดที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนแรก ดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่อกลุ่มข้อสอบกลุ่มนั้น ๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวบยอดนั้น ๆ เป็นอย่างไร สำหรับการพิจารณาในลักษณะนี้สามารถทำได้ด้วยวิธีที่จะได้กล่าวต่อไปนี้

4. Conceptual Dimensional Normalized Gain เป็นการพิจารณาว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อ Concept หนึ่ง ๆ เป็นอย่างไร การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะใช้ในกรณีที่ต้องการศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไร เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการสอบรวบยอดเพื่อที่จะศึกษาผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้น ๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลาย ๆ แนวคิดรวบยอดอยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราพิจารณาเฉพาะคะแนนรวมไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใด จึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องใดมากหรือน้อย เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมาก ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้เช่นกัน

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ คือ วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะทำให้ผู้ศึกษารู้ถึงขีดความสามารถและศักยภาพที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกเหนือจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียนภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการศึกษาทดลอง

13. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

13.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) เป็นทัศนคติที่เป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้การที่เราจะทราบว่าบุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน จึงเป็นการยากที่จะวัดความพึงพอใจโดยตรงแต่สามารถวัดโดยทางอ้อมจากการคิดเห็นของบุคคลเหล่านั้น และการแสดงความคิดเห็นนั้นจะต้องตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง จึงจะสามารถวัดความพึงพอใจนั้นได้และได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลายคน ดังนี้

คำเพียร อุปรีทอง. (2553 : 56) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจในงานที่ทำเมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งด้านวัตถุและทางด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ และได้กล่าวถึงแนวคิดที่เกี่ยวกับพื้นฐานความต้องการของมนุษย์ตามทฤษฎีของมาสโลว์ว่า หากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ได้รับการตอบสนองก็จะทำให้เขาเกิดความพึงพอใจ

จินตวีร์ โยสีดา. (2554) กล่าวว่าความพึงพอใจหมายถึง ความรูสึกพอใจ ชอบใจ หรือประทับใจต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ได้รับและสามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งจะสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกมา

วัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556 : 51) สรุปได้ว่าความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของบุคคลเป็นทัศนคติ ความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจเป็นความรู้สึกชื่นชอบของบุคคลแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการได้รับการตอบสนองถึงผลที่จะได้รับกับความรู้สึก

ถนอมศรี เวชสุวรรณ์. (2558 : 70) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็นความรู้สึกพอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือกิจกรรมที่ปฏิบัติ เป็นการคิดเชิงบวกซึ่งตอบสนองตามความต้องการของตนเองและต้องการดำเนินกิจกรรมนั้น ๆ จนบรรลุผลสำเร็จ

ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ. (2559 : 31) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า เป็นสภาวะ ทางอารมณ์หรือความรู้สึกทางอารมณ์ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกันซึ่งขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหมายกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร และต้องมีสิ่งเร้าที่ตรงกับความต้องการของบุคคลจึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ

ทิตยา สลิน. (2559 : 49) กล่าวโดยสรุป ความพึงพอใจ หมายถึง การตอบสนองของผู้เรียน เกิดขึ้นจากองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ครูผู้สอน วิธีการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลของครู ดังนั้นความพึงพอใจคือความรู้สึก ทัศนคติที่ดีของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียน อาจแสดงออกมาทางพฤติกรรม

จากความหมายของความพึงพอใจที่บุคคลต่าง ๆ ได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจ ชอบใจ หรือประทับใจต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ได้รับ เป็นความรู้สึกนึกคิดของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นการคิดเชิงบวกเกิดขึ้นหลังจากได้รับสิ่งที่ตนเองคาดหวังไว้ อาจเป็นความต้องการทั้งด้านวัตถุและจิตใจซึ่งจะสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกมา

13.2 องค์ประกอบที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ

สิ่งจูงใจ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ สิ่งจูงใจ หมายถึง องค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นวัตถุหรือสภาวะใด ๆ ซึ่งเป็นเครื่องโน้มน้าวจิตใจ ทำให้ผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงานนั้น ๆ ปฏิบัติงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้งานนั้นประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งคือเครื่องล่อใจนั่นเอง

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553 : 22) ได้กล่าวถึงสิ่งจูงใจที่ใช้เป็นเครื่องกระตุ้นเพื่อให้บุคคลเกิดความพึงพอใจในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. สิ่งจูงใจเป็นวัตถุ (Material Inducement) สิ่งเหล่านี้ ได้แก่ เงินทอง สิ่งของหรือสภาวะทางกายที่มีให้แก่ผู้ปฏิบัติงานและสิ่งจูงใจที่ไม่ใช้วัตถุ (Personal Non-material Opportunities) เกียรติภูมิ การใช้สิทธิพิเศษมากกว่าคนอื่น

2. สภาพทางกายที่ปรารถนา (Desirble Physical Condition) หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความสุขในการทำงาน เช่น เครื่องอำนวยความสะดวกในสำนักงาน ความพร้อมของเครื่องมือ เป็นต้น

3. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (Ideal Benfactions) หมายถึง การตอบสนองความต้องการในด้านความภาคภูมิใจที่ได้แสดงฝีมือ การแสดงความภักดีต่อองค์การของตน

4. ความดึงดูดในทางสังคม (Association Attractivess) หมายถึง การมีความสัมพันธ์ของบุคคลในหน่วยงาน การอยู่รวมกัน ความมั่นคงของสังคมจะเป็นหลักประกันในการทำงาน

5. การปรับทัศนคติและสภาพของงานให้เหมาะกับบุคคล (Adaptation of Conditions to Habitual Method and Attitudes) คือ การปรับปรุงตำแหน่งความเหมาะสมให้สอดคล้องกันระหว่างงานกับคน

6. โอกาสในการมีส่วนร่วมในการทำงาน (Opportunity of Enlarged Participation) คือ เปิดโอกาสให้บุคคลมีส่วนร่วมในการทำงาน จะทำให้เขาเป็นผู้มีความสำคัญในหน่วยงาน จะทำให้บุคคลมีกำลังใจในการทำงานมากขึ้น

สิ่งจูงใจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (อารี พันธ์มณี. 2546 : 43 อ้างถึงใน จุฑามาศ ชูจินดา ; กิติยานภาลัย ภู่ตระกูล และณภัทร โชคธนินกุล. 2555 : 9) ได้แก่

1. สิ่งจูงใจที่เป็นเงิน (Financial Incentive) สิ่งจูงใจประเภทนี้มีลักษณะที่เห็นได้ง่ายและมีอิทธิพลโดยตรงต่อการปฏิบัติงานของพนักงานเจ้าหน้าที่ ซึ่งสิ่งจูงใจที่เป็นเงินนี้ยังจำแนกออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 สิ่งจูงใจทางตรง (Direct Incentive) เป็นสิ่งจูงใจที่มีผลโดยตรงต่อผลผลิตของการปฏิบัติงาน เช่น การจ่ายค่าจ้างให้สูงขึ้นในกรณีที่มีผลการปฏิบัติงานได้สูงกว่าระดับมาตรฐานที่กำหนดไว้ อันเป็นวิธีการจูงใจตามแนวคิดที่ว่า Plus Any Plus Performance

1.2 สิ่งจูงใจทางอ้อม (Indirect Incentive) ซึ่งเป็นสิ่งจูงใจที่มีผลในทางสนับสนุนหรือส่งเสริมให้พนักงานเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานปฏิบัติได้ดีขึ้น เช่น การจ่ายบำเหน็จบำนาญและค่ารักษา พยาบาลเมื่อเจ็บป่วย ลักษณะของการใช้เงินเป็นสิ่งจูงใจในทางอ้อม ส่วนมากเป็นประโยชน์เกื้อกูล (Equai Benefit) ต่าง ๆ

2. สิ่งจูงใจที่ไม่ใช้เงิน (Non Financial Incentive) สิ่งจูงใจประเภทนี้ ส่วนใหญ่มักเป็นเรื่องที่สามารถสนองต่อความต้องการทางจิตใจ เช่น การยกย่องชมเชย (Recognition) การยอมรับว่าบุคคลนั้นเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะ (Belonging) โอกาสก้าวหน้าในการปฏิบัติหน้าที่เท่าเทียมกัน (Equai Opportunity) และความมั่นคงในงาน (Security of Work)

สรุปได้ว่า สิ่งจูงใจเป็นสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดความพึงพอใจ ซึ่งสิ่งจูงใจอาจอยู่ในรูปของรูปธรรมหรือนามธรรมก็ได้

13.3 ทฤษฎีการสร้างความพึงพอใจ

ทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) คือ ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้น (Maslow. 1970 : 380 อ้างถึงใน จุฑามาศ ชูจินดา , กิติยานภาลัย ภู่ตระกูล และณภัทร โชคธนินกุล. 2555 : 13 – 14 และ พัชรี แก้วอาภรณ์. 2558 : 51-52) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีสำหรับการสร้างความพึงพอใจมีหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและมีชื่อเสียง คือ ทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นของมาสโลว์ (Maslow's Hierarchy of Needs) ที่กล่าวว่า มนุษย์ทุกคนมีความต้องการเหมือนกันแต่ความต้องการนั้นเป็นลำดับขั้น เขาได้ตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ไว้ ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการอยู่เสมอและไม่มีวันสิ้นสุดขณะที่ความต้องการสิ่งใดเมื่อได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการอย่างอื่นก็จะเกิดขึ้นอีกไม่มีวันจบสิ้น

2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่เป็นสิ่งจูงใจสำหรับพฤติกรรมอื่นต่อไป ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองเท่านั้นที่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม

3. ความต้องการของมนุษย์จะเรียงเป็นลำดับขั้นตามลำดับความสำคัญ กล่าวคือ เมื่อความต้องการในระดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการระดับสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนอง ซึ่งลำดับความต้องการของมนุษย์มี 5 ขั้นตอนตามลำดับจากต่ำไปสูง ดังนี้

3.1 ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological Needs) เป็นความต้องการในเบื้องต้นเพื่อความอยู่รอดของชีวิต เช่น ความต้องการ อาหาร น้ำ อากาศ เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ที่อยู่อาศัยและความต้องการทางเพศ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการทั้งหมดของคนยังไม่ได้รับการตอบสนอง

3.2 ความต้องการด้านความปลอดภัยหรือมั่นคงปลอดภัย (Safety and Security Needs) ถ้าความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์จะต้องการในขั้นสูงต่อไปคือความรู้สึกที่ต้องการความปลอดภัย หรือความมั่นคงในปัจจุบันและอนาคตซึ่งรวมถึงความก้าวหน้าและความอบอุ่นใจ

3.3 ความต้องการทางด้านสังคม (Social or Belonging Needs) หลังจากที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองในสองขั้นดังกล่าวแล้วก็จะมีความต้องการสูงขึ้นอีก คือความต้องการทางสังคมเป็นความต้องการที่จะเข้าร่วมและได้รับการยอมรับในสังคม ความเป็นมิตรและความรักจากเพื่อน

3.4 ความต้องการที่จะได้รับการยอมรับนับถือ (Esteem Needs) เป็นความต้องการให้คนอื่นยกย่อง ให้เกียรติ และเห็นความสำคัญของตนเอง อยากเด่นในสังคม รวมถึงความสำเร็จ ความรู้ความสามารถ ความเป็นอิสระและเสรีภาพ

3.5 ความต้องการความสำเร็จในชีวิต (Self Actualization) เป็นความต้องการระดับสูงสุดของมนุษย์ ส่วนมากจะเป็นความอยากจะเป็น อยากจะได้ ตามความคิดของตน หรือต้องการจะเป็นมากกว่าที่ตัวเองเป็นอยู่ขณะนั้น

จากทฤษฎีความต้องการตามลำดับขั้นตอนของมาสโลว์ สรุปได้ว่า ความต้องการ 5 ขั้นของมนุษย์มีความสำคัญไม่เท่ากัน แรงจูงใจตามทฤษฎีจะต้องพยายามตอบสนองความต้องการของมนุษย์ซึ่งมีความแตกต่างกันไปและความต้องการในแต่ละขั้นจะมีความสำคัญแก่บุคคลมากน้อยเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับความพึงพอใจที่ได้รับการตอบสนองความต้องการในลำดับนั้น ๆ

13.4 วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้

บลูม (Bloom. 1976 : 72-74 อ้างถึงใน พิเชษฐ์ ไพโรจน์. 2554) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ตนต้องการ ก็จะคาดหวังได้แน่นอนว่านักเรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้น พร้อมทั้งความมั่นใจ เราสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของความพร้อมทางด้านจิตใจได้ชัดเจน จากการปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือกหรือจากสิ่งนอกโรงเรียนที่นักเรียนอยากเรียน เช่น เกม ดนตรี การขับรถยนต์ หรืออะไรบางอย่างที่นักเรียนอาสาสมัครและตัดสินใจโดยเสรีในการเรียน มีความกระตือรือร้น มีความพึงพอใจและมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียนจะทำให้นักเรียนเรียนได้อย่างรวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง อย่างไรก็ตามบลูมเห็นว่าวิธีนี้ค่อนข้างเป็นอุดมคติที่จัดได้ลำบาก

บุญชม ศรีสะอาด. (2553 : 7) ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ไว้ใกล้เคียงกัน คือการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เป็นการให้สิ่งเร้า เพื่อให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งต่อไป ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับพฤติกรรมที่เกิดขึ้น สิ่งเร้าเป็นสัญญาณให้นักเรียนรู้ว่าควรจะแสดงพฤติกรรมอย่างไรบ้าง โดยการแลกเปลี่ยนเนื้อหาสาระประสบการณ์ ความคิดเห็น ความรู้สึก อารมณ์ ความสนใจ ความพึงพอใจ เจตคติ ค่านิยม ตลอดจนทักษะ และความชำนาญระหว่างผู้ส่งกับผู้รับโดยมีสถานการณ์หรือสัญลักษณ์เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยน ดังนั้น กระบวนการจัดการเรียนรู้จะต้องมีสื่อที่ดี ถ้าการเลือกใช้สื่อเป็นไปในแนวทางที่เหมาะสมแล้ว ความรู้ความเข้าใจการแสวงหาความรู้และความพึงพอใจจะสะสมเป็นระบบ

แล้วผลของการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจากการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ก็จะทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจและความพึงพอใจ

เกริก ท่วมกลาง และจินตนาท่วมกลาง. (2555 : 274) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ครูจะต้องมีการใช้จิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้ เช่น การเสริมแรง การสร้างแรงจูงใจ การสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การคิดค้นหาคำตอบให้กับตนเอง ตลอดจนการใช้สื่อที่ดีมีประสิทธิภาพได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์ เหมาะสมกับวัยของนักเรียนด้วย เพื่อให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ครูถ่ายทอดให้

สรุปได้ว่าวิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้เป็นการให้สิ่งเร้าหรือแรงจูงใจเพื่อให้นักเรียนสนใจเรียนรู้มากขึ้น

13.5 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับระดับความรู้สึกของนักเรียนเพราะความพึงพอใจเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคลเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอก การวัดจึงวัดจากบุคลิกภาพ แรงจูงใจ การรับรู้ แต่มีข้อแตกต่างที่การตีความและวิธีการเพราะบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันในเรื่องประสบการณ์และปัจจัยอื่น ๆ

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2553 : 3-4) ได้เสนอวิธีวัดความพึงพอใจไว้ดังนี้

1. การสังเกต (Observation) เป็นการวัดโดยคอยสังเกตพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งแล้วนำข้อมูลไปอนุมานว่า บุคคลมีความพึงพอใจต่อสิ่งนั้น ๆ อย่างไร

2. การรายงานตนเอง (Self-Report) เป็นการวัดโดยการให้บุคคลเล่าความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นออกมาจากการเล่านี้ สามารถที่จะกำหนดค่าของความพึงพอใจได้

3. วิธีการสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการซักถามกลุ่มบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา แต่บางครั้งอาจไม่ได้ความจริงตามที่คาดหวังไว้ เพราะบุคคลที่ใช้เป็นตัวอย่างอาจไม่ยอมเปิดเผยความรู้สึกที่แท้จริง

4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Techniques) วิธีนี้อาศัยสถานการณ์หลายอย่างไปเร้าเมื่อนักเรียนเห็นภาพแปลก ๆ ก็จะจินตนาการออกมาแล้วนำมาตีความหมายจากการตอบนั้น ๆ ก็พอจะวัดความพึงพอใจได้ว่าพอใจหรือไม่

5. วิธีการวัดทางสรีระ คือใช้เครื่องมือเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย การวัดทางสรีระนี้ สามารถกระทำได้โดยการวัดความต้านกระแสไฟฟ้าของผิวหนัง การขยายของลูกนัยน์ตา การวัดฮอร์โมนบางชนิด

6. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง

สรุปได้ว่า การวัดความพึงพอใจสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวก ความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของการวัดด้วย จึงส่งผลให้การวัดนั้นมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าเชื่อถือ

13.6 การสร้างแบบวัดความพึงพอใจ

วิราสินี ก้าวศิริรัตน์. (2557 : 51) ได้สรุปผลการศึกษาถึงการสร้างแบบวัดความพึงพอใจที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ดังนี้

1. รวบรวมข้อความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการจะวัด

2. พิจารณาว่าต้องการวัดความพึงพอใจของใครที่มีต่ออะไร และให้ความหมายของความพึงพอใจและสิ่งที่จะวัดนั้นให้แน่นอน

3. เมื่อตีความหมายของสิ่งของที่จะวัดแน่นอนแล้ว ก็สร้างข้อความในแต่ละข้อนั้น ๆ ให้ครอบคลุมเนื้อหาในหัวข้อเหล่านั้น ซึ่งมีลักษณะดังนี้

3.1 ต้องเป็นข้อความที่เขียนในแง่ความรู้สึก ความเชื่อ หรือความตั้งใจจะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งไม่ใช่ข้อเท็จจริง

3.2 ข้อความที่บรรจุในสเกลจะต้องประกอบด้วยข้อความที่เป็นบวกและลบคละกัน

3.3 ข้อความในแต่ละข้อต้องสั้น เข้าใจง่าย ชัดเจนไม่กำกวม

4. เมื่อได้ข้อความเพียงพอแล้วก็บรรจุลงในสเกล โดยให้มีข้อเลือก 5 ข้อเลือก ได้แก่ พึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อยและพึงพอใจน้อยที่สุด

5. การกำหนดน้ำหนักในการตอบข้อเลือกต่าง ๆ แต่ละข้อ ซึ่งในการกำหนดน้ำหนักว่าข้อเลือกใดควรจะมีน้ำหนักเท่าใดนั้น มีวิธีการอยู่ 3 วิธี แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ Arbitrary Weighting Method ซึ่งกำหนดให้แต่ละหัวข้อมีน้ำหนักเป็น 5 4 3 2 และ 1 ถ้าข้อความเป็นบวก และ 1 2 3 4 และ 5 ถ้าชนิดของข้อความเป็นลบ

6. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้นโดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 5 ท่าน ให้ระบุข้อบกพร่องการใช้ภาษาความเข้าใจตรงกัน แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

7. ทำการทดลองก่อนนำไปใช้จริง โดยการนำข้อความที่ได้รับการตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างประมาณ 100 คน ที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการวิจัย วิเคราะห์คุณภาพของข้อความแต่ละข้อ โดยการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคำถามเป็นรายข้อกับคะแนนรวมทั้งฉบับ (Item – test Correlation) และหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบสอบถามโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α – coefficient)

8. ปรับปรุงแก้ไขข้อความและเลือกข้อความที่มีคุณภาพ

9. นำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

สมนึก ภัททิยธนี. (2558 : 37 - 43) กล่าวถึง การสร้างแบบวัดความพึงพอใจมีดังนี้

1. คำชี้แจง ระบุถึงจุดประสงค์และวิธีการตอบแบบสอบถาม พร้อมตัวอย่าง

2. ข้อคำถามส่วนตัวผู้ตอบแบบสอบถาม เช่น ชื่อ-สกุล เพศ ระดับการศึกษา อาชีพ ฯลฯ

3. ข้อคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง และความคิดเห็น เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่จะช่วยให้รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการศึกษา เพื่อให้แบบสอบถามมีคุณภาพสูง

สรุปได้ว่า การสร้างเครื่องมือวัดความพึงพอใจประกอบด้วยการศึกษาหลักเกณฑ์ วิธีการสร้าง กำหนดขอบเขตเนื้อหาและสร้างข้อความให้ครอบคลุมเนื้อหา ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในเรื่องความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นความรู้สึกทางบวกเป็นผลมาจากการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งไม่สามารถวัดได้โดยตรง ต้องอาศัยเครื่องมือในการวัด ผู้ศึกษาสนใจที่จะศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบปลายปิด กำหนดระดับที่วัดเป็นแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ และกำหนดข้อคำถาม 4 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้และด้านการวัดและประเมินผล

14. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง. (2554) ได้ศึกษาวิจัยโดยการสร้างและใช้ชุดปฏิบัติการของไหล เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการของไหลหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเฉลี่ยหรือมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น average normalized gain เท่ากับ 0.76 ซึ่งอยู่ในระดับสูง โดยที่คะแนนสอบหลังเรียนกับคะแนนสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าชุดปฏิบัติการของไหลทำให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าชุดปฏิบัติการของไหลที่สร้างขึ้นสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

ชนาธิป ดวงตาแสง. (2555) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิตที่ระดับ .05 อีกทั้งนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยที่นักเรียนที่เรียนแบบปกติมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีค่าเท่ากับ 0.7225 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72.25

ชนิตกานต์ คำวัน. (2555) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพ 82.82/80.67 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ คือ การทำการทดลองหาแรงลัพธ์เทียบกับผลการคำนวณเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง ($< g >= 0.72$) ผลจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้และนักเรียนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี

ชลิตา ทักษิณกานนท์. (2555) ศึกษาวิจัยการเพิ่มพูนความเข้าใจ เรื่อง มวล แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างเจตคติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.39/75.37 กิจกรรมการเรียนที่ใช้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน โดยที่คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 และจากการศึกษาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 39.56 ของนักเรียนทั้งหมดมีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.66 ซึ่งอยู่ในระดับกลาง

สุภาพร คำพิมาย. (2555) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรูเรื่องการบวก ลบ คูณ หารระคน และพฤติกรรมการทำงานเปนกลุมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 4 จากการจัดการเรียนรูโดยใชเทคนิค TAI ผลการวิจัยพบวา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกวาก่อนเรียนอยางมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยคิดเปนรอยละ 73.63 สูงกวาเกณฑรอยละ 70 อยางมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .01 การจัดการเรียนรูโดยใชเทคนิค TAI ทำใหนักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรูจะเห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไมแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนครั้งที่ 1 และ 2 คิดเปนร้อยละ

75.05 และรอยละ 73.63 ตามลำดับ และพฤติกรรมการทำงานกลุมของนักเรียนในภาพรวม พบวา นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานกลุมดีขึ้น

ยศธร บันเทิง. (2556) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 0.73 ซึ่งอยู่ในระดับสูง และจากการวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุ่งนภา พรหมภักดี. (2556) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง มีค่าเท่ากับ 80.74/78.90 ดัชนีประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.6009 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

วัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการคิดสร้างสรรค์ความรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.80/85.56 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สนธยา วิเศษสังข์. (2557) ศึกษาวิจัยการสอนแบบ Hands-on เรื่อง ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุรพินท์พิทยา อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนตามสถิติค่า Normalized gain มีค่าเท่ากับ 0.60 อยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้ การประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Hands-on จากการวิเคราะห์พบว่า

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Hands-on มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก

เกศินี อินถา และคณะ. (2558 : 132) ได้ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนแม่จันวิทยาคม จังหวัดเชียงราย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมของนักเรียนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 อยู่ในระดับมาก และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมดังกล่าวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 อยู่ในระดับมาก

จารีพร ผลมูล. (2558 : 92) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 33 คน โรงเรียนเมืองหลังสวน จังหวัดชุมพร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนมีจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมผ่านเกณฑ์ระดับดี นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการจะช่วยให้นักเรียนได้รับการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สร้างจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจและพึงพอใจต่อการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ชาลี เกยรัมย์. (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้มีประสิทธิภาพของ (E1/E2) เท่ากับ 83.19/83.58 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 0.7338 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 73.38 และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพฤติกรรมมากที่สุด

ถนอมศรี เวชสุวรรณ์. (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัด

การเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบแล้ว 2 สัปดาห์ ($\bar{x}$ = 21.49) ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทันที ($\bar{x}$ = 22.55) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในการเรียนรู้

ภัสสร ติดมา. (2558) ศึกษาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และแนวทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยตั้งแต่ร้อยละ 79 ขึ้นไปและมีพัฒนาการของความคิดสร้างสรรค์เพิ่มสูงขึ้นทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรม

วันวิสา กองเสน. (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 36 คน ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนอ่างศิลาพิทยาคม อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่า คะแนนของความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาเจตคติต่อวิชาชีววิทยา พบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดนั้นช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีความคงทนในการเรียนรู้ที่ยาวนาน และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาชีววิทยา

สุพัตรา โคตะวงค์ (2558 : 106) ได้ศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/13 โรงเรียนชุมแพศึกษา จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้ เรื่อง กายวิภาคของพืชตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่ โครงสร้าง

และหน้าที่ของใบ การลำเลียงน้ำและสารอาหาร ผลและเมล็ด นักเรียนกลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ. (2559) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนการสอนตามแนว STEM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนการสอนตามแนว STEM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ทิตยา สลิน. (2559) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมกุฎเมืองราชวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 50 คน ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559 : 88-89) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล : โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมคะแนนหลังเรียนสูงกว่า

ก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ได้ดียิ่งขึ้น

ภัชรพงษ์ พระไว. (2559) ศึกษาวิจัยออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมที่สามารถส่งผลต่อกระบวนการเข้าใจ และความคงทนในการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการเล่นกีฬาวอลเลย์บอล เพื่อเป็นการเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนในเรื่องการเคลื่อนที่ในแบบต่าง ๆ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมที่ใช้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างสูง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อยู่ในระดับกลาง

ศิรินภา นกแก้ว. (2559) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.53/86.19 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เท่ากับ 0.7005 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 70.05 อีกทั้งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อาทิตยา พูนเรือง. (2559) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนและศึกษาพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนกาบเชิงวิทยา ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษาส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ โดยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและพฤติกรรมใฝ่เรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

อุษณี แก้ววงษ์. (2559) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสร้างมโนมติวิชาฟิสิกส์ เรื่องโพลาไรเซชันของแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 คน โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 0.70 ซึ่งอยู่ในระดับสูง นักเรียนมีความรู้คงทนยาวนานและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560 : 83) ได้ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม จังหวัดพังงา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนรู้วิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง อีกทั้งนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

จีรพรรณ ชวาลสันตติ. (2560) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการเรียนตามรูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มมีความก้าวหน้าขึ้นดังนี้ ระยะที่ 1 มีระดับความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม ระดับน้อย ระยะที่ 2 และระยะที่ 3 มีระดับความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมระดับปานกลาง และระยะที่ 4 มีระดับความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมในระดับดี ซึ่งทุกระยะมีระดับความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ฐายิกา ชูสุวรรณ. (2560) ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางไทรวิทยา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่อง แสง ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้แนวทางการจัดการศึกษาแบบสะเต็มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธีรฎา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และวิภารัตน์ เชื้อชวดชัยสิทธิ์. (2560) การวิจัยนี้เป็นวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหา

แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาคแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนได้ โดยนักเรียนร้อยละ 95.80 มีสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมืออยู่ในระดับสูงหลังจากการจัดการเรียนรู้

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รักษ์ศิริ จิตอารี และคณะ. (2560) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM Education เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนภูคาวิทยาคม จังหวัดน่าน จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยแยกเป็นรายด้าน

วิรัดชณา จิตรักศิลป์. (2560) การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านอูนโคก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด

นราภรณ์ ชัยบัวแดง. (2561) การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส โดยมีกลุ่มประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ยซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแสอยู่ในระดับมากที่สุด

พิทธพนธ์ พิทักษ์. (2561) การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญ และฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนกระบุรีวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของกลุ่มตัวอย่างสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤษกร บุญประเสริฐ. (2562) งานวิจัยนี้ได้ใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การตกของลูกแบดมินตันขนไก่ ในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อยกระดับการจัดการเรียนรู้ของผู้สอนให้สัมพันธ์กับความสนใจของผู้เรียน โดยเน้นการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบไปด้วย ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดละออ โดยศึกษาการตกของลูกแบดมินตันขนไก่ให้มีคุณสมบัติสามารถแสดงความเร็วปลายในการตกได้ในระยะไม่เกิน 3 เมตร ต่อมาได้นำเอาผลการทดลองไปพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ นักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับดีขึ้นไป และนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะความคิดสร้างสรรค์อยู่ระดับดีมาก และคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ. (2562) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดบางน้อย (แจ่มประชานุกูล) จำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีและมีพัฒนาการสูงขึ้น และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานอยู่ในระดับดี

รพีพล อินสุพรรณ. (2562) การวิจัยครั้งนี้ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โมเมนตัมและการชน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม จำนวน 21 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และ 2 นักเรียนมีคะแนน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

จุฑารัตน์ เกาะหวาย. (2563) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวชิรธรรมสาธิต ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

มาริสา หอมดวง. (2563) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม งานวิจัยนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีการคิดแก้ปัญหาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 79.81 มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 34.30 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึกหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 47.96 และ มีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 16.20

Satchwell and Loepp. (2008) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนด้วย STEM Education บูรณาการร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วย STEM Education บูรณาการร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีส่วนทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

Lou,et al. (2010 : 8) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับ STEM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไต้หวัน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับ STEM ให้กับนักเรียนที่เรียนในระบบสามัญกับนักเรียนในระบบอาชีวะ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนในระบบการศึกษาต่างกันมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่เรียนในระบบสามัญมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่านักเรียนที่เรียนในระบบอาชีวะ และนักเรียนที่เรียนในระบบอาชีวะมีทักษะด้านการผลิตชิ้นงานมากกว่านักเรียนที่เรียนในระบบสามัญ และการจัดกิจกรรม DIY (Do it

yourself) เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบชิ้นงาน โดยการสืบเสาะหาข้อมูลจากหนังสือและอินเทอร์เน็ต การทดลอง การปรึกษาผู้รู้ นอกจากนี้การออกแบบสื่อการสอนในกิจกรรมการเรียนรู้ STEM เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียน

Roehrig, Moore, Wang and Park. (2012) ได้ศึกษาการบูรณาการการสอนด้วย STEM Education ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนวิศวกรรมศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2 ผลการศึกษาพบว่า การบูรณาการเรียน STEM Education ในการเรียนวิศวกรรมศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธี Co-Teaching โดยครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สอนร่วมกัน ทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถด้านวิศวกรรมเพิ่มขึ้น

Ceylan and Ozdilek. (2013 : 227) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาโดยใช้สะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 23.25 เป็นที่น่าสนใจว่าสามารถเพิ่มคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนได้ด้วยการเพิ่มเติมกิจกรรมการเรียนรู้ STEM ได้แก่ กิจกรรมวิศวกรรมศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนสอนแบบโครงงานที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013) เป็นการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง 3 ปีการศึกษา (2558-2560) โดยการสังเกตในโรงเรียนเตรียมอนุบาล จำนวน 4 แห่ง เกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และโอกาสในการเรียนรู้ภาคสนาม ผ่านกระบวนการสังเกต ซักถาม และการสัมภาษณ์นักเรียนโดยตรง กิจกรรมสะเต็มซึ่งเกิดการเรียนรู้ผ่านเกมการเล่นที่เน้นความสนุกและเกิดการเรียนรู้ควบคู่กันไป ผลการวิจัยพบว่า โรงเรียนเตรียมอนุบาลเป็นสถานที่ที่ให้ประสบการณ์ที่หลากหลายแก่นักเรียนที่อยู่ในวัยเรียนรู้ ประสบการณ์จากการทำกิจกรรมสะเต็มของนักเรียนช่วยเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง เพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ และยังพบอีกว่าการบูรณาการสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เกิดขึ้นจากการเล่นของนักเรียนและรูปแบบตามความสนใจของตนเอง การค้นพบที่สำคัญนี้เน้นให้เห็นถึงแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย แตกต่างกันตามศักยภาพการรับรู้ กิจกรรมสะเต็มจะช่วยพัฒนาให้นักเรียนครอบคลุมในทุกด้านของการเรียนรู้ โดยครูต้องจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียน

Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014) ศึกษาและประเมินกิจกรรมสะเต็มจากการแข่งขันหุ่นยนต์จำลองที่กำลังได้รับความนิยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา การแข่งขันหุ่นยนต์จำลองออกแบบมาเพื่อส่งเสริมการใช้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะต้องใช้ระบบการคำนวณผ่านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และการตอบสนองต่อการทำงานผ่านระบบตัวตรวจวัดต่าง ๆ (Sensor) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ จากผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เข้าแข่งขันมีพัฒนาการทางการเรียนรู้

และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น จึงมีการนำกิจกรรมแข่งขันหุ่นยนต์จำลองมาประยุกต์ใช้เป็นกิจกรรมสะเต็มเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้

Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2016) งานวิจัยนี้ศึกษากิจกรรมสะเต็มแบบบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน (ชาย 25 คน หญิง 15 คน) ที่มาจากพื้นที่ด้อยโอกาส ซึ่งศึกษาอยู่ในโรงเรียนของรัฐบาล ประเทศตุรกี การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็ม ผ่านการวิเคราะห์เชิงคุณภาพที่ระบุถึงการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาและทักษะที่ได้รับ จากการวิจัยทำให้ทราบว่านักเรียนเกิดประสิทธิภาพในการรับรู้เนื้อหาสาระได้ดีขึ้นและเกิดทักษะกระบวนการในการศึกษาเรียนรู้

Ring, E.A.; Dare, E.A.; Crotty, E.A.; Roehrig, G.H. (2017) การวิจัยเชิงสำรวจแนวคิดของครูเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการซึ่งมุ่งเน้นไปที่การนำสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการมาสู่ห้องเรียนวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าครูผู้สอนมีการปรับรูปแบบการสอนจากง่ายไปสู่ระดับที่ยากหรือแนวทางการแก้ไขปัญหาที่สลับซับซ้อนเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน วิธีการสอนของครูวิทยาศาสตร์ระดับเกรด 12 มีลักษณะเป็นการเรียนการสอนเชิงบูรณาการสะเต็มศึกษามากขึ้น และนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ทั้งนี้ยังพบว่าแนวความคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาอาจได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์การพัฒนาวิชาชีพของครูผู้สอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวปฏิรูปการศึกษาระดับชาติของสหรัฐอเมริกาที่กำลังเรียกร้องให้มีการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันในด้านกำลังคนและด้านแรงงานในอนาคต

Walker, W. S., III. (2017) การศึกษาวิจัยพบว่า สะเต็มศึกษาเป็นวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนใช้ความรู้ด้านเนื้อหา สร้างการเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาและเพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน การนำสะเต็มศึกษามาบูรณาการกับเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ถือเป็นความท้าทายสำหรับครูผู้สอน เพราะการบูรณาการที่ถูกต้องเหมาะสม รวมไปถึงการสร้างบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

Li, Y. (2018) จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่าสะเต็มศึกษาถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เป็นการจัดการศึกษาที่ได้รับการยอมรับ เพราะเป็นการบูรณาการและความเชื่อมโยงของสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ เน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนารอบด้านตามศักยภาพและความสนใจของตนเอง เน้นการศึกษาค้นคว้า รอบรวมข้อมูลและปรับประยุกต์มากขึ้นในสาขาวิชาต่าง ๆ ในปัจจุบันจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า สะเต็มศึกษาถูกนำมาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ ซึ่งเป็นการเปิดประตูสู่โอกาสและแนวทางใหม่ ๆ สำหรับการเรียนรู้และการเตรียมความพร้อมของนักเรียน

Guzey & Moore, 2017 Moore, Stohlmann et al. (2014) ศึกษาและประเมินหลักสูตรบูรณาการสะเต็มศึกษาตามการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering STEM ICA) ผลการศึกษาพบว่าหลักสูตรบูรณาการสะเต็มศึกษาจะมีคุณภาพ ประกอบด้วยหลักการสำคัญ 8 ประการ คือ

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับบริบทที่มีความหมายและสร้างแรงบันดาลใจเป็นการส่วนตัว

2. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในงานออกแบบทางวิศวกรรมโดยมีวัตถุประสงค์ที่น่าสนใจซึ่งเกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงกับบริบทของผู้เรียน

3. ผู้เรียนเรียนรู้จากความล้มเหลวและมีโอกาสออกแบบใหม่

4. เรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์และ/หรือวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานที่เหมาะสม

5. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทักษะการทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร

7. ปลูกฝังให้ผู้เรียนใช้เหตุผลตามหลักฐานเพื่อบูรณาการวิศวกรรมกับคณิตศาสตร์และ/หรือวิทยาศาสตร์

8. ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการออกแบบทางวิศวกรรม

Gazibeyoglu, T., & Aydin, A. (2019) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมฐานสะเต็มศึกษาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ เรื่อง แรงและพลังงาน และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับฐานสะเต็มศึกษา ทั้งนี้ได้สุ่มนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 52 คน (กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 26 คน) ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 ห้องเรียน 7-D และ 7-E ของโรงเรียนประถมศึกษาในจังหวัดคาสทาโมนู (Kastamonu) ระหว่างปีการศึกษา 2559-2560 ผลการวิจัยพบว่า จากการเข้าร่วมบทเรียนที่สนับสนุน โดยกิจกรรมสะเต็มศึกษา ส่งผลให้กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ กิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาส่งผลให้บทเรียนมีความสนุกและนักเรียนเกิดความกระตือรือร้น กระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องแรงและพลังงานได้ดีขึ้นอีกด้วย

ตารางที่ 2.5 สรุปผลการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้

ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
1	ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง	2554	ฟิสิกส์	ม.6	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. ความคงทนในการเรียนรู้
2	ชนาธิป ดวงตาแดง	2555	คณิตศาสตร์	ม.3	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความคงทนในการเรียนรู้ 3. ความพึงพอใจ
3	ชนิตกานต์ คำวัน	2555	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. ความคงทนในการเรียนรู้
4	ชลิตา ทักษิณกานนท์	2555	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
5	สุภาพร คำพิมาย	2555	คณิตศาสตร์	ป.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความคงทนในการเรียนรู้ 3. ทักษะการทำงานเป็นทีม
6	ยศธร บันเทิง	2556	ฟิสิกส์	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้
7	รุ่งนภา พรหมภักดี	2556	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความพึงพอใจ
8	วัชรี อาภรณ์พงษ์	2556	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความพึงพอใจ
9	สนธยา วิเศษสังข์	2557	ฟิสิกส์	ม.6	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
					2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. ความพึงพอใจ
10	เกศินี อินถา และคณะ	2558	เคมี	ม.ปลาย	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 3. ความพึงพอใจ
11	จารีพร ผลมูล	2558	วิทยาศาสตร์	ม.3	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความพึงพอใจ
12	ชาลี เกยรัมย์	2558	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
13	ถนอมศรี เวชสุวรรณ์	2558	วิทยาศาสตร์	ม.1	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความคงทนในการเรียนรู้
14	ภัสสร ติดมา	2558	วิทยาศาสตร์	ม.2	1. ทักษะความคิดสร้างสรรค์
15	วันวิสา กองเสน	2558	ชีววิทยา	ม.6	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความคงทนในการเรียนรู้ 3. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
16	สุพัตรา โคตะวงค์	2558	เทคโนโลยี	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ทักษะการทำงานเป็นทีม 3. ความพึงพอใจ
17	ดวงพร สมจันทร์ตา	2559	ชีววิทยา	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
18	ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ	2559	วิทยาศาสตร์	ม.1	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
19	ทิตยา สลิน	2559	ฟิสิกส์	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
20	เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ	2559	เคมี	ม.6	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
					2. ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม
21	ภัชรพงษ์ พระไว	2559	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. ความคงทนในการเรียนรู้
22	ศิรินภา นกแก้ว	2559	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. ความพึงพอใจ
23	อาทิตยา พูนเรือง	2559	วิทยาศาสตร์	ม.3	1. ความสามารถในการแก้ปัญหา 2. พฤติกรรมใฝ่เรียนรู้
24	อุษณี แก้ววงศ์	2559	ฟิสิกส์	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ 3. ความคงทนในการเรียนรู้
25	เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง	2560	เคมี	ม.6	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. พัฒนาการทางการเรียน 3. ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความพึงพอใจ
26	จีรพรรณ ชวาลสันตติ	2560	ฟิสิกส์	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรม
27	ฐายิกา ชูสุวรรณ	2560	ฟิสิกส์	ม.5	1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 2. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
28	ธีรฎา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ และ วิภารัตน์ เชื้อชวดชัยสิทธิ์	2560	เคมี	ม.5	1. สมรรถนะการแก้ปัญหา
29	ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ	2560	ชีววิทยา	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ
30	รักษ์ศิริ จิตอารีและคณะ	2560	วิทยาศาสตร์	ม.1	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3 ด้าน - ด้านการระบุคำถามทางวิทยาศาสตร์ - ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ - ด้านการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์
31	วิรัดชณา จิตรักศิลป์	2560	วิทยาศาสตร์	ม.1	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. ความพึงพอใจ
32	นราภรณ์ ชัยบัวแดง	2561	ฟิสิกส์	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. เจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์
33	พิทธพนธ์ พิทักษ์	2561	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3. ความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรค

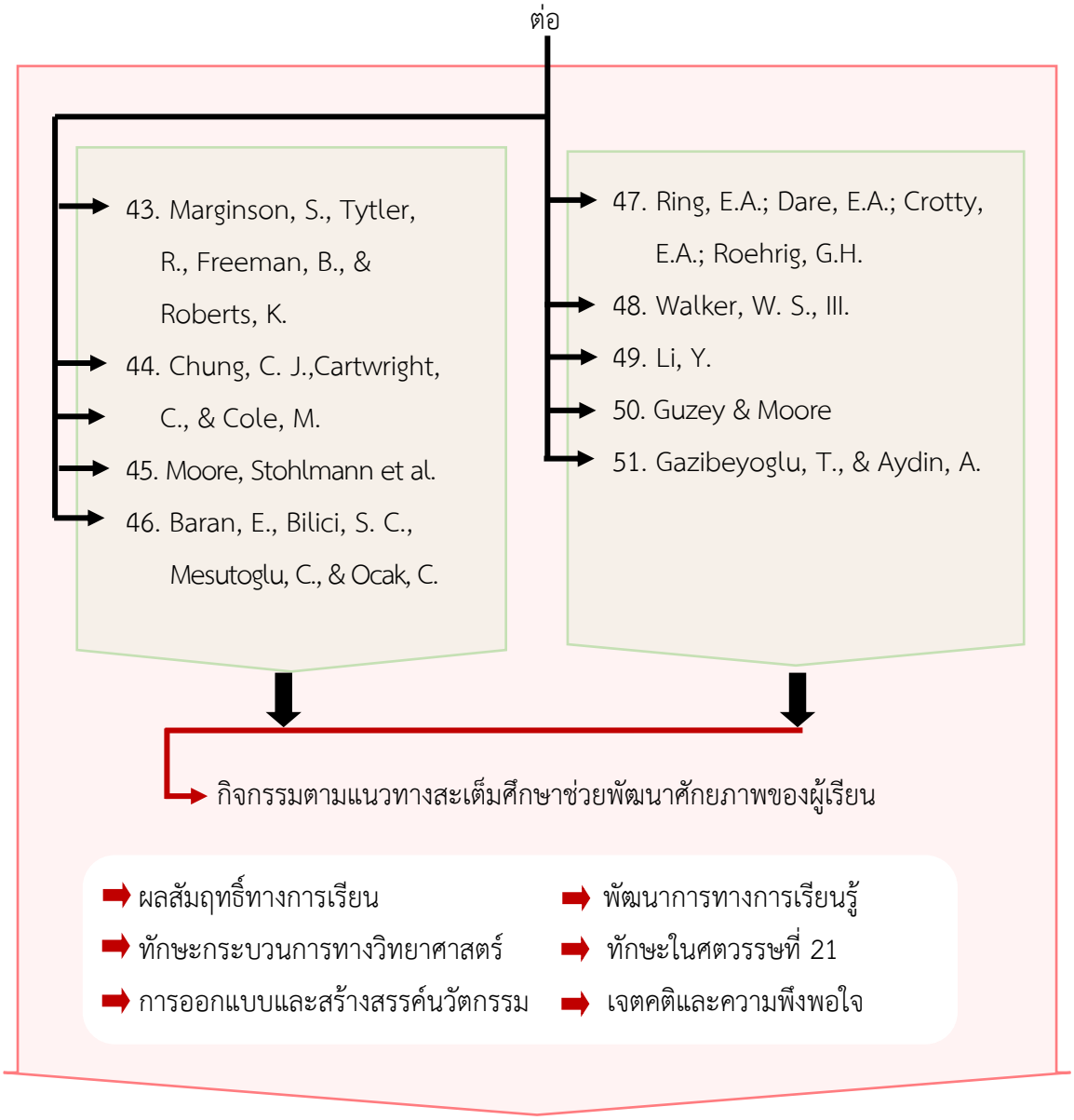
ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
34	กฤษกร บุญประเสริฐ	2562	ฟิสิกส์	ม.ปลาย	1. ทักษะความคิดสร้างสรรค์
35	ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ	2562	วิทยาศาสตร์	ม.1	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. ความสามารถสร้างผลงาน
36	รพีพล อินสุพรรณ	2562	ฟิสิกส์	ม.4	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
37	จุฑารัตน์ เกาะหวาย	2563	ฟิสิกส์	ม.5	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. ความสามารถในการแก้ปัญหา
38	มาริสา หอมดวง	2563	ชีววิทยา	ม.5	1. การคิดแก้ปัญหา 2. พัฒนาการทางการเรียนรู้
39	Satchwell and Loepp.	2008	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	ม.ปลาย	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แรงจูงใจในการศึกษาเรียนรู้
40	Lou,et al.	2010	วิทยาศาสตร์	สายสามัญและสายอาชีพ	1. ความคิดสร้างสรรค์ 2. การออกแบบและสร้างนวัตกรรม 3. ความพึงพอใจ
41	Roehrig, Moore, Wang and Park.	2012	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	ม.1-2	1. ความสามารถในการแก้ปัญหา 2. ความสามารถด้านวิศวกรรม
42	Ceylan and Ozdilek.	2013	วิทยาศาสตร์	ม.ต้น	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
43	Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K.	2013	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี	เตรียมอนุบาล	1. ความเชื่อมั่นในตนเอง 2. ความสามารถในการเรียนรู้

ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
					3. ทักษะทุกด้านของการเรียนรู้
44	Chung, C. J.,Cartwright, C., & Cole, M.	2014	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี	ป.5	1. พัฒนาการทางการเรียนรู้ 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3. ทักษะการออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์
45	Moore, Stohlmann et al.	2014	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	ประเมินหลักสูตร	1. สร้างแรงบันดาลใจ 2. ทักษะการแก้ปัญหา 3. ทักษะการทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร
46	Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., & Ocak, C.	2016	กิจกรรมสะเต็ม	ป.6	1. ประสิทธิภาพในการรับรู้ 2. ทักษะกระบวนการคิด 3. ทักษะการแก้ไขปัญหา
47	Ring, E.A.; Dare, E.A.; Crotty, E.A.; Roehrig, G.H.	2017	สำรวจแนวคิดของครูเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการ		1. ปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตร 2. ประสบการณ์ของครูมีผลต่อการจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็ม 3. สามารถนำไปพัฒนาผู้เรียนได้รอบด้าน
48	Walker, W. S., III.	2017	คณิตศาสตร์	-	1. ความรู้ด้านเนื้อหาสาระ 2. พัฒนาการทางการเรียนรู้
49	Li, Y.	2018	คณิตศาสตร์ ฟิสิกส์		1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. การคิดแก้ปัญหา 3. พัฒนาการทางการเรียนรู้ 4. ความสามารถในการเรียนรู้

ที่	นักการศึกษา/นักวิจัย	ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย			ผลการวิจัย/ผลการพัฒนา
		ปี พ.ศ.	รายวิชา	ระดับชั้น	
50	Guzey & Moore	2017	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	ประเมินหลักสูตร	1. สร้างแรงบันดาลใจ 2. ทักษะการแก้ปัญหา 3. ทักษะการทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร
51	Gazibeyoglu, T., & Aydin, A.	2019	วิทยาศาสตร์	ป.6	1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. กระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ 3. ความพึงพอใจ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
นักการศึกษาและนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ
1. ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง
2. ชนาธิป ดวงตาแดง
3. ชนิตกานต์ คำวัน
4. ชลิตา ทักษิณกานนท์
5. สุภาพร คำพิมาย
6. ยศธร บันเทิง
7. รุ่งนภา พรหมภักดี
8. วัชรี อาภรณ์พงษ์
9. สนธยา วิเศษสังข์
10. เกศินี อินถา และคณะ
11. จารีพร ผลมูล
12. ชาลี เกยรัมย์
13. ถนอมศรี เวชสุวรรณ์
14. ภัสสร ติดมา
15. วันวิสา กองเสน
16. สุพัตรา โคตะวงค์
17. ดวงพร สมจันทร์ตา
18. ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ
19. ทิตยา สลิน
20. เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ
21. ภัชรพงษ์ พระไว
22. ศิรินภา นกแก้ว
23. อาทิตยา พูนเรือง
24. อุษณี แก้ววงศ์
25. เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง
26. จีรพรรณ ชวาลสันตติ
27. ฐายิกา ชูสุวรรณ
28. ธีรฎา ไชยเดช
สกนธ์ชัย ชะนูนันท์
และวิภารัตน์ เชื้อชวดชัยสิทธิ์
29. ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ
30. รักษ์ศิริ จิตอารีและคณะ
31. วิรัดชณา จิตรักศิลป์
32. นราภรณ์ ชัยบัวแดง
33. พิทธพนธ์ พิทักษ์
34. กฤษกร บุญประเสริฐ
35. ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ
36. รพีพล อินสุพรรณ
37. จุฑารัตน์ เกาะหวาย
38. มาริสา หอมดวง
39. Satchwell and Loepp.
40. Lou,et al.
41. Roehrig, Moore, Wang and
Park.
42. Ceylan and Ozdilek.

ต่อ



ภาพที่ 2.23 นักการศึกษาและนักวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
ที่มา : นายวุฒิพล รัตนพร. วาดภาพ

ตารางที่ 2.6 สรุปผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำสะเต็มศึกษามาพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ

นักการศึกษา/นักวิจัย	กิจกรรมสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ		
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความรู้ความเข้าใจ / พัฒนาการทางการเรียน / พฤติกรรมใฝ่รู้	ทักษะกระบวนการ / ทักษะในศตวรรษที่ 21 / ความสามารถในการคิดและแก้ปัญหา	ความพึงพอใจ / เจตคติทางวิทยาศาสตร์ / แรงบันดาลใจ
ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง	✓	✓	-
ชนาธิป ดวงตาแดง	✓	-	✓
ชนิตกานต์ คำวัน	✓	-	-
ชลิตา ทักษิณกานนท์	✓	-	✓
สุภาพร คำพิมาย	✓	✓	-
ยศธร บันเทิง	✓	-	-
รุ่งนภา พรหมภักดี	✓	-	✓
วัชรี อาภรณ์พงษ์	✓	-	✓
สนธยา วิเศษสังข์	✓	-	✓
เกศินี อินถา และคณะ	✓	✓	✓
จารีพร ผลมูล	✓	-	✓
ชาลี เกยรัมย์	✓	-	✓
ถนอมศรี เวชสุวรรณ์	✓	-	-
ภัสสร ติดมา	✓	-	-
วันวิสา กองเสน	✓	-	✓
สุพัตรา โคตะวงค์	✓	✓	✓
ดวงพร สมจันทร์ตา	✓	✓	-
ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ	✓	-	✓
ทิตยา สลิน	✓	-	✓
เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ	✓	✓	-
ภัชรพงษ์ พระไว	✓	-	-
ศิรินภา นกแก้ว	✓	-	✓
อาทิตยา พูนเรือง	✓	✓	-

นักการศึกษา/นักวิจัย	กิจกรรมสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ		
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความรู้ความเข้าใจ / พัฒนาการทางการเรียน / พฤติกรรมใฝ่รู้	ทักษะกระบวนการ / ทักษะในศตวรรษที่ 21 / ความสามารถในการคิดและแก้ปัญหา	ความพึงพอใจ / เจตคติทางวิทยาศาสตร์ / แรงบันดาลใจ
อุษณี แก้ววงศ์	✓	-	-
เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง	✓	✓	✓
จีรพรรณ ชวาลสันตติ	✓	✓	-
ฐายิกา ชูสุวรรณ	-	✓	✓
ธีรฎา ไชยเดช สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ วิภารัตน์ เชื้อชวดชัยสิทธิ์	-	✓	-
ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ	✓	✓	
รักษ์ศิริ จิตอารี และคณะ	✓	-	-
วิรัดชณา จิตรักศิลป์	✓	✓	✓
นราภรณ์ ชัยบัวแดง	✓	-	✓
พิทธพนธ์ พิทักษ์	✓	✓	-
กฤษกร บุญประเสริฐ	-	✓	-
ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ	✓	✓	-
รพีพล อินสุพรรณ	✓	✓	-
จุฑารัตน์ เกาะหวาย	✓	✓	-
มาริสา หอมดวง	✓	✓	-
Satchwell and Loepp	✓	-	✓
Lou,et al.	-	✓	✓
Roehrig, Moore, Wang and Park.	-	✓	-
Ceylan and Ozdilek.	✓	-	-
Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K.	✓	✓	-

นักการศึกษา/นักวิจัย	กิจกรรมสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ		
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน / ความรู้ความเข้าใจ / พัฒนาการทางการเรียน / พฤติกรรมใฝ่รู้	ทักษะกระบวนการ / ทักษะในศตวรรษที่ 21 / ความสามารถในการคิดและแก้ปัญหา	ความพึงพอใจ / เจตคติทางวิทยาศาสตร์ / แรงบันดาลใจ
Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M.	✓	✓	-
Moore, Stohlmann et al.	✓	✓	✓
Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., & Ocak, C.	✓	✓	-
Ring, E.A.; Dare, E.A.; Crotty, E.A.; Roehrig, G.H.	✓	✓	-
Walker, W. S., III.	✓	-	-
Li, Y.	✓	✓	-
Guzey & Moore	-	✓	✓
Gazibeyoglu, T., & Aydin, A.	✓	-	✓

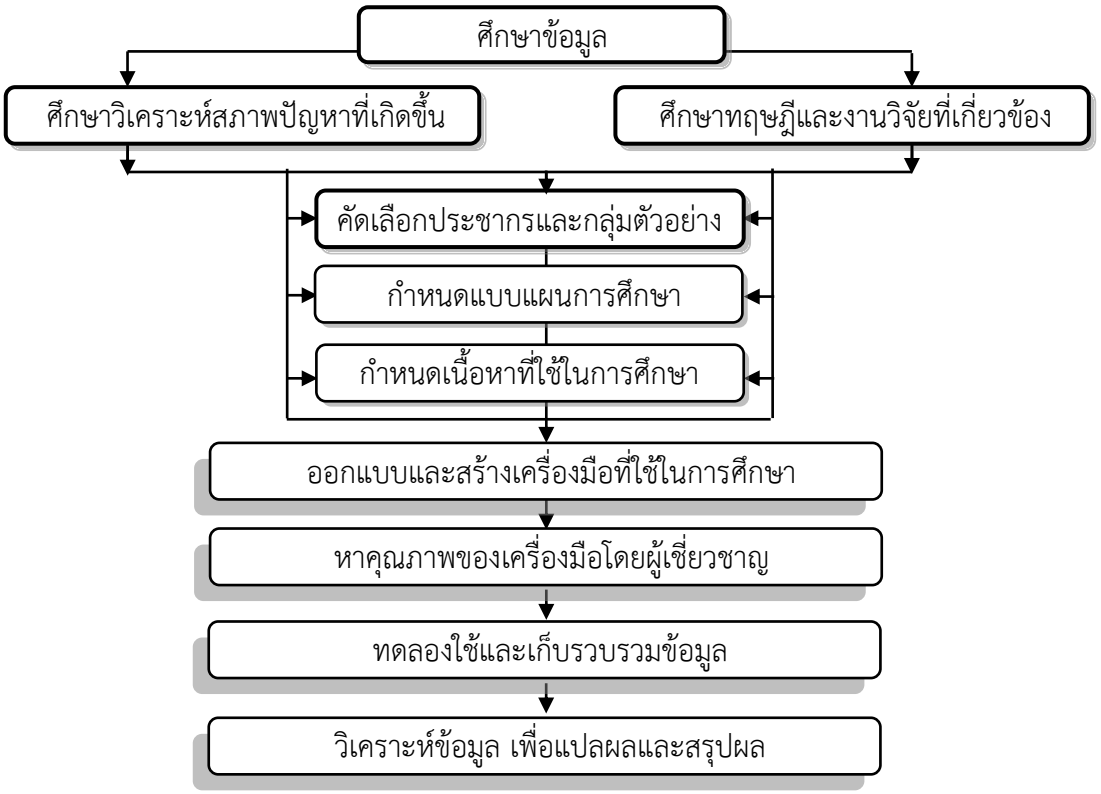
จากผลการศึกษา รวบรวมและวิเคราะห์แนวคิด จุดมุ่งหมายหลักของงานวิจัยเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ จำนวน 51 ผลงานวิจัย จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในสถานการณ์ปัจจุบัน ครูผู้สอนได้ปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้และนำสะเต็มศึกษามาปรับประยุกต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้มากขึ้น สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวิธีคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการร่วมกัน ใช้บริบทของกิจกรรมที่ผู้เรียนคุ้นเคย เพื่อเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองเห็นสิ่งใกล้ตัว ส่งเสริมและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา ฝึกการคิดเชิงระบบ ฝึกการคิดวิเคราะห์ มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีมส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในด้านทักษะการคิดอย่างครบถ้วน จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่า กิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา หลักการ กฎและทฤษฎีของหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดพัฒนาการทางการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่ได้รับสู่การประดิษฐ์นวัตกรรม ผู้เรียนสามารถคิดและออกแบบสิ่งประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ ๆ จากองค์ความรู้ที่มีอยู่ ทำให้ผู้เรียนสามารถขยายความรู้ที่มีได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน คือ กิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารและทักษะการคิดขั้นสูง และเป็นที่น่าสนใจว่า ผลงานวิจัยยังยืนยันว่า ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มในระดับมากและมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความสุขในการศึกษาเรียนรู้ สิ่งนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีวิธีดำเนินการศึกษาตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการศึกษา
3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา
4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
5. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการศึกษา

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 319 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาด-เผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาเป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ 5 รหัสวิชา ว30205 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งสถานศึกษาเป็นผู้จัดทำขึ้นและผู้ศึกษานำมาจัดทำเป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมเรียนรู้ จำนวน 5 ชุด แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ชุดที่)	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
-	การปฐมนิเทศ	2
1	เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล	4
2	เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล	4
3	เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว	4
4	เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด	4

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ชุดที่)	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
5 - ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นเป็นเวลา 3 สัปดาห์	เรื่อง พลศาสตร์ของไหล การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน การทดสอบความคงทนในการเรียนรู้	4 1
รวมจำนวนชั่วโมง		**23**

3. แบบแผนการศึกษา

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการทดลองเชิงวิจัยเบื้องต้น (Pre - experimental design) แบบที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The Single - Group , Pretest - Posttest Design) (บุญชม ศรีสะอาด. 2553 : 51 - 52) แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แบบแผนการทดลองแบบ The Single – Group , Pretest - Posttest Design

สอบก่อน	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
T_1	X	T_2

X แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

T_1 แทน การสอบก่อนที่จะทำการทดลอง (Pre - test)

T_2 แทน การสอบหลังจากที่ทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว (Post - test)

4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทดลอง ได้แก่

4.1.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 เล่ม ใช้เวลาสอน 23 ชั่วโมง รวมชั่วโมงการปฐมนิเทศและการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

4.1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

4.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

4.2.3 แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ เป็นข้อสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 ข้อ

5. การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือแต่ละชนิดตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

5.1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดทำเป็นคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ จำนวน 5 เล่ม มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เกี่ยวกับหลักการ จุดมุ่งหมาย โครงสร้างหลักสูตร (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1 - 32) ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1 - 94) และศึกษาคู่มือการเขียนแผนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ (ศศิธร เวียงวะลัย. 2556 : 20 - 68)

5.1.2 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ เนื้อหา และสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะ

การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1-94) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พุทธศักราช 2560 (โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา. 2560 : 1 - 25)

5.1.3 ศึกษาเทคนิค วิธีการและขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้จากคู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. 2557 และประสาท เนืองเฉลิม. 2558) การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จากคู่มือครูตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำลี รักสุทธี. 2553 : 16 และ วันชัย แย้มจันทร์ฉาย. 2554 : 26) เทคนิควิธีการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) (ธวัช ชิตตระการ. 2555 ; รักษพล ธนานุวงศ์. 2556 และ อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. 2555)

5.1.4 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.1.5 สร้างคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยจัดทำเป็นคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) จำนวน 5 เล่ม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) เล่มที่ 1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปฐมนิเทศ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2

2) เล่มที่ 2 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4

3) เล่มที่ 3 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิวผิว ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6

4) เล่มที่ 4 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 และ 8

5) เล่มที่ 5 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 และ 10

5.1.6 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเนื้อหาสาระดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 แสดงกำหนดการสอนของคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 เล่ม

คู่มือการใช้/ แผนการจัดการเรียนรู้ที่	**เรื่อง**		**จำนวน ชั่วโมง**
คู่มือการใช้เล่มที่ 1	-	การปฐมนิเทศนักเรียน / ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	2
	1	ความหนาแน่นและความดันในของไหล	2
	2	ความหนาแน่นและความดันในของไหล (ต่อ)	2
คู่มือการใช้เล่มที่ 2	3	เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล	2
	4	เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล (ต่อ)	2
คู่มือการใช้เล่มที่ 3	5	แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว	2
	6	แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว (ต่อ)	2
คู่มือการใช้เล่มที่ 4	7	การซึมตามรูเล็กและความหนืด	2
	8	การซึมตามรูเล็กและความหนืด (ต่อ)	2
คู่มือการใช้เล่มที่ 5	9	พลศาสตร์ของไหล	2
	10	พลศาสตร์ของไหล (ต่อ)	2
	-	ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน	1

คู่มือการใช้/ แผนการจัดการเรียนรู้ที่		เรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
ภายหลังการจัดกิจกรรม เสร็จสิ้นเป็นเวลา 3 สัปดาห์	-	ทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้	-
		รวม	**23**

5.1.7 นำคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อแหล่งการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้อื่น ๆ การวัดและประเมินผล เกณฑ์การวัดและประเมินผล ข้อเสนอแนะและบันทึกหลังการสอน

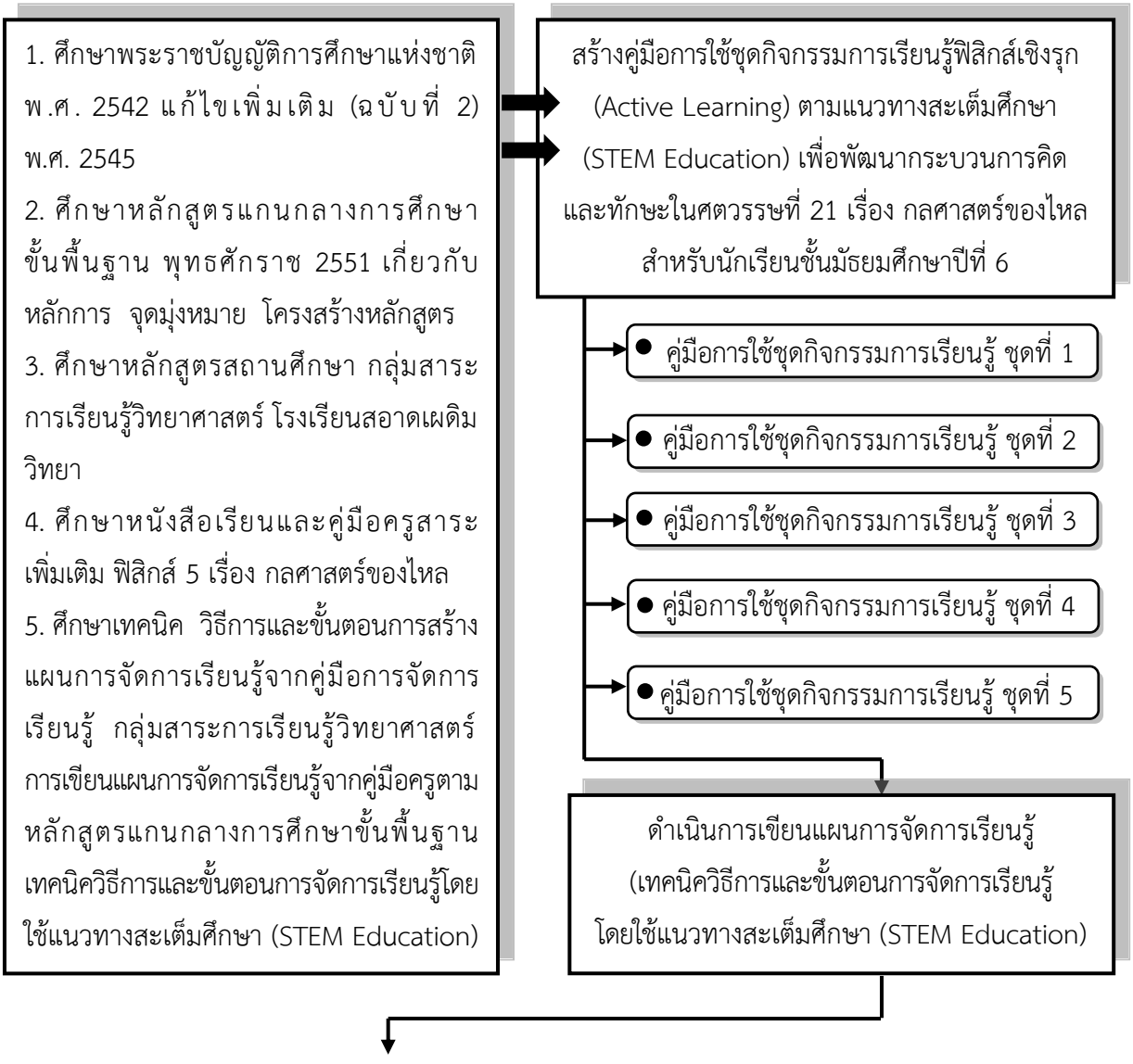
5.1.8 นำคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่องด้านเนื้อหา การสื่อความหมายและเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) พร้อมแบบประเมินคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 82-83) กำหนดเกณฑ์การตัดสินการประเมินคุณภาพของคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

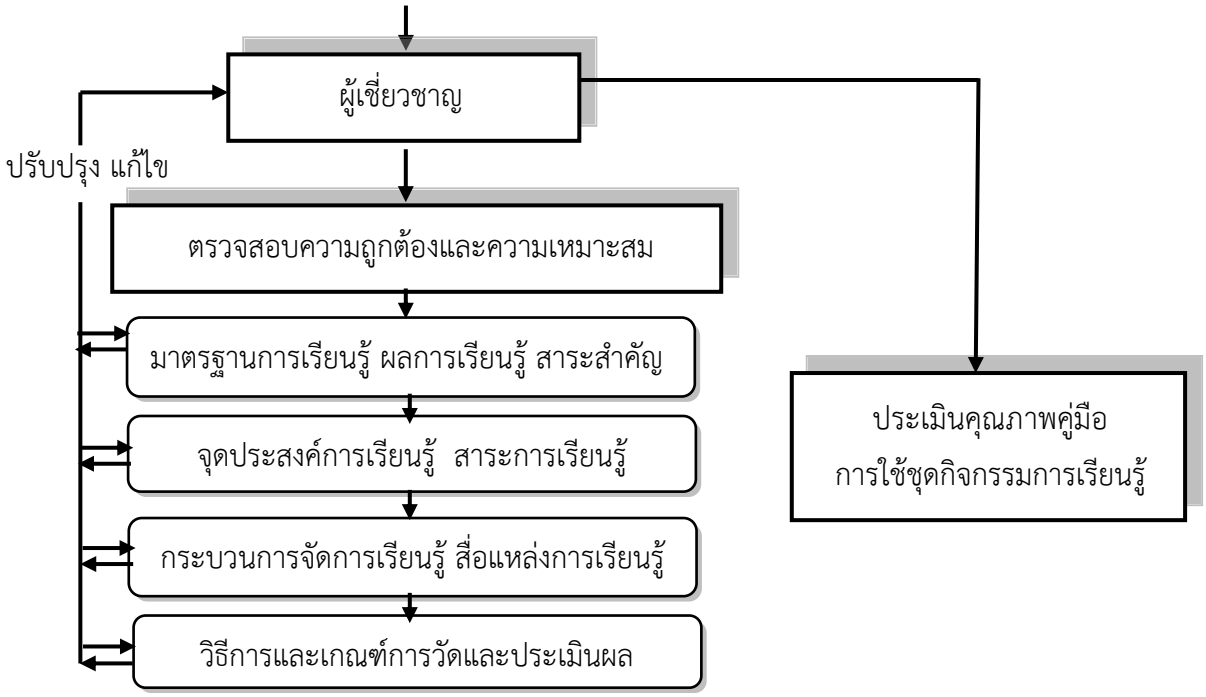
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51–5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51–4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51–3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51–2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00–1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำแบบประเมินที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินเรียบร้อยแล้ว มาตรวจให้คะแนนเพื่อหาค่าเฉลี่ยโดยยึดเกณฑ์ตัดสินตั้งแต่ 3.51 – 5.00 เป็นเกณฑ์ตัดสินว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นสอดคล้องและคู่มือการใช้ชุดฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์มีคุณภาพเหมาะสมที่จะนำไปทดลองหาประสิทธิภาพต่อไป พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.73 และค่าเฉลี่ย (S.D.) เท่ากับ 0.40 (ภาคผนวก ค หน้า 330) ซึ่งแปลผลได้ว่าคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียนกลุ่มทดลองได้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนการสร้างคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6





ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

5.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.2.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยทำการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.2.2 ศึกษาคู่มือครูและแบบเรียนในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.2.3 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.2.4 พิจารณาจุดประสงค์ แบ่งเนื้อหา กำหนดรูปแบบและขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.2.5 ออกแบบและสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด โดยจัดสร้างเนื้อหาให้ครอบคลุมสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยากและจัดทำรูปเล่มให้สวยงาม

5.2.6 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน ชุดละ 10 ข้อ โดยให้สัมพันธ์กับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด จากนั้นนำแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุระ วุฒิพรหม ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและเนื้อหา)

2) ดร. สุรีรัตน์ หอมหวน ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา (ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและเนื้อหา)

3) ดร. ภัทรพร ตัสโต ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร (ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล)

4) นายเฉลิมพร พงศ์ธีระวรรณ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 (ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้)

5) นางสุนี ลิมปนดุษฎี ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนวรนารี-เฉลิม อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16 (ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและแผนการจัดการเรียนรู้)

6) นางอรพินท์ มุจลินทร์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสอาด-เผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 (ผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ภาษาและแผนการจัดการเรียนรู้)

7) นางเสาวลักษณ์ รอดผล ตำแหน่ง ข้าราชการบำนาญ วิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 (ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน)

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยพิจารณาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรม ตามเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ให้คะแนน 0 เมื่อผู้เชี่ยวชาญไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ให้คะแนน -1 เมื่อผู้เชี่ยวชาญแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

โดยมีค่า IOC ของแบบทดสอบหลังเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่า IOC เท่ากับ 0.87
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่า IOC เท่ากับ 0.92
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่า IOC เท่ากับ 0.89
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่า IOC เท่ากับ 0.96
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่า IOC เท่ากับ 0.92

จากข้อมูลข้างต้น พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับลักษณะพฤติกรรมชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 5 อยู่ในเกณฑ์ 0.5-1.0 สามารถนำไปใช้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองได้ (ภาคผนวก ค หน้า 320 - 324)

5.2.7 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยใช้เกณฑ์การประเมินระดับความคิดเห็นจากแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ ระดับ 5 เหมาะสมมากที่สุด ระดับ 4 เหมาะสมมาก ระดับ 3 เหมาะสมปานกลาง ระดับ 2 เหมาะสมน้อย ระดับ 1 เหมาะสมน้อยที่สุด นำคะแนนที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การตัดสินระดับคะแนนเฉลี่ยต้องได้ 3.51 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์แปลความหมายค่าเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 102 – 103)

ระดับความคิดเห็น	ระดับคะแนนเฉลี่ย
เหมาะสมมากที่สุด	4.51 – 5.00
เหมาะสมมาก	3.51 – 4.50
เหมาะสมปานกลาง	2.51 – 3.50
เหมาะสมน้อย	1.51 – 2.50
เหมาะสมน้อยที่สุด	1.00 – 1.50

นำผลการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ รายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.73
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.74
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.70
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.76
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.71

และเมื่อนำผลการประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย พบว่า ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.40 (ภาคผนวก ค หน้า 325 - 330) ซึ่งอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองได้

5.2.8 นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้ทดลอง (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 โดยดำเนินการดังนี้

1) ขั้นทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 6 พร้อมคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 คน โดยเลือกคละความสามารถนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง 1 คน เรียนปานกลาง 1 คน และเรียนอ่อน 1 คน เมื่อได้นักเรียนสำหรับทดลองแล้ว ผู้ศึกษาจึงให้นักเรียนทั้ง 3 คน ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นโดยแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และการประเมินผลให้นักเรียนทราบ ขณะที่นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้ศึกษาจะคอยสังเกตซักถามว่านักเรียนมีความเข้าใจอย่างไรและบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาและขั้นตอนการเรียนรู้ พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 บางชุดมีเนื้อหาในบัตรเนื้อหามากเกินไปและภาพประกอบไม่ชัดเจน นักเรียนเรียนไม่ทันในชั่วโมงเรียนและเกิดความสับสน จากภาพประกอบกับสื่อของจริง มีความผิดพลาดในการพิมพ์ตัวอักษร ผู้ศึกษาดำเนินการปรับปรุงลดเนื้อหาและเปลี่ยนรูปภาพประกอบในแต่ละชุดกิจกรรมให้ชัดเจนขึ้น รวมถึงตรวจสอบความผิดพลาดของการพิมพ์ โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีค่าประสิทธิภาพ รายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 75.89/73.33
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 75.36/70.00
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.01/73.33
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.45/70.00
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.08/76.67

และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีค่าดัชนีประสิทธิผล รายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.53
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.56
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.58
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.59
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.53

ทั้งนี้พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 76.16/72.67 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 (ภาคผนวก ค หน้า 350 และ 358) จะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 จึงนำข้อบกพร่องไปเป็นข้อมูลในการปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

2) ขั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) โดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พร้อมคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 9 คน โดยเลือกคละความสามารถนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง 3 คน เรียนปานกลาง 3 คน และเรียนอ่อน 3 คน สังเกตการเรียนรู้จากการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนแต่ละคน แล้วบันทึกข้อสังเกตและข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วนำผลการทดลองจากการปฏิบัติบัตรกิจกรรมและแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ เพื่อหาข้อบกพร่องด้านเนื้อหาการสื่อความหมาย เวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรม ผู้ศึกษานำผลการทดลองมาหาประสิทธิภาพ พบว่า ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีค่าประสิทธิภาพรายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.07/78.89
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.99/76.67
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.54/77.78
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.62/76.67
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 79.86/78.89

และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีค่าดัชนีประสิทธิผล รายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.68
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.65
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.68
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.69
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.69

ทั้งนี้พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 79.01/77.78 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.68 (ภาคผนวก ค หน้า 352 และ 360) จะเห็นว่าค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 แต่ค่าดัชนีประสิทธิผลมากกว่า 0.50 การทดลองครั้งนี้พบข้อบกพร่อง คือ บัตรกิจกรรมบางชุดยังคงใช้เวลามากเกินไปทำให้นักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด ควรลดเนื้อหาในบัตรกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับเวลาและผู้ศึกษาดำเนินการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองแบบกลุ่มใหญ่หรือแบบภาคสนามในลำดับต่อไป

3) ขั้นทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) โดยนำโดยนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พร้อมคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive

Sampling) เป็นกลุ่มทดลองที่มีลักษณะและคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยเลือกคละความสามารถนักเรียนกลุ่มเรียนเก่ง 10 คน เรียนปานกลาง 10 คน และเรียนอ่อน 10 คน แล้วนำผลการทดลองที่ได้จากการทำบัตรกิจกรรมและแบบทดสอบมาวิเคราะห์ โดยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พร้อมคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีค่าประสิทธิภาพ รายละเอียดดังนี้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.24/82.00
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.90/82.33
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.65/81.67
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.04/82.00
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.21/82.67

และชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีค่าดัชนีประสิทธิผล รายละเอียดดังนี้

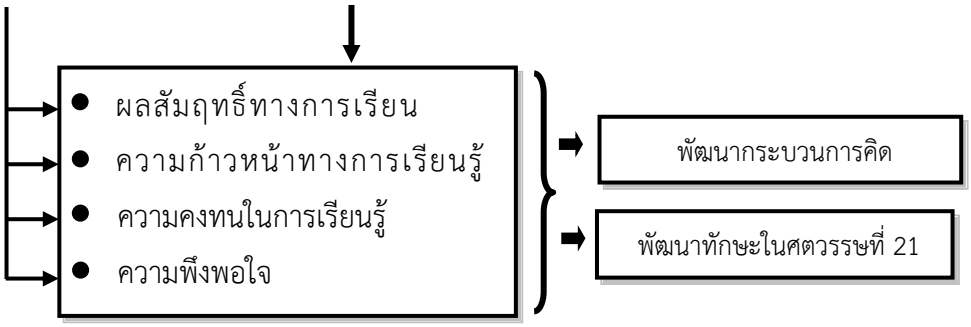
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.72
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 2 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.70
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 3 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.69
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.69
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก ชุดที่ 5 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.71

ทั้งนี้พบว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 5 ชุด มีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 83.01/82.13 ซึ่งเป็นตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเฉลี่ยเท่ากับ 0.70 (ภาคผนวก ค หน้า 357 และ 363)

5.2.9 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผ่านการทดลองขั้นภาคสนามและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง

จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 38 คน ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก

5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ผู้ศึกษาได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.3.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1 - 94) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือคู่มือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 62) หลักการเขียนข้อสอบแบบปรนัยและเทคนิคการวัดและประเมินผลจากหนังสือเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ บุญชม ศรีสะอาด (2556 : 65 - 67) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3.2 วิเคราะห์หลักสูตร แผนการจัดการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น

5.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ เพื่อคัดเลือก 30 ข้อ

5.3.4 นำแบบทดสอบไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) จำนวน 7 ท่าน ตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม ตัวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

5.3.5 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมใช้สูตร IOC (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 221) โดยหาผลรวมของคะแนนสอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

เพื่อดูดัชนีความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับข้อสอบแต่ละข้อ พิจารณาข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 - 1.00 พบว่าผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 - 1.00 และได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 40 ข้อ เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ซึ่งแสดงว่าข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์ (ภาคผนวก ค หน้า 331 – 332)

5.3.6 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มเดิม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)

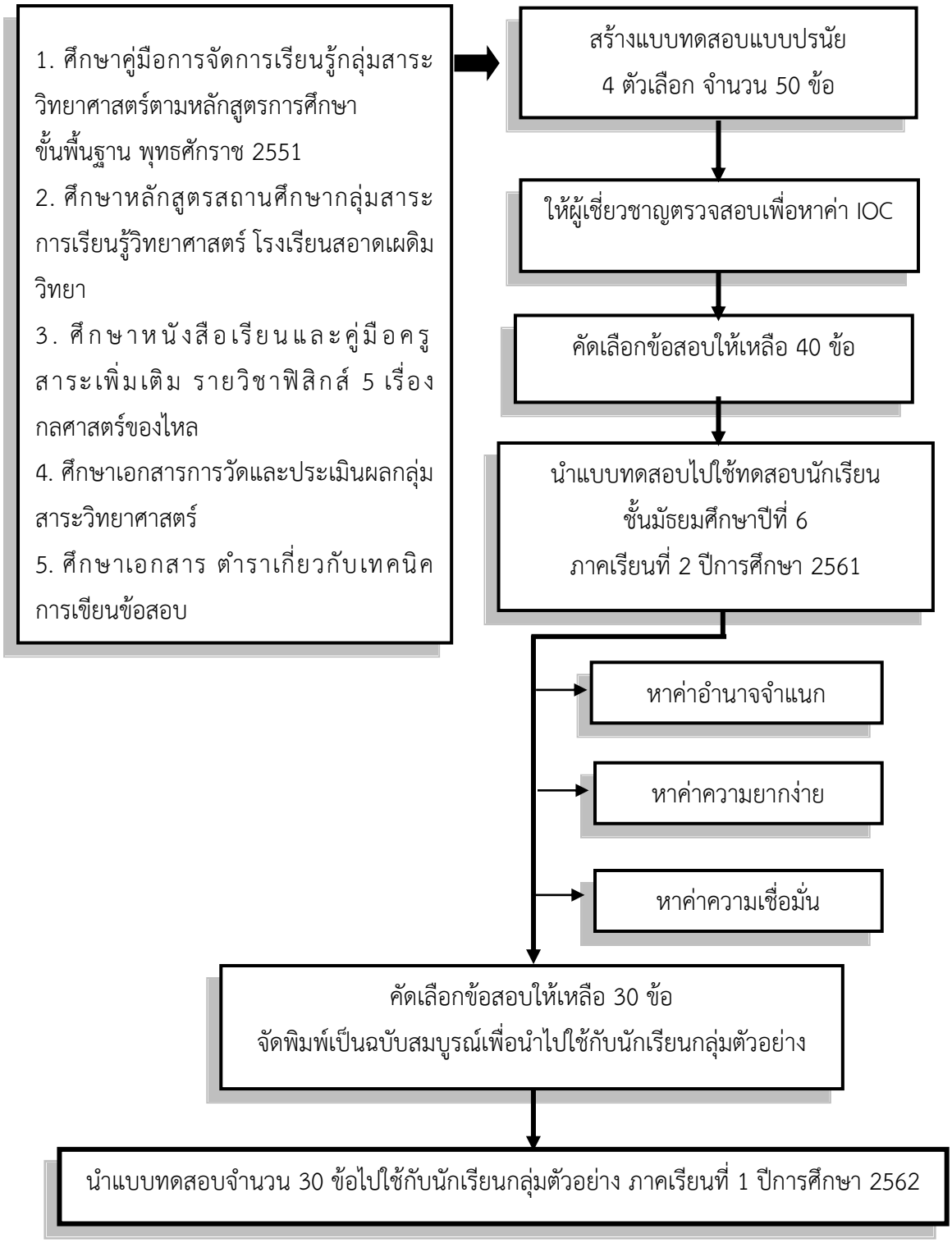
5.3.7 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำ โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบเกิน 1 คำตอบ

5.3.8 นำผลคะแนนทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบแล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปเป็นข้อที่มีคุณภาพ พบว่า ผลการวิเคราะห์ได้ข้อสอบจำนวน 40 ข้อมีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.50 ถึง 0.90 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.07 ถึง 0.53 (ภาคผนวก ค หน้า 335 - 336)

5.3.9 นำแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ครอบคลุมเนื้อหามาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR– 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ไพศาล วรคำ. 2555 : 287) ปรากฏว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.90 (ภาคผนวก ค หน้า 338)

5.3.10 นำข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลในลำดับต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน
วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล



ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4 แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เสร็จสิ้นเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยผู้ศึกษาเป็นผู้สร้างขึ้นเอง จากการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ มาสลับข้อและสลับตัวเลือกในแต่ละข้อ

5.5 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

ผู้ศึกษาได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

5.4.1 ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยศึกษาวิธีสร้างแบบวัดจากหนังสือ เอกสารการวัดผลทางการศึกษาของสมนึก ภัททิยธนี. (2553 : 40 - 41) และบุญชม ศรีสะอาด. (2556 : 82 - 83) รวมถึงศึกษาหลักเกณฑ์ในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจจากหนังสือวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์โดยสร้างแบบวัดความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert)

5.4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจและความคิดเห็น โดยการเขียนและเรียบเรียงข้อความหลาย ๆ ข้อความ เพื่อใช้วัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ ต้องการใช้จริง 15 ข้อ ซึ่งกำหนดระดับความพึงพอใจไว้ 5 ระดับ คือ ความพึงพอใจมากที่สุด ความพึงพอใจมาก ความพึงพอใจปานกลาง ความพึงพอใจน้อย และความพึงพอใจน้อยที่สุด (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 82 - 83) โดยการให้คะแนนคำตอบของข้อความเป็นดังนี้ ความพึงพอใจมากที่สุด ให้ 5 คะแนน ความพึงพอใจมากให้ 4 คะแนน ความพึงพอใจปานกลาง ให้ 3 คะแนน ความพึงพอใจน้อย ให้ 2 คะแนน ความพึงพอใจน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน และกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายของคะแนน คือ

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51–5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51–4.50 หมายถึง ความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51–3.50 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51–2.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00–1.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

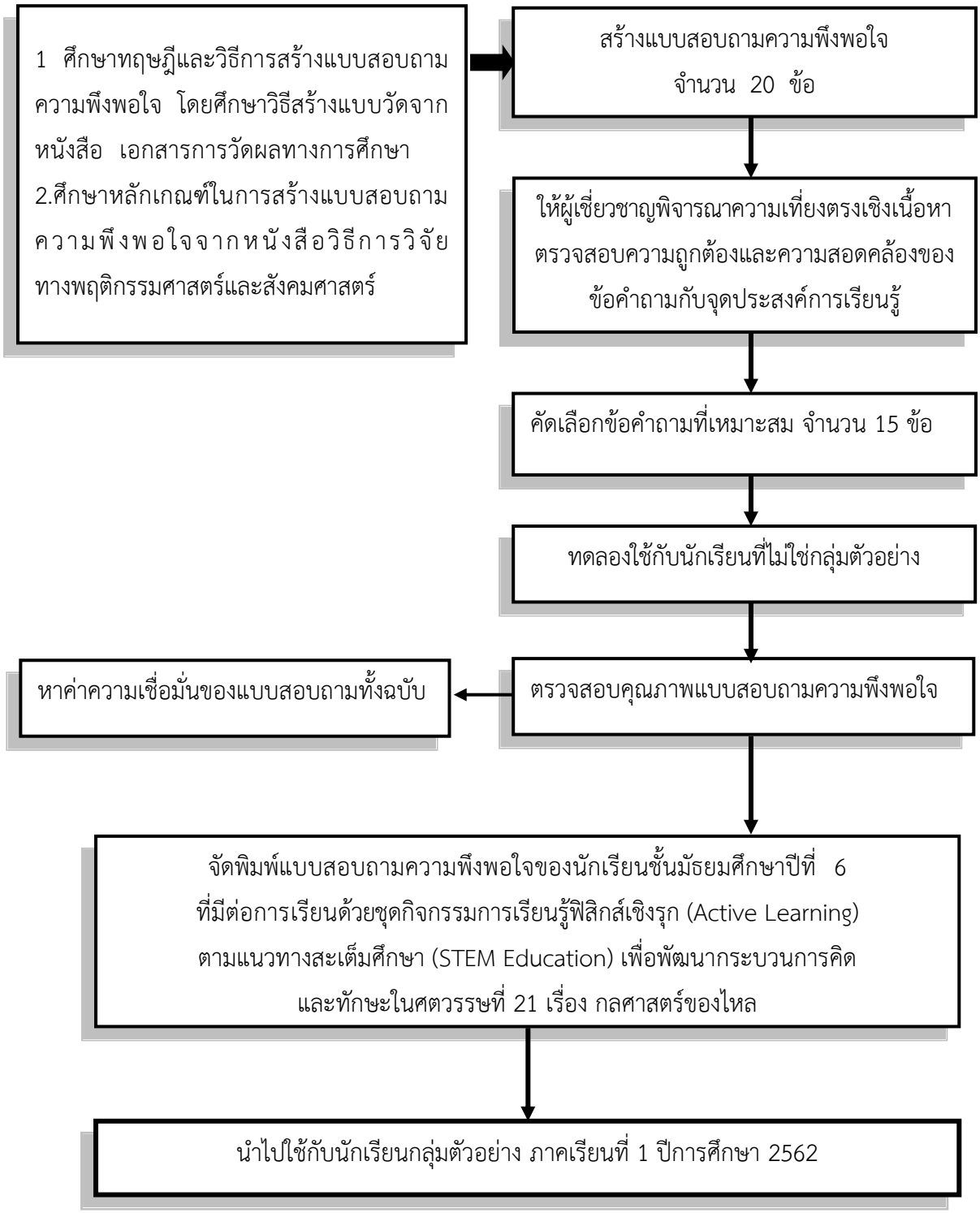
5.4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ (ชุดเดิม) เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน พบว่า คะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.91 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.28 (ภาคผนวก ค หน้า 380) แปลผลได้ว่าแบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ ความพึงพอใจมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญให้ปรับข้อคำถามที่เป็นลบให้มีน้อยลงและให้ผู้ศึกษาพยายามใช้คำพูดในการสร้างคำถามที่เข้าใจได้ง่าย ๆ และควรใช้คำถามที่ตรงประเด็นกับสาระที่ต้องการศึกษามากขึ้น แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่เหมาะสม จำนวน 15 ข้อ

5.4.4 คัดเลือกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 15 ข้อ โดยกำหนดคุณลักษณะให้เหมาะสมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 15 ข้อ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 30 คน แล้วนำมาหาคุณภาพ ดังนี้ นำแบบสอบถามความพึงพอใจมาหาค่าความเชื่อมั่นจากการสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟา (Alpha Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 96) พบว่าแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.90 (ภาคผนวก ค หน้า 482)

5.4.6 จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ปรับปรุงและแก้ไขสมบูรณ์แล้ว เพื่อใช้เป็นต้นฉบับในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ



ภาพที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

6.1 การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 วันจันทร์ที่ 20 พฤษภาคม 2562 ถึงวันจันทร์ที่ 24 เดือน มิถุนายน 2562 จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลา 23 ชั่วโมง รวมชั่วโมงการปฐมนิเทศและการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

6.2 ก่อนดำเนินการทดลอง ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อศึกษาความรู้เดิมของนักเรียนและครูตรวจเก็บคะแนนไว้

6.3 ดำเนินการสอนโดยให้กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พร้อมคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้ศึกษาทดลองสอนด้วยตนเองตามขั้นตอนแผนการจัดการเรียนรู้ รวม 23 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 ครูชี้แจงและอธิบายขั้นตอนการศึกษาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามคู่มือการใช้ให้นักเรียนเข้าใจและมีความพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้

6.3.2 ดำเนินการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พร้อมคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้น ซึ่งในแต่ละชุดจะมีบัตรคำถาม บัตรกิจกรรม เพื่อวัดความรู้ระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดจากบัตรคำถาม ปฏิบัติกิจกรรมจากบัตรกิจกรรมและทำแบบทดสอบวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วผู้ศึกษาตรวจเก็บคะแนน

6.3.3 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด

และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครบทั้งหมด 5 ชุดแล้ว ผู้ศึกษานำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดิมมาทดสอบหลังเรียน (Post - test) กับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง ทำการตรวจเก็บคะแนนแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

6.4 นักเรียนกลุ่มทดลองตอบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6.5 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครบทั้งหมด 5 ชุดแล้ว เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ผู้ศึกษานำแบบทดสอบความคงทนในการเรียนรู้มาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง ทำการตรวจเก็บคะแนนแล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

6.6 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

6.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

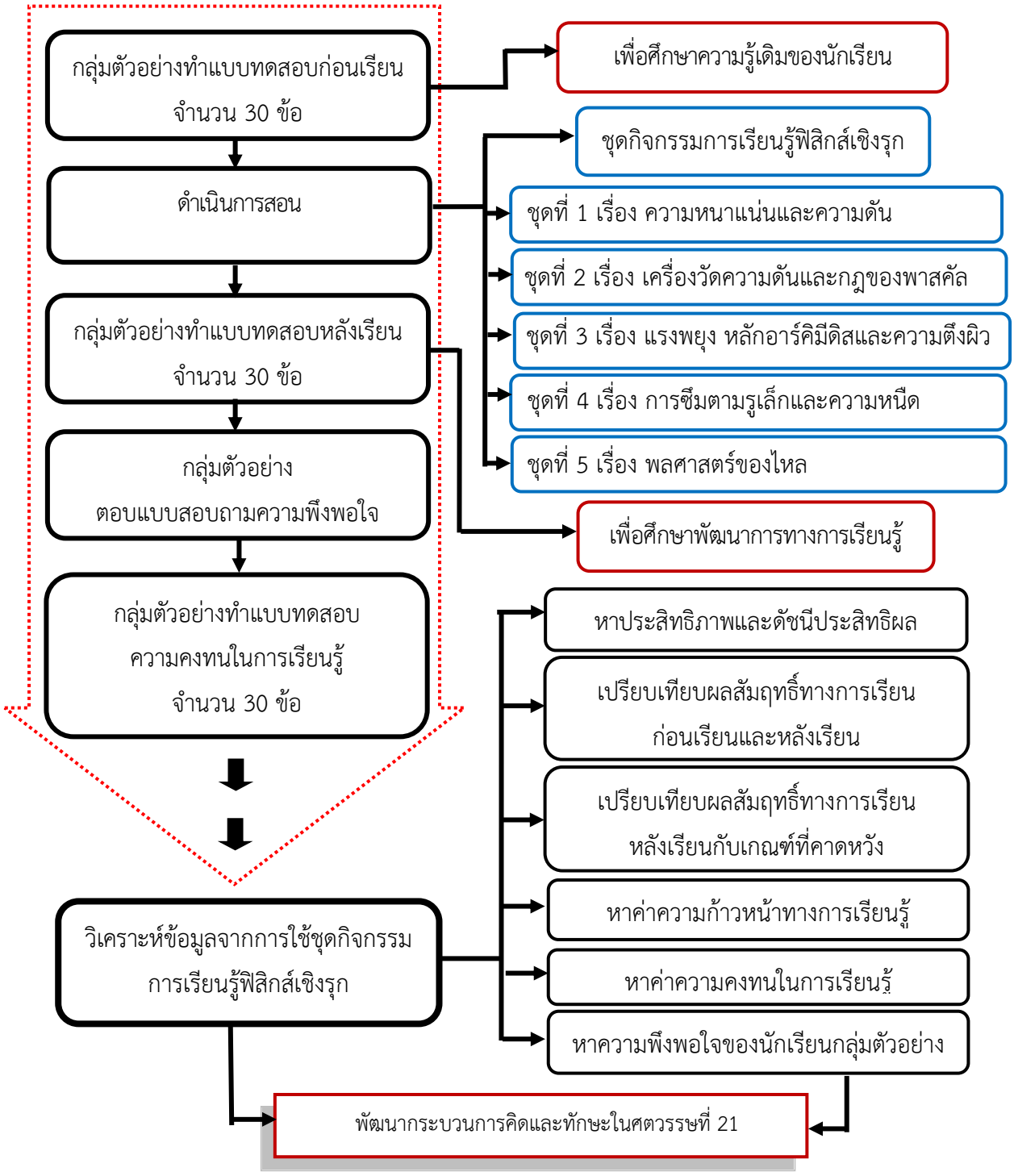
6.8 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ที่คาดหวัง

6.9 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

6.10 วิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM

Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล



ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

7.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย

7.1.1 หาค่าความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์และเนื้อหาพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 221)

7.1.2 หาค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) จากการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80

7.1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) จากการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์คัดเลือกตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

7.1.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (KR - 20) จากการทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากแบบทดสอบที่คัดเลือกข้อสอบแล้ว (ไพศาล วรคำ. 2555 : 287)

7.2 หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยใช้สถิติ E_1/E_2 (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 51 - 52)

7.3 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการหาค่าสถิติ t - test แบบ dependent (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 51 - 52)

7.4 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน คือ

8.1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร P (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 101)

$$P = \frac{F}{N} x100$$

เมื่อ P แทน ร้อยละ
F แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

8.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร $\overline{X}$ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 102)

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N} x100$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

8.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) หาได้จากสูตร S.D. (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 126)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
(ΣX^2) แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มนั้นทั้งหมด

8.1.4 การหาค่าความแปรปรวน (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 128)

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ
ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
(ΣX^2) แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มนั้นทั้งหมด

8.1.5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยทดสอบนัยสำคัญของคะแนนก่อนเรียน (Pre – test) และหลังเรียน (Post – test) โดยใช้สูตร t – test (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 51 - 52)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N(\Sigma D^2) - (\Sigma D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าวิกฤติที่ใช้แทนในการพิจารณาการแจกแจงแบบที

D แทน คะแนนความแตกต่างของคะแนนนักเรียนแต่ละคน

ΣD แทน ผลรวมคะแนนความแตกต่างของคะแนนนักเรียนแต่ละคน

(ΣD^2) แทน ผลรวมคะแนนความแตกต่างของคะแนนนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มนั้นทั้งหมด

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degrees of freedom) = N – 1

8.2 สถิติที่ใช้ในการทดสอบหาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

8.2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รวมถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 221)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

8.2.2 การหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (ไพศาล วรคำ. 2555 : 287) ดังนี้

1) ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (Difficulty) หมายถึง จำนวนร้อยละหรือค่าสัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนทั้งหมดใช้กับเครื่องมือวัดที่เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบประเภท 0 – 1 สามารถคำนวณหาค่าความยากง่ายได้ ดังนี้

กรณีที่ 1 ไม่ได้แบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

กรณีที่ 2 แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

$$p = \frac{H + L}{N}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนกลุ่มสูงที่ทำข้อสอบถูก

L แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำที่ทำข้อสอบถูก

N แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

ทั้ง 2 กรณี ค่า p ที่ได้ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80

2) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Power) หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามในการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มคนเก่งและอ่อนกรณีที่เป็นแบบทดสอบหรือจำแนกผู้ที่มีคุณลักษณะสูงจากผู้ที่มีคุณลักษณะต่ำในกรณีที่เป็นแบบสอบถาม

กรณีเป็นข้อสอบที่มีการให้คะแนนแบบ 0 – 1 ใช้วิธีคำนวณค่าอำนาจจำแนกโดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) ตรวจคะแนนของทุกคนแล้วนำกระดาษคำตอบมาเรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย

(2) แบ่งกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ (เทคนิค 50%)

(3) ในข้อสอบแต่ละข้อให้นับจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำแล้วแทนค่าลงในสูตรดังนี้

$$r = \frac{H - L}{N_H \text{ หรือ } N_L} \qquad \text{หรือ} \qquad r = \frac{H - L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N_H หรือ N_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือจำนวนคนในกลุ่มต่ำ

ค่า r ที่ใช้ได้ควรมีค่าอยู่ระหว่าง + 0.20 ถึง + 1.00

8.2.3 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

(STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้ศึกษาใช้วิธีการของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน วิธีนี้ไม่ต้องแบ่งครึ่งแบบทดสอบโดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่าการตรวจให้คะแนนแต่ละข้อของแบบทดสอบเป็นแบบ 0 และ 1 หมายถึง ถ้าผู้เรียนทำถูกได้ 1 คะแนน และถ้าทำผิดได้ 0 คะแนน ใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ไพศาล วรคำ. 2555 : 287) ดังนี้

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}[1-\frac{\Sigma pq}{S^2}]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น ๆ

คือ $p = \frac{\text{จำนวนคนทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น ๆ หรือ

คือ 1 – p

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อสอบรวมทั้งฉบับ

8.2.4 การกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและการแปลความหมายของแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 103)

ระดับ 5 ความหมาย พึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 ความหมาย พึงพอใจมาก

ระดับ 3 ความหมาย พึงพอใจปานกลาง

ระดับ 2 ความหมาย พึงพอใจน้อย

ระดับ 1 ความหมาย พึงพอใจน้อยที่สุด

และมีเกณฑ์การให้คะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 103)

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจน้อยที่สุด

8.2.5 การหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (พิสณุ ฟองศรี. 2554 : 51) มีสูตร ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\Sigma s_j^2}{s_t^2}\right)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

K แทน จำนวนข้อแบบสอบถาม

S_i^2 แทน ผลรวมความแปรปรวนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

8.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการโดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนและจากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนรายบุคคล จำนวน 5 ชุด ซึ่งต้องได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์โดยคำนวณจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ทำได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งต้องได้คะแนนร้อยละ 80 ขึ้นไป

โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2556 : 51 - 52)

สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{(\frac{\Sigma X}{N})}{A} x100$$

สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{(\frac{\Sigma F}{N})}{A} x100$$

เมื่อ E_1 แทน ความสามารถในการทำแบบทดสอบหลังเรียน

E_2 แทน ความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

ΣX แทน คะแนนรวมในการทำแบบทดสอบหลังเรียน

ΣF แทน คะแนนรวมของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

8.4 ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (E.I.)

ใช้วิธีของกูดแมน เฟลคเทอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Flecther and Schneider) (สมนึก ภัททิยธนี. 2553 : 30 - 36) ดังนี้

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียนของทุกคน} - \text{ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียนของทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน X คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนของทุกคน}}$$

$$\text{สูตร} \quad E.I. = \frac{P_2 - P_1}{\text{total} - P_1}$$

เมื่อ E.I. แทน ดัชนีประสิทธิผล

P_1 แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนทุกคน

P_2 แทน ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนทุกคน

Total แทน ผลคูณของจำนวนผู้เรียนกับคะแนนเต็มแบบทดสอบ

8.5 ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) เพื่อหาพัฒนาการทางการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จาก อัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum Possible gain) นอกเหนือจากการศึกษาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน (Hake. 1998) คำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\langle g \rangle = \frac{(\%\ \text{post–test}) - (\%\ \text{Pre-test})}{(100\ \%) - (\%\ \text{Pre-test})}$$

เมื่อ $\langle g \rangle$ แทน ค่า Normalized Gain

% Post-test แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์ *

% Pre-test แทน ค่าเฉลี่ยนของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์ *

* หมายเหตุ คิดเฉพาะนักเรียนคนที่สอบทั้งก่อนและหลังเรียนเท่านั้น

Normalized Gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ High gain เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$ Medium gain เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$ และ Low gain เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การรายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 6 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สัญลักษณ์ที่ใช้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาได้ใช้สัญลักษณ์ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าวิกฤติที่ใช้แทนในการพิจารณาการแจกแจงแบบที
df	แทน	ค่าที่ใช้เพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนของตัวอย่าง เมื่อนำมาคำนวณหาค่าสถิติ (Degree of Freedom)
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
E_1	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดของชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยย่อย (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)
E_2	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยย่อย (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)
E.I.	แทน	ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้
D	แทน	ความแตกต่างระหว่างข้อมูลแต่ละคู่
X_P	แทน	คะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
X_B	แทน	คะแนนทดสอบก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้
F	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
<g>	แทน	ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain)
Eu	แทน	ค่าความคงทนในการเรียนรู้ (Enduring Understanding)

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพและดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การหาประสิทธิภาพและค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 80/80 มีขั้นตอน ดังนี้

1. ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (รายบุคคล) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (รายบุคคล) จำนวน 3 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	75.89	73.33	75.89/73.33
2	75.36	70.00	75.36/70.00
3	76.01	73.33	76.01/73.33
4	76.45	70.00	77.08/70.00
5	77.08	76.67	77.08/76.67
เฉลี่ย	**76.16**	**72.67**	**76.16/72.67**

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (รายบุคคล) มีค่าเท่ากับ 76.16/72.67 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด

2. ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มเล็ก ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 9 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	79.07	78.89	79.07/78.89
2	78.99	76.67	78.99/76.67
3	78.54	77.78	78.54/77.78
4	78.62	76.67	78.62/76.67
5	79.86	78.89	79.86/78.89
เฉลี่ย	**79.01**	**77.78**	**79.01/77.78**

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก มีค่าเท่ากับ 79.01/77.78 ซึ่งมีประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด

3. ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แบบภาคสนาม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	83.24	82.00	83.24/82.00
2	82.90	82.33	82.90/82.33
3	82.65	81.67	82.65/81.67
4	83.04	82.00	83.04/82.00
5	83.21	82.67	83.21/82.67
เฉลี่ย	**83.01**	**82.13**	**83.01/82.13**

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม มีค่าเท่ากับ 83.01/82.13 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

4. ค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	83.27	82.37	83.27/82.37
2	83.12	82.63	83.12/82.63
3	83.21	82.11	83.21/82.11
4	83.35	82.89	83.35/82.89
5	83.53	82.37	83.53/82.37
เฉลี่ย	83.30	82.47	**83.30/82.47**

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน มีค่าเท่ากับ 83.30/82.47 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

5. ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (รายบุคคล) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣP_1	ΣP_2	N	F	E.I.
1	21	11	3	10	0.53
2	22	12	3	10	0.56
3	22	11	3	10	0.58
4	23	13	3	10	0.59

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣP_1	ΣP_2	N	F	E.I.
5	22	13	3	10	0.53
เฉลี่ย	**22.00**	**12.00**	**3.00**	**10.00**	**0.56**

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีค่าเท่ากับ 0.56 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าตั้ง 0.50 ขึ้นไป

6. ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่มเล็ก ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 9 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣP_1	ΣP_2	N	F	E.I.
1	71	31	9	10	0.68
2	72	38	9	10	0.69
3	70	28	9	10	0.68
4	71	29	9	10	0.69
5	71	29	9	10	0.69
เฉลี่ย	**71.00**	**31.00**	**9.00**	**10.00**	**0.68**

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะ

ในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก มีค่าเท่ากับ 0.68 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

7. ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแบบภาคสนาม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม จำนวน 30 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣX_P	ΣX_B	N	F	E.I.
1	247	108	30	10	0.72
2	242	108	30	10	0.70
3	245	121	30	10	0.69
4	246	123	30	10	0.69
5	246	121	30	10	0.71
เฉลี่ย	**245.20**	**116.20**	**30.00**	**10.00**	**0.70**

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม มีค่าเท่ากับ 0.70 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

8. ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣX_P	ΣX_B	N	F	E.I.
1	311	153	38	10	0.70
2	317	150	38	10	0.73
3	316	154	38	10	0.72
4	316	159	38	10	0.71
5	317	151	38	10	0.72
เฉลี่ย	**315.40**	**153.40**	38.00	**10.00**	**0.71**

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน มีค่าเท่ากับ 0.71 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่าง	N	$\overline{X}$	S.D.	df	t
ก่อนเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม	38	10.66	2.20	37	**37.44****
หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม	38	25.89	1.48		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.66 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.20 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 25.89 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.48 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ค่า t ที่ได้มีค่าเท่ากับ 37.44 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคลและรายกลุ่ม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายบุคคล พบว่า ทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายกลุ่ม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายกลุ่ม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละของคะแนนสอบ
หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรม	1,140	984	86.32

จากตารางที่ 4.10 พบว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 86.32 ของคะแนนสอบ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป

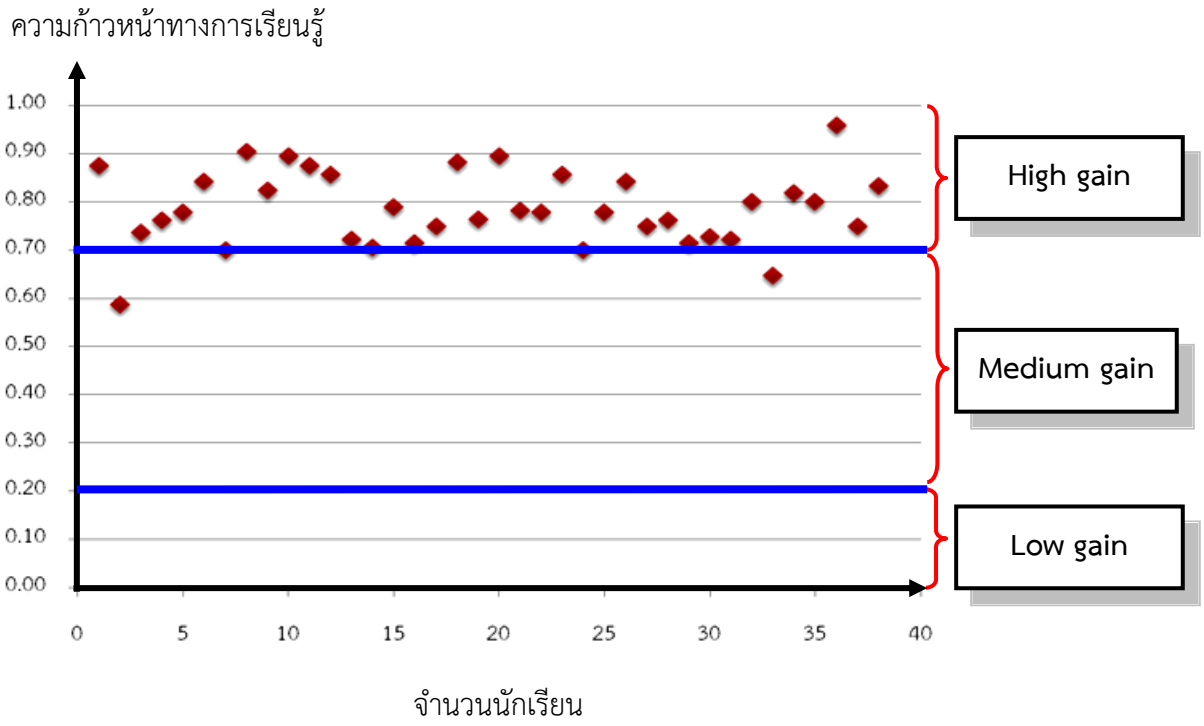
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายกลุ่ม

ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง Actual gain	ผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ Maximum possible gain	ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ Normalized gain
50.79	64.47	0.79 (high gain)

กราฟที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางการเรียนรู้กับจำนวนนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



จากตารางที่ 4.11 และกราฟที่ 4.1 พบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริง คิดเป็นร้อยละ 50.79 และผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ คิดเป็นร้อยละ 64.47 แสดงว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งผลให้ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน (Normalized Gain) เท่ากับ 0.79 นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง (High gain) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ความคงทนในการเรียนรู้ (Enduring Understanding : Eu)
หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมเสร็จสิ้นเป็นระเวลา 3 สัปดาห์	1,140	897	78.68

จากตารางที่ 4.12 พบว่า คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภายหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 78.68 ของคะแนนสอบ แสดงว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

ตอนที่ 6 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

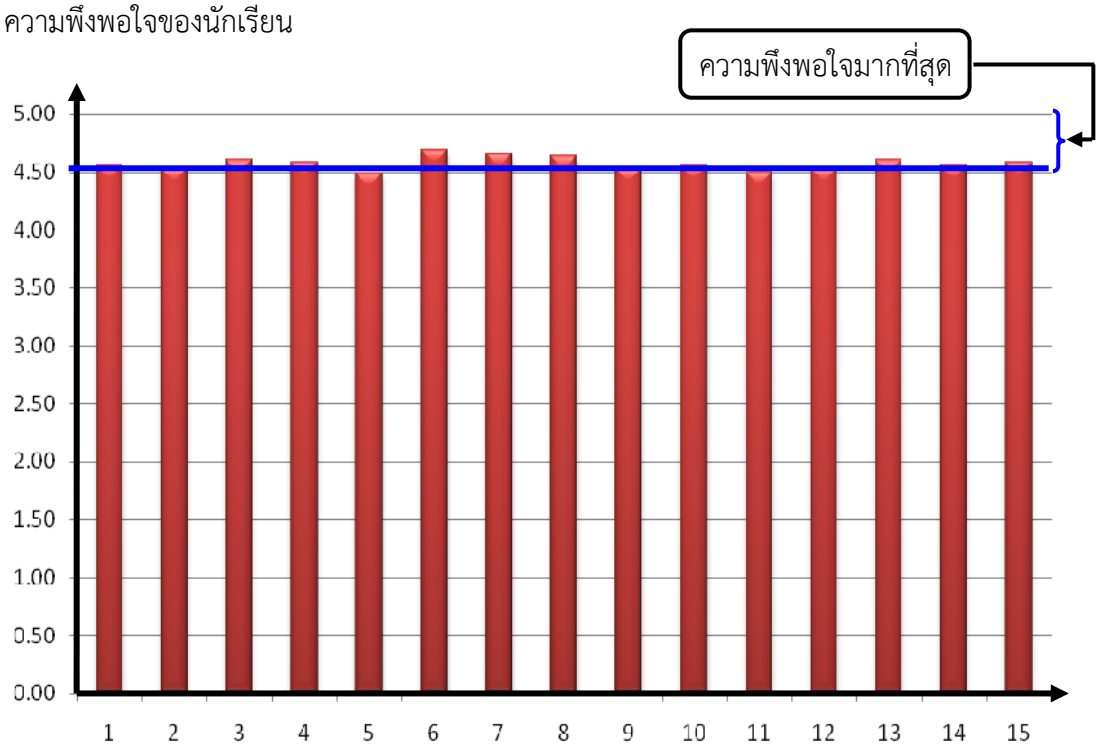
ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงผลความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. รูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความน่าสนใจเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.55	0.60	มากที่สุด
2. องค์ประกอบมีความชัดเจน ครบถ้วนเพียงพอ จำนวนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.53	0.56	มากที่สุด
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา รองรับศักยภาพและขีดความสามารถของนักเรียน	4.61	0.50	มากที่สุด
4. ระยะเวลามีความเหมาะสมต่อการศึกษาเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุด	4.58	0.50	มากที่สุด
5. ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา (ภาพถ่าย/ภาพวาด) ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความชัดเจนและเหมาะสม	4.49	0.56	มาก

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
6. แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์และมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบนำไปสู่แนวทางเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง	4.68	0.53	มากที่สุด
7. แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยกระตุ้นความสนใจ ใฝ่รู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน	4.66	0.53	มากที่สุด
8. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายส่งเสริมต่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21	4.63	0.59	มากที่สุด
9. เนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่พอเหมาะ	4.53	0.60	มากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นกระบวนการกลุ่มและช่วยกันกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ สร้างสรรค์ผลงานผ่านกิจกรรมที่ผลักดันให้เกิดการเรียนรู้	4.55	0.55	มากที่สุด
11. ออกแบบ ประยุกต์ใช้สื่อการสอน รวมถึงการนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ	4.50	0.65	มาก
12. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน เกิดความคิดรวบยอด และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.53	0.51	มากที่สุด
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติจริงจนมีความมั่นใจประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่นได้	4.61	0.59	มากที่สุด
14. นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียน	4.55	0.69	มากที่สุด
15.ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยพัฒนาพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 สามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.58	0.64	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	**4.57**	**0.57**	**มากที่สุด**

กราฟที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของนักเรียนกับรายการประมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



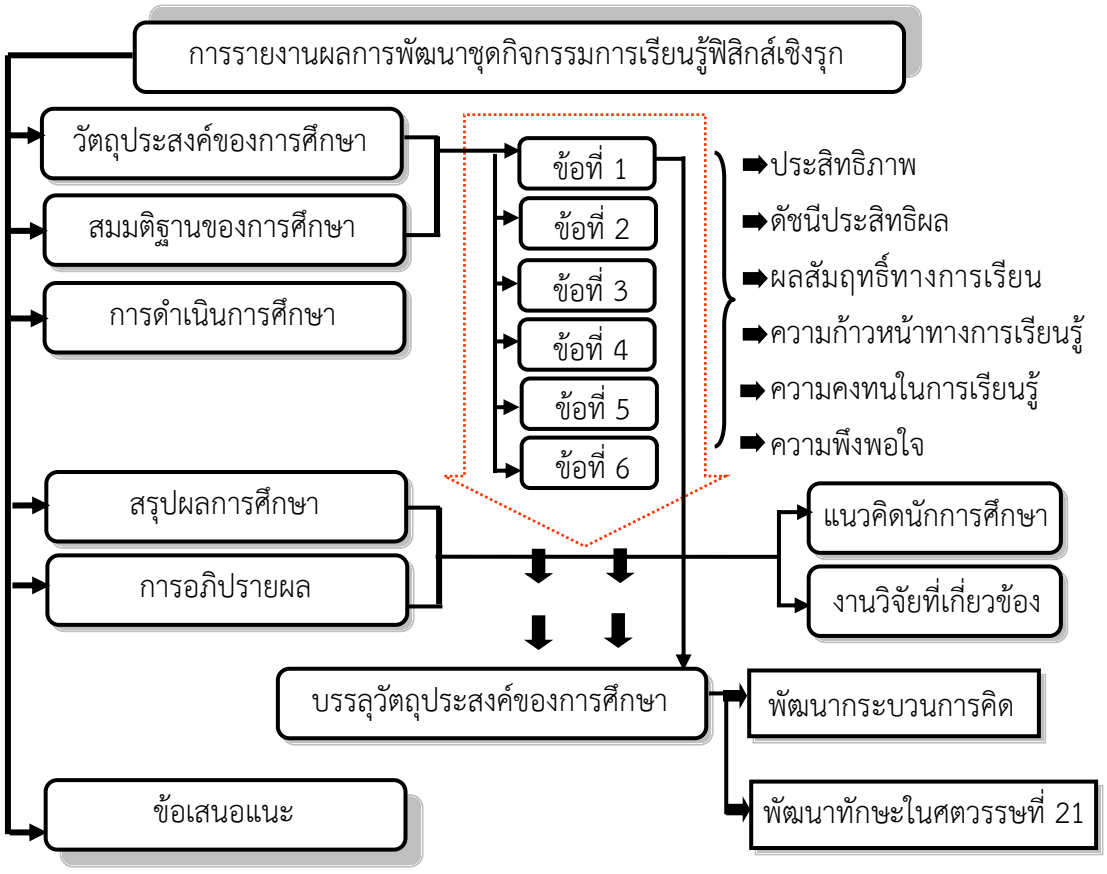
จากตารางที่ 4.13 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ($\bar{x} = 4.57, S.D. = 0.57$) ซึ่งความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาแต่ละรายการประเมิน พบว่า ค่าความพึงพอใจรายการที่ 6 แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดย เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ นำไปสู่แนวทางเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{x} = 4.68$, $S.D. = 0.53$) และรายการที่ 5 ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา (ภาพถ่าย/ภาพวาด) ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความชัดเจนและเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ($\bar{x} = 4.49$, $S.D. = 0.56$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การรายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีขั้นตอนดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการศึกษา
2. สมมติฐานของการศึกษา
3. การดำเนินการศึกษา
4. สรุปผลการศึกษา
5. การอภิปรายผล
6. ข้อเสนอแนะ



ภาพที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการรายงานผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75

4. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 0.70

5. เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

6. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหลสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สมมติฐานการศึกษา

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป

4. ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป

5. ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

6. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจระดับมากขึ้นไป

การดำเนินการศึกษา

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 319 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/5 โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้เป็นเครื่องมือที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นประกอบด้วย

1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทดลอง ได้แก่

1.1.1 คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 เล่ม ใช้เวลาสอน 23 ชั่วโมง รวมชั่วโมงการปฐมนิเทศและการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 5 ชุด

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

1.2.3 แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ เป็นข้อสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

1.2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 15 ข้อ

2. แบบแผนการศึกษา

การศึกษาค้นคว้านี้เป็นการทดลองเชิงวิจัยเบื้องต้น (Pre - experimental design) แบบที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (The Single - Group , Pretest - Posttest Design)

สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.30/82.47 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.71 เป็นไปตามเกณฑ์ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 86.32 ของคะแนนสอบ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป

4. ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ความก้าวทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูงเท่ากับ 0.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป

5. ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 78.68 ของคะแนนสอบ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป

6. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่าโดยภาพรวมความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57 , S.D.= 0.57)

การอภิปรายผล

ผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.30/82.47 และค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.71 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 83.30/82.47 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.71 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องจากการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม มีการเรียนรู้ทั้งด้วยตนเองและกิจกรรมกลุ่มซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของการปฏิรูปการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ซึ่งได้กำหนดแนวการจัดการเรียนการสอนไว้ในหมวด 4 มาตรา 24 ว่าจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของดวงกมล สินเพ็ง. (2553 : 40) ; บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (255 : 26) และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2555 : 36) ที่ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจ ความสามารถและความถนัดของผู้เรียนโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างมีความสุข ได้ปฏิบัติจริงจนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีเป้าหมายที่ให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเป็นคนเก่ง เป็นคนดีและมีความสุข ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของถวัลย์ มาศจรัส. (2553 : 67) โดยสรุปไว้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการนำเอาระบบสื่อประสมสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย มาช่วยในการเปลี่ยนแปลง

พฤติกรรมการเรียนรู้ มีการจัดเตรียมลำดับขั้นสอนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนตามความสามารถหรือความสนใจที่แตกต่างกัน ช่วยสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้แก่ผู้เรียน จึงทำให้มั่นใจได้ว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้จะสามารถช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับคำกล่าวของชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556 : 5) กล่าวว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นนวัตกรรมสื่อประสมซึ่งผลิตขึ้นมาอย่างมีระบบ โดยมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับคำกล่าวของบุญชม ศรีสะอาด. (2556 : 94) ; อนุวัติ คูณแก้ว. (2556 : 45) และสันติ อาภรณ์พงษ์. (2558 : 32) โดยสรุปกล่าวไว้ว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอนแบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความสามารถหรือทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่ม เพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่โดยรูปแบบการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.80/85.56 สอดคล้องกับงานวิจัยของศิรินภา นกแก้ว. (2559) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.53/86.19 สอดคล้องกับงานวิจัยของชาลี เกยรัมย์. (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนกนกศิลป์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพของ (E1/E2) เท่ากับ 83.19/83.58 สอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งนภา พรหมภักดี. (2556) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง มีค่าเท่ากับ 80.74/78.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามที่ ทิศนา พรกุล. (2554) ได้รวบรวมและสรุปแนวคิดรวมถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลายดังนี้ ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจ เป็นทฤษฎีที่เน้นวิธีการที่สามารถกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจ ทฤษฎีความต้องการเป็นทฤษฎีที่ครูผู้สอนต้องสนองต่อความต้องการขั้นพื้นฐานของผู้เรียน ทฤษฎีการเสริมแรงเป็นการเสริมแรงในการเรียนการสอน สร้างความพึงพอใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนาการ เป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงพัฒนาการทางการเรียนรู้ที่แตกต่างกันและสิ่งที่ต้องคำนึงถึง คือ ความพร้อมของตัวผู้เรียนเอง การเรียนรู้ตามทฤษฎีของเมเยอร์ (Mayor) ในการออกแบบสื่อการเรียนการสอน การวิเคราะห์ความจำเป็นเป็นสิ่งสำคัญและตามด้วยจุดประสงค์ของการเรียน เงื่อนไขพฤติกรรมควรชี้ชัดและสังเกตได้ แนวคิดของจอห์น ดิวอีย์ (John Dewey) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน และการเรียนรู้ตามทฤษฎีของไทเลอร์ (Tylor) กล่าวถึงในวิชาทักษะต้องเปิดโอกาสให้มีการฝึกทักษะในกิจกรรมและประสบการณ์บ่อย ๆ มีการจัดช่วงลำดับเป็นการจัดสิ่งที่มีความง่ายและต่อเนื่องกันไปสู่สิ่งที่มีความยาก ดังนั้นการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ควรมีการบูรณาการให้มีการเรียงลำดับก่อนหลังเพื่อให้ได้เรียนเนื้อหาที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น จะเห็นว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ มาแล้วไม่มากก็น้อย ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่งเพราะกระบวนการเรียนรู้ที่แท้จริงไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูผู้สอนหรือจากที่มีผู้บอกเล่ามาเท่านั้น แต่การเรียนรู้โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์การที่ได้ทดลองและได้ลงมือปฏิบัติจริง ใช้กระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้า ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้ที่ได้อย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง เก็บเป็นข้อมูลได้นานและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาเมื่อมีสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังนั้นการที่นักเรียนสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ อีกทั้งในการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างอย่างมีหลักการเป็นลำดับขั้นตอน กล่าวคือได้ผ่านการศึกษาหลักสูตร เอกสารประกอบหลักสูตร หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กำหนดวัตถุประสงค์เนื้อหา นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การสร้างแบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหา ผลการเรียนรู้และพฤติกรรมที่ต้องการวัดตามแนวความคิดของบลูม ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ มีการนำสื่อประสมที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนของภาษาและความเหมาะสมของกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ(Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนวิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา (STEM Education) จะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน เทคโนโลยี (T) เน้นเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า การออกแบบทางเทคโนโลยี (Engineering Design หรือ Design Process) ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ วิศวกรรมศาสตร์ (E) เน้นกระบวนการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี คณิตศาสตร์ (M) เน้นองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิด หรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารนอกจากนี้สะเต็มศึกษา (STEM Education) ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย (Dejarnette. 2012 ; Wayne. 2012 ; Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler. 2012 ; ธวัช ชิตตระการ. 2555 ; รักษพล ธนานุวงศ์. 2556 และ อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. 2555) สอดคล้องกับผลการวิจัยของศิรินภา นกแก้ว. (2559) ทำการวิจัยเรื่องพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดัชนีประสิทธิผลของการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT เท่ากับ 0.7005 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 70.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรุ่งนภา พรหมภักดี. (2556) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ Satchwell and Loepp. (2008) ได้ศึกษาการจัดการเรียนการสอนด้วย STEM Education บูรณาการร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วย STEM Education บูรณาการร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีส่วนทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ อีกทั้งช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 86.32 ของคะแนนสอบ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 ขึ้นไป เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล มีการสื่อสารข้อมูลและอภิปรายร่วมกันทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้อย่างแท้จริงสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริลักษณ์ มหิทธยาภรณ์. (2556 : 93) เรื่อง เสียงกับการได้ยิน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยชุดการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของและสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ Lou,et al. (2010 : 8) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับ STEM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในประเทศไต้หวัน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับ STEM ให้กับนักเรียนที่เรียนในระบบสามัญกับนักเรียนในระบบอาชีวะ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนในระบบการศึกษาต่างกัน มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน โดยนักเรียนที่เรียนในระบบสามัญมีความคิดสร้างสรรค์มากกว่านักเรียนที่เรียนในระบบอาชีวะ และนักเรียนที่เรียนในระบบอาชีวะมีทักษะด้านการผลิตชิ้นงานมากกว่านักเรียนที่เรียนในระบบสามัญ และการจัดกิจกรรม DIY (Do it yourself) เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบชิ้นงาน โดยการสืบสอบข้อมูลจากหนังสือและอินเตอร์เน็ต การทดลอง การปรึกษาผู้รู้ นอกจากนี้การออกแบบสื่อการสอนในกิจกรรมการเรียนรู้ STEM เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียน สอดคล้องกับ

งานวิจัยของ Ceylan and Ozdilek. (2013 : 227) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาโดยใช้สะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 23.25 สามารถเพิ่มคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ด้วยการเพิ่มเติมกิจกรรมการเรียนรู้ STEM ได้แก่ กิจกรรมวิศวกรรมศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนสอนแบบโครงงานที่ตรงกับความสนใจของนักเรียน ผลการศึกษาวิจัยสอดคล้องและมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับภัชรพงษ์ พระไว. (2559) ที่ได้ศึกษาวิจัยออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมที่สามารถส่งผลต่อกระบวนการเข้าใจและความคงทนต่อการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการเล่นกีฬาวอลเลย์บอล เพื่อเป็นการเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนในเรื่องการเคลื่อนที่ในแบบต่าง ๆ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมที่ใช้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างดี นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของชนิตกานต์ คำวัน. (2555) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพ 82.82/80.67 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ คือ การทำการทดลองหาแรงลัพธ์เทียบกับผลการคำนวณ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ถูกต้อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของชลิตา ทักษิณกานนท์. (2555) ศึกษาวิจัยการเพิ่มพูนความเข้าใจเรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างเจตคติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนาเยีย-ศึกษารัชมังคลาภิเษก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.39/75.37 กิจกรรมการเรียนที่ใช้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ความก้าวทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูงเท่ากับ 0.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 0.70 ขึ้นไป เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลายและเน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนสังเกตและหาคำตอบด้วยตนเอง มีการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อเป็นการต่อยอดทางความรู้ มีเนื้อหาและแบบฝึกหัดทบทวนความรู้เดิมและเชื่อมโยงความรู้ใหม่ ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ คือ วิธีการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะทำให้นักการศึกษารู้ถึงขีดความสามารถและศักยภาพที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนได้อย่างมีประประสิทธิภาพมากขึ้น นอกเหนือจากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเรียน ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการศึกษาทดลองของ Richard R. Hake. (1998) ได้นิยามคำว่าความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ (Normalized Gain) โดยคำว่า Normalized เป็นคำที่ได้มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีความเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรูที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual Gain) ต่อผลการเรียนรูสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได (Maximum Possible Gain) เนื่องจากในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (Minimum or Floor Effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสไดคะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0 เปอร์เซ็นตและโอกาสที่จะไดคะแนนสูงสุด (Maximum or Ceiling Effect) ไมเกิน 100 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้รุ่งนภา พรหมภักดี. (2556) ; ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง. (2554) ; ณัฐมน เดชมา. (2555) และกมลทิพย์ บริบูรณ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2558) กล่าวโดยสรุปว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ คือ ระดับคะแนนพัฒนาการซึ่งเป็นตัวเลขจากการเปรียบเทียบผลการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไปโดยผู้สอนดำเนินการสอนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน คะแนนดังกล่าวสามารถบ่งชี้ให้เห็นพัฒนาการในการเรียนรู้ได้ด้วยการพิจารณาผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับคะแนนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ การวัดความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ต้องประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการคือเป็นการวัดพฤติกรรมเดียวกันของผู้เรียนคนเดิมและเป็นการวัดต่อเนื่องในแต่ละช่วงระยะเวลาสอดคล้องกับงานวิจัยของสมภาร เชื้ออ่อน. (2553 : 69) ซึ่งได้ทำการวิจัยเรื่องการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลอง (Laboratory Group Investigation : LGI) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็กสูงขึ้นหลังจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้รายชั้นอยู่ระดับปานกลาง (Average Normalized Gain, $\langle g \rangle = 0.53$) และสอดคล้องกับงานวิจัยของภัชรพงษ์ พระไว. (2559). ศึกษาวิจัยออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากิจกรรมที่สามารถส่งผลต่อกระบวนการเข้าใจ และความคงทนต่อการเรียนรู้โดยผ่านกระบวนการเล่นกีฬาวอลเลย์บอลเพื่อเป็นการเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนในเรื่องการเคลื่อนที่ในแบบต่าง ๆ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปี

การศึกษา 2559 จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมที่ใช้สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนเป็นอย่างสูง นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นในระดับนัยสำคัญ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของชนิตกานต์ คำวัน. (2555) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง ($< g >= 0.72$) สอดคล้องกับงานวิจัยของชลิตา ทักษิณกานนท์. (2555) ศึกษาวิจัยการเพิ่มพูนความเข้าใจ เรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างเจตคติทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.66 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของอุษณี แก้ววงษ์. (2559) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเสริมสร้างมโนมติวิชาฟิสิกส์ เรื่องโพลาไรเซชันของแสงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้ออกแบบและสร้างอุปกรณ์การทดลองอย่างง่ายที่ประกอบด้วยโพลาไรซ์ของคลื่นกล โดยการใช้คลื่นตามขวางในเส้นเชือกและโพลาไรซ์ของแสง โดยการใช้แว่นกันแดดโพลารอยด์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 คน โรงเรียนละหานทรายรัชดาภิเษก จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยแสดงว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 ซึ่งอยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับงานวิจัยของยศธร บันเทิง. (2556) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องของไหลสถิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 จัดให้อยู่ในระดับสูง และจากการวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของสนธยา วิเศษสังข์. (2557) ศึกษาวิจัยการสอนแบบ Hands-on เรื่องไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุรพินท์พิทยา

อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนตามสถิติค่า Normalized gain มีค่าเท่ากับ 0.60 อยู่ในระดับปานกลาง

5. ผลการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คิดเป็นร้อยละ 78.68 ของคะแนนสอบ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป แสดงว่านักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นเป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ขึ้นไป ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เริ่มจากการศึกษาเนื้อหาเกี่ยวกลศาสตร์ของไหล (สถิตศาสตร์และพลศาสตร์ของไหล) หลังจากนั้นนักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อฝึกทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการคิดแก้ปัญหาผ่านกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ มีแบบฝึกหัดและโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์จากระดับง่ายไปสู่ระดับที่ยากขึ้นเพื่อท้าทายความสามารถและมีการนำกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียรู้ นักเรียนต้องใช้พื้นฐานความรู้เดิมและความรู้ใหม่รวมถึงการค้นคว้านอกห้องเรียน องค์ประกอบเหล่านี้ส่งผลให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบาย ตอบคำถาม อภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้วยเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของชนิตกานต์ คำวัน. (2555) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีประสิทธิภาพ 82.82/80.67 ผลจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสา กองเสน. (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นร่วมกับเทคนิคการทำผังความคิด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และยังมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้พบว่า คะแนนของความคงทนในการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกัน แสดงให้เห็นว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีกิจกรรมที่หลากหลาย ช่วยในการจัดเก็บความรูหรือขอมูลที่ไดรับไวในระบบความจำเปนระยะเวลาหนึ่งและสามารถนำมาใชไดในโอกาสตอไป ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด

ของชุติมา วันดี. (2556 : 69) ที่ว่า ความคงทนในการเรียนรู้หมายถึงความสามารถของผู้เรียนในการคงไวซึ่งความรู้ที่ผ่านกระบวนการเรียนรูมาแลว โดยหลังจากที่ผานระยะเวลาไปชวงหนึ่งแลวก็ยังคงสามารถจดจำความรูนั้นไวได หากมีกลวิธีการสอน สื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความคงทนในการเรียนรู ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุภาพร คำพิมาย. (2555) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรูหนวยการเรียนรู การบวก ลบ คูณ หารระคน และพฤติกรรมการทำงานเปนกลุมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 4 จากการจัดการเรียนรูโดยใชเทคนิค TAI ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรูโดยใชเทคนิค TAI ทำใหนักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนรูจะเห็นได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไมแตกตางกันอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีคะแนนครั้งที่ 1 และ 2 คิดเปนร้อยละ 75.05 และรอยละ 73.63 ตามลำดับ และพฤติกรรมการทำงานกลุมของนักเรียนในภาพรวมพบวา นักเรียนมีพฤติกรรมการทำงานกลุมดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของชนาธิป ดวงตาแสง. (2555) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับการเรียนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.28/83.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 นักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับ .05 และดัชนีประสิทธิผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT มีค่าเท่ากับ 0.7225 แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 72.25 อีกทั้งผลการศึกษาวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกับถนอมศรี เวชสุวรรณ์. (2558) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบแล้ว 2 สัปดาห์ ($\bar{x}$ = 21.49) ในขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจบทันที ($\bar{x}$ = 22.55) ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยทั้งสองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความคงทนในการเรียนรู้

6. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด

และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.57 , S.D. = 0.57) ทั้งนี้เนื่องจากในการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ความสำคัญตามแนวคิดของบลูม (Bloom. 1976 : 72-74) คือ ถ้าสามารถจัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ตนต้องการ นักเรียนจะเกิดความกระตือรือร้น ความสนใจใคร่รู้ โดยสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างของความพร้อมทางด้านจิตใจได้ชัดเจน มีความมุ่งมั่นตั้งใจ มีความพึงพอใจและมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน หมายถึงให้ความร่วมมือในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและประสบความสำเร็จสูง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของคำเพียร อุปรีทอง. (2553 : 56) ; ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ. (2559 : 31) และทิตยา สลิน. (2559 : 49) ที่ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ไว้ใกล้เคียงกัน คือ วิธีการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ คือ ครูผู้สอนจะต้องมีการใช้จิตวิทยาในการจัดการเรียนรู้ เช่น การเสริมแรง การสร้างแรงจูงใจ การสร้างการมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การค้นหาคำตอบให้กับตนเอง ตลอดจนการใช้สื่อที่ดีมีประสิทธิภาพได้อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ทั้งนี่เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและเกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่ครูผู้สอนถ่ายทอดให้ จากผลการศึกษาวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีองค์ประกอบที่มีความชัดเจนและเหมาะสม ประกอบด้วย แบบทดสอบแบบฝึกหัด และมีเนื้อหาที่มีภาพประกอบ กิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการออกแบบกิจกรรมให้สามารถปฏิบัติเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม มีการสืบค้นข้อมูล การสร้างปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และใช้ทักษะการสื่อสารในการนำเสนอผลงาน โดยมีเป้าหมายหลักคือเรียนอย่างสนุก มีความสุขกับฟิสิกส์ กิจกรรมที่น่าสนใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมฟิสิกส์สัประยุทธ์ ทั้งนี้เป็นเพราะนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นช่วงวัยแห่งการเรียนรู้ ซึ่งชอบและสนใจกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถ จากองค์ประกอบข้างต้นช่วยทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556) ได้ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่ โดยรูปแบบการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่โดยรูปแบบการสร้างสรรค์ความรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับผลการวิจัยของศิรินภา นกแก้ว. (2559) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องโมเมนตัมและการชน

โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4MAT โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับผลการวิจัยของรุ่งนภา พรหมภักดี. (2556) ศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง มีค่าเท่ากับ 80.74/78.90 ดัชนีประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น มีค่าเท่ากับ 0.6009 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของสนธยา วิเศษสังข์. (2557) ศึกษาวิจัยการสอนแบบ Hands-on เรื่องไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการ กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสุรพินท์พิทยา อำเภอลำดวน จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 39 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และจากการวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนตามสถิติค่า Normalized gain มีค่าเท่ากับ 0.60 อยู่ในระดับปานกลาง นอกจากนี้การประเมินความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Hands-on จากการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Hands-on มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 มีระดับความพึงพอใจในระดับมาก

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการสอน เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีเหตุและผล การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งการทำงานร่วมกันด้วยการบูรณาการความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพและมีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21) ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องสร้างให้เหมาะสมกับผู้เรียนและสอดคล้องกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และจากการศึกษา พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น โรงเรียนและกลุ่มบริหารงานวิชาการควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้มีการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

2. ในการนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนจะต้องศึกษารายละเอียดและคู่มือการใช้อย่างละเอียดและจะต้องตรวจสอบสื่ออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้สามารถใช้ได้อย่างสมบูรณ์

ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไป

1. ควรมีการสร้างและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ที่กว้างขวางมากขึ้น

2. ควรมีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาบูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง กลศาสตร์ของไหล หรือเป็นการเรียนสองภาษารองรับขีดความสามารถของนักเรียน เป็นต้น

3. ควรมีการศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสนใจใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กมลทิพย์ บริบูรณ์ และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2558). **การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสาธิต เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34 มหาวิทยาลัยของแก่น จังหวัดของแก่น. 1996 - 2005.

กฤตณภัต บุญยัษเฐียร. (2553). **การออกแบบระบบสารสนเทศแหล่งเรียนรู้และภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. ภูเก็ต : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต.

กฤษกร บุญประเสริฐ. (2562). **การใช้กิจกรรมสะเต็มในการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การตกของลูกแบดมินตันขนไก่.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาฟิสิกส์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กุลกาญจน์ สุวรรณรักษ์. (2556). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องการชั่งและการตวงของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยการสอนแนะให้คิด (CGI) ที่เน้นทักษะการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน**. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). **การพัฒนาสื่อ/นวัตกรรมการศึกษาเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพ ฯ : สถาพรบุ๊คส์.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). **การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ดุษฎีนิพนธ์. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). **ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). ปัตตานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เกศินี อินถา และคณะ. (2558). **การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “มหัศจรรย์ยางพารา” โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.** วารสารครุพิบูล, 1(2558), 132-140.

บรรณานุกรม (ต่อ)

คำเพียร อุปรีทอง. (2553). **การสร้างชุดกิจกรรมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศโดยใช้แผนผังมโนทัศน์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). อุตรดิตถ์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

เครือวัลย์ แสงโสดา. (2556). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในอ่างเก็บน้ำคลองลำกง อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์.** เพชรบูรณ์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สถาบันวิจัยและพัฒนา.

จารีพร ผลมูล. (2558). **การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเมืองหลังสวน จังหวัดชุมพร.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จินตวีร์ โยสีดา. (2554). **การพัฒนาชุดสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ไบโอดีเซล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาเคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จิราพร สุขกรง. (2553). **ผลสัมฤทธิ์ความคงทนและเจตคติทางการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้เกมและการสอนตามปกติ.** วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (สาขาการสอนภาษาอังกฤษเป็นภาษานานาชาติ). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

จีรพรรณ ชวาลสันตติ. (2560). **การพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์โดยอิงแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงนวัตกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ปร.ด. (สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). ปทุมธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

จุฑามาศ ชูจินดา กิติยานภาลัย ภู่ตระกูล และณภัทร โชคธนินกุล. (2555). **แรงจูงใจในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 ในเขตจังหวัดนนทบุรี.** ทุนการวิจัย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์.

จุฑารัตน์ เกาะหวาย. (2563). **การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEM เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ชนาธิป ดวงตาแสง. (2555). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้การเรียนรู้รูปแบบ 4 MAT กับการเรียนแบบปกติ.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ชนิตกานต์ คำวัน. (2555). **ประสิทธิภาพและผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือวิชาฟิสิกส์ เรื่องปริมาณเวกเตอร์และการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ชมทิศา ขันภักดี. (2553). **การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง PDCA ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการนำเสนอความรู้ด้วยหนังสือการ์ตูนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชลิตา ทักษิณกานนท์. (2555). **การเพิ่มพูนความเข้าใจ เรื่อง มวล แรง และการเคลื่อนที่ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE)**. วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). **การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.** วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, 5(1), 5-20.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ . (2555). **80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.

ชาตรี ฝ้ายคำตา. (2555). **ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนเพื่อการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.** วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2(2), 233-260.

ชาลี เกยรัมย์. (2558). **การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่องงานและพลังงาน โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้). บุรีรัมย์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ชาลี จันทร์เรือง. (2558). **รายงานข้อเสนอเชิงนโยบายสะเต็มศึกษา (STEM Education) นโยบายเชิงรุกเพื่อพัฒนาเยาวชน และกำลังคนด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์.** คณะกรรมาธิการการสื่อสารมวลชน การวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสารสนเทศ. สภานิติบัญญัติแห่งชาติ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ชุติมา วันดี. (2556). **ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะ หาความรู้ 5E ด้วยชุดการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมดุลกล.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

โชติกา ภาษีผล. (2554). **การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษา.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

ฐายิกา ชูสุวรรณ. (2560). **การสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้แนวการจัดการศึกษาแบบสะเต็ม เรื่องแสง ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สาขาวิชาศึกษาศาสตร์). นนทบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ฐิติลักษณ์ วัฒนศิริ. (2559). **การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การเรียนการสอนตามแนว STEM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบรูพา.

ณัฐมน เดชมา. (2555). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารและสมบัติของสารและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้แผนผังมโนทัศน์**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดวงกมล สินเพ็ง. (2553). **การพัฒนาผู้เรียนสู่สังคมแห่งการเรียนรู้ : การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง : กลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม.** พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ : บริษัทวี.พริ้นท์ (1991) จำกัด.

ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). **การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคของพืช.** ในการประชุมวิชาการระดับชาติครุศาสตร์ ครั้งที่ 1 (น. 354). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถนอมศรี เวชสุวรรณ์. (2558). **ผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). นครสวรรค์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ถวัลย์ มาศจรัส. (2553). **Model การจัดการศึกษาและแหล่งการเรียนรู้สร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ : ธารอักษร.

ทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), สำนัก. (2561). **ผลการทดสอบความถนัดทั่วไปและความถนัดทางวิชาการและวิชาชีพ**. [online]. เข้าถึงได้จากhttp://www.niets.or.th/th/ [2561 , ต.ค. 4].

ทิตยา สลิน. (2559). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ทิศนา แขมมณี. (2556). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิศนา พรกุล. (2554). **รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด.

ธวัช ชิตตระการ. (2555). **การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมผ่านโปรแกรม STEM**. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

ธัญญารัตน์ รัตนหิรัญ. (2562). **การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ). นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ธิดารัตน์ ศักดิ์สุจริต. (2555). **ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบซิปปาร่วมกับเทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ธีรฎา ไชยเดช สกนธ์ชัย และคณะ. (2560). **การพัฒนาสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และผลิตภัณฑ์.** วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 8(1). 51-66.

บรรณานุกรม (ต่อ)

นงนุช เอกตระกูล. (2558). **รายงานการวิจัย เรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** ธนบุรี : สำนักงานคณะกรรมการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ.

นภัสสร ชะปูแสน. (2557). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง อาหารและสารอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับแบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาหลักสูตรและนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้). นครพนม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครพนม.

นภาไล ตาสาโรจน์. (2553). **การเปรียบเทียบทักษะการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจและความคงทนในการเรียนรู้ภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างวิธีสอนตามคู่มือครูกับวิธีสอนโดยใช้ผังกราฟิก.** วิทยานิพนธ์ ศ.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นราภรณ์ ชัยบัวแดง. (2561). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

นริศรา คณานันท์. (2555). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องบทประยุกต์ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

นับ บริกล. (2554). **การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ.

นิติกาญจน์ ไกรสิทธิพัฒน์. (2553). **ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดคำนวณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาการมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

นิธิวดี เพียรรักกิจการค้า (2554). **ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการเรื่องโจทย์ปัญหาสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

_____. (2556). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 5).** กรุงทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2555). **“การวัดและประเมินผลการศึกษา”, ทฤษฎีและการประยุกต์.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

ปนัดดา โภคพิพัฒน์. (2553). **การจัดการเรียนรู้แบบเดินเรื่องที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). จันทบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ประนอม เมตตาวาสี. (2555). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องระบบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือด้วยเทคนิค TGT กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบ 4MAT.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ประโรม แสงแก้ว. (2553). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง งานและพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พยุง ใบแย้ม. (2558). **การพัฒนารูปแบบการใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นที่เหมาะสมเพื่อการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษา.** ดุษฎีนิพนธ์. (สาขาวิชาการบริหารเพื่อการพัฒนาการศึกษา). กาญจนบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). **STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.** วารสารนักบริหาร, 33(2), 49-55.

บรรณานุกรม (ต่อ)

พรปวีณ์ กอกอง. (2555). **การพัฒนาชุดกจิกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พฤทธิ มาเนตร. (2553). **การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถทางการคิดเชิงมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พัชรี แก้วอาภรณ์. (2558). **การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง พืชใกล้ตัวเรา โดยใช้สวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนเป็นแหล่งเรียนรู้ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2555). **หลักการวัดและการประเมินผลการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ ฯ : เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสต์.

พิเชษฐ์ ไพโรจน์. (2554). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การขยายพันธุ์พืชโดยไม่อาศัยเพศ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

พิทธพนธ์ พิทักษ์. (2561). **การพัฒนารูปแบบการสอนฟิสิกส์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความสามารถในการเผชิญและฝ่าฟันอุปสรรคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ปร.ด. (สาขาวิชาศึกษาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2555). **สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2557). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิสณุ ฟองศรี. (2554). **วิจัยในชั้นเรียน : หลักการและเทคนิคปฏิบัติ**. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพ ฯ : บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

เพชรศิรินทร์ ตุ่นคำ. (2559). **การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล : โปรตีนและลิพิดเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาเคมี). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไพศาล วรคำ. (2555). **การวิจัยทางการศึกษา.** (พิมพ์ครั้งที่5). มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

ภัชรพงษ์ พระไว. (2559).**การออกแบบและพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาสำหรับการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**.**

ภัสสร ติดมา. (2558). **การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วารสารราชพฤกษ์, 13(3), 71-76.

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2560). **การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการคิดเชิงระบบ.** รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 1. ร้อยเอ็ด : มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (2556). **การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็ม”.** สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 19 (มกราคม–ธันวาคม 2556), 3-14.

มาริสา หอมดวง. (2563). **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยศธร บัญเทิง. (2556). **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**.**

ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). **การเสริมสร้างวิทย์เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์ด้วย STEAM Model** . สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2561, จาก http://www.educathai.com/workshop_download_handout_download.php?id=60&page=4.

บรรณานุกรม (ต่อ)

รพีพล อินสุพรรณ. (2562). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). **เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

รักษ์ศิริ จิตอารี และคณะ. (2560). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(2), 202-214.

รักษ์สิริ แพงป้อง. (2554). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องระดับหูหนวก จากการสอนแบบ POSSE ร่วมกับสื่อวิดีทัศน์**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาการศึกษาพิเศษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

รุ้งตะวัน สังฆทิพย์. (2556). **การเปรียบเทียบทักษะการเขียนภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสารและความคงทนในการเรียนรู้ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนน้ำพองศึกษาที่ได้รับรูปแบบการสอนเพื่อให้เกิดมโนมติ Bruner กับการสอนตามคู่มือครู**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รุ่งนภา พรหมภักดี. (2556). **การพัฒนาการเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้ชุดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ ค.บ. (การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้). ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอีสาน.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2553). **เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

เลขาธิการสภาการศึกษา, สำนักงาน. (2554). **ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษา ในทศวรรษที่สอง (พ.ศ. 2552 –2561)**. กรุงเทพฯ : พริกหวานกราฟฟิค.

วราวุธ บุตรรัตน์. (2556). **ชุดกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องภาคตัดกรวยโดยใช้โปรแกรม C.a.R. สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วารสารวิทยาศาสตร์ศรีนครินทรวิโรฒ. 29(1), 10-11.

บรรณานุกรม (ต่อ)

วัชรี เกษพิชัยณรงค์ และน้ำค้าง ศรีวัฒนาโรทัย. (2555). **“การเรียนเชิงรุกและเทคนิคการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนเชิงรุก” การอบรมเรื่อง “การเรียนการสอนเชิงรุก”**. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. ปทุมธานี.

วัชรี อาภรณ์พงษ์. (2556). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่โดยรูปแบบการคิด สร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). บุรีรัมย์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

วันชัย แย้มจันทร์ฉาย. (2554). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานกับการเรียนตามปกติ**. นครสวรรค์ : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 42.

วันวิสา กองเสน. (2558). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติต่อการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้ผังความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 6**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิจารณ์ พานิช. (2556). **สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพมหานคร : มูลนิธิสยามกัมมาจล.

วิชาการและมาตรฐานการศึกษา, สำนัก. (2554). **เพื่อนคู่คิด มิตรคู่ครู แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

_____. (2557). **แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

วิรัดชณา จิตรักศิลป์. (2560). **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง แรง การเคลื่อนที่และพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

วิราสินี ก้าวศิริรัตน์. (2557). **การพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง การเคลื่อนที่โดยใช้ชุดการสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ศนิตา สร้อยแสง. (2554). **ผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลัพธ์และแรงเสียดทานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาเทคโนโลยีการศึกษา). นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). **การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ : บอสส์การพิมพ์.**

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). **การจัดการเรียนรู้ (Learning Management).** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง. (2554). **การใช้ชุดปฏิบัติการของไหลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**.**

ศิรินภา นกแก้ว**.** (2559). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องโมเมนตัมและการชน โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้). บุรีรัมย์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2560). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

ศุภพงษ์ เนียมเที่ยง. (2558). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะความรู้ 7 ขั้น (7E) ควบคู่กับเทคนิคช่วยจำ วิชาชีววิทยา เรื่องระบบต่อมไร้ท่อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). **คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2554). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

_____. (2557). **ความรู้เบื้องต้นสะเต็มศึกษา.** กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2557). **สะเต็มศึกษา Science Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education).** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. (2561). **รายงานการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ Programme for International Student Assessment (PISA) PISA 2006 PISA 2009 และ PISA 2012.** [online]. เข้าถึงได้จาก http://www.ipst.ac.th [2561 , ต.ค. 15].

บรรณานุกรม (ต่อ)

สนธยา วิเศษสังข์. (2557). **การสอนแบบ Hands-on เรื่องไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2556). **“การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21”.** วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้. 4(1), 55-63.

สมนึก ภัททิยธนี. (2558). **การวัดผลการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 10. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สมภาร เชื้ออ่อน. (2553). **ประสิทธิผลของรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกลุ่มในการทดลองวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

สว่าง พิมพิชัย. (2557). **การพัฒนาคู่มือการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับอริยสัจสี่ เรื่องปุ๋ยชีวภาพที่มีผลต่อความรับผิดชอบ ทักษะการแก้ไขปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร**.**

สอาดเผดิมวิทยา, โรงเรียน. (2560). **หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)**

_____. (2561). **สารสนเทศฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ปีการศึกษา 2561**. เอกสารฝ่ายวิชาการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร.

_____. (2561). **สารสนเทศฝ่ายวิชาการกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ปีการศึกษา 2561**. เอกสารฝ่ายวิชาการกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร.

สันติ อาภรณ์พงษ์. (2558). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่แบบหมุนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค LT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ). บุรีรัมย์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

สายชล สิมสิน. (2559). **การพัฒนาชุดกิจกรรมเกมคณิตศาสตร์ โดยวิธีการสอนแบบแกปญหาร่วมกับการคิดแบบโยนิโสมนสิการที่สงผลตอความสุข ในการเรียนความคิดสร้างสรรคและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 2**. วิทยานิพนธ ค.ม. สกลนคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สำลี รักสุทธี. (2553). **การจัดทำสื่อนวัตกรรมและแผนประกอบสื่อนวัตกรรม.** นนทบุรี : เพิ่มทรัพย์การพิมพ.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). **สะเต็มศึกษา (ตอนที่ 2) : การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน.** วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, (3), 154–160.

สิริลักษณ์ มหิทธยาภรณ์. (2556). **การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเสียงกับการได้ยินเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). ปทุมธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2553). **นวตักรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน.** กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุทธภา บุญแซม. (2553). **การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์หน่วยการเรียนรู เรื่อง คลื่นแม่เหล็กไฟฟา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปที่ 6 โดยใชการสอนแบบสืบเสาะหาความรู (7E).** วิทยานิพนธ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สุทธิดา จำรัส. (2560). **นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.** วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ., 10(2), 13–34.

สุธีรา แก้วบุญเรือง. (2555). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อโปรแกรม GSP กับการสอนปกติ.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาการวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). **สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.** วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 186, 3–5.

สุพรรณี เสนภักดี. (2553). **การใช้วิธีการสอนแบบโครงงานเพื่อสร้างความคงทนในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดตะกล่ำกรุงเทพมหานคร.** ปริญญานิพนธ์ ศศ.ม. (สาขาวิชาการสอนภาษาอังกฤษ). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุพัตรา โคตะวงค์. (2558). **การส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแพศึกษา.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สุภาพร คำพิมาย. (2555). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู การบวก ลบ คูณ หารระคน และพฤติกรรมการทำงานเปนกลุมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 4 จากการจัดการเรียนรูโดยใชเทคนิค TAI**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (สาขาหลักสูตรและการสอน). นครราชสีมา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สุรางค์ โค้วตระกูล. (2553). **จิตวิทยาการศึกษา.** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุวธิดา ล้านสา. (2558). **การพัฒนาชุดกจิกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาหลักสูตรและการนิเทศ). นครปฐม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). **20 วิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมการเรียนรู้โดยการสแวงหาความรู้ด้วยตนเอง.** กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

อนุวัติ คูณแก้ว. (2556). **การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ สู่ผลงานทางวิชาการเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ (2555). **สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering and Mathematics Education : Preparing students for the 21st Century.** เข้าถึงจาก http://design technology.ipst.ac.th/ uploads/STEM- education.pdf. 20 มกราคม 2556.

อัฐวุฒิ คำแสน. (2554). **การสร้างชุดกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพดินและการเปลี่ยนแปลงของดินสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น.** สารนิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อาทิตยา พูนเรือง. (2559). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เอนไซม์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อุษณี แก้ววงษ์. (2559). **การเสริมสร้างมโนมติวิชาฟิสิกส์ เรื่องโพลาไรเซชันของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). อุบลราชธานี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

Akinbobola, A.O. and Afolabi, F. (2010). **Analysis of science process skills in west African senior secondary school certificate physics practical examinations in Nigeria**. Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP), 4(1), 32-47.

Aktamis, H. and Yenice, N. (2010). **Determination of the science process skills and critical thinking skill levels.** Procedia Social and Behavioral Sciences, 2, 3282– 3288.

Anwari, I., et al. (2015). **Implementation of authentic learning and assessment through STEM education approach to Improve students metacognitive skills.** K-12 STEM Education, 1(3), 123–136.

Aronin, S., & Floyd, K. K. (2013). **Using an iPad in inclusive preschool classroom to introduce STEM concepts**. Teaching Exceptional Children, 45(4), 34-39.

Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2016). **Moving STEM beyond schools : Students' perceptions about an out- of-school STEM education program.** International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4(1), 9–19. https://doi.org/10.18404/ijemst.71338.

Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S., & Koehler, C. M.. (2012). **What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and Shelly Sheats Harkness Partnerships**. School Science and Mathematics, 112(1), 3-11.

Bybee, R. W. (2009). **K-12 engineering education standards: opportunities and barriers.** Retrieved March 1, 2013, from http://www. nae.edu/File.aspx?id=15165

_____. (2011). **Scientific and engineering practices in K–12 classrooms understanding : A framework for K–12 science education**. Retrieved March 1, 2013, from http://www. nsta.org/about/standardsupdate/resources/ 201112_Framework-Bybee.pdf.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Carr, R. L., Bennetti V, L. D., & Strobe, J. O. (2012). **Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 U.S. States: An analysis of presence and extent**. Retrieved March 1, 2013, from http://www.nysstemeducation.org/STEM_Docs/2012K-12STEM_in_USA.pdf

Ceylan, S.,& Ozdilek, Z. (2013). **Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education**. Procedia social and behavioral science, 177, 223-227.

Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). **Assessing the impact of an autonomous robotics competition for STEM education.** Journal of STEM Education : Innovations and Research, 15(2), 24–34.

Dejarnette. (2012). **America's children: providing early exposure toSTEM (science, technology, engineering and math) initiatives**. Education, 133(1), 77–84.

Fang, N. (2014). **Increasing high school students interest in STEM education through collaborative brainstorming with Yo-Yos.** Journal of STEM Education, 14(4), 8–14.

Gagne,Robert M. (1994). **The Conditions of Learning and Theory of lostruction.** 4th ed. New York : Holt Rinehart and Winston, 1994.

Gazibeyoglu, T., & Aydin, A. (2019). **The effect of STEM-based activities on 7th grade students' academic achievement in force and energy unit and students' opinions about these activities.** Universal Journal of Educational Research, 7(5), 1275–1285.

Guzey, S. S., & Moore, T. J. (2017). **Engineering design-based STEM integration curriculum assessment.** Purdue University Research Repository. West Lafayette, IN. Retrieved from https://purr.purdue.edu/publications/2882/1.

Hake R. (1998). **Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses Am.** J. Phys. 66 64–74.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Jamali, S. M., Md Zain, A. N., Samsudin, M. A., & Ale Ebrahim, N. (2017). **Self-Efficacy, Scientific Reasoning, and Learning Achievement in the STEM Project-Based Learning Literature.** The Journal of Nusantara Studies (JONUS), 2, 29–43.

Lee, & Kamisah, (2015). **An Interdisciplinary Approach for Biology, Technology, Engineering, Mathematics (BTEM) to Enhance 21 st Century Skill in Malaysia.** K - 12 STEM Education, 1(3), 137 - 147.

Li, Y. (2018). **Journal for STEM education research – Promoting the development of interdisciplinary research in STEM education.** Journal for STEM Education Research, 1, 1–6.

Lou, S. J., Chuang S. Y., Meng H. J., Yeh R. C., Tsengg K. H., & Chang C. C. (2010). **A Study of project-based STEM learning for senior high school students in Taiwan.** Retrieved from http://www.peer.asee.org/a-study-of-project-basedstem-learning-in-taiwan.

Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). **STEM : Country comparisons.** Melbourne : Australian Council of Learned Academies.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & Stohlmann, M. S. (2014). **A framework for quality K-12 engineering education: Research and development.** Journal of Pre-College Engineering Education Research, 4(1), Article 2.

National Research Councilof the National Academes. (2011). **Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics.** Washington D.C. : The National Academic Press.

Partnership for 21st Century Skills. (2009). **Framework for 21st century learning. Tucson, AZ: Partnership for 21st Century Skills.** Retrieved August 10,2009, From www.p21.org/index.php? option=com_content&task=view&id=254&Itemid =120.

Quang, L. T., Hoang, L. H., Chaun, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T., & Nhung, V. T. (2015). **Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in vietnamese schools.** Doi : 10.9734/BJESBS/2015/19429.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Rachel, B. J. (2008). **Science, technology, engineering, and math.** Retrieved March 5, 2013, from http://www.learning.com/press/ pdf/Science-Technology-Engineering- Mathematics-STEM-Report.pdf

Rapporteur, A. B. (2011). **Successful STEM education: A workshop summary.** Washington D.C. : The National Academic Press.

Ring, E.A.; Dare, E.A.; Crotty, E.A.; Roehrig, G.H. (2017). **The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout anIntensive Professional Development Experience.** J. Sci. Teach. Educ. 2017, 28, 444–467.

Robert, M. M & James, R. (2013). **STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach.** Rotterdam: Sense Publishers.

Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). **Is adding the E enough investigation the impact of K-12 engineering standard onthe implementation of STEM integration**. Journal School Science and Mathematics,112(1), 31-43.

Sahin, A., Ayar, M., & Adiguzel, T. (2014). **STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning.** Educational Sciences: Theory & Practice. 14(1), 309-322.

Satchwell, R., & Loepp, F. L. (2008). **Designing and implementing an integrated mathematics, science and technology curriculum for the middle schoo**l. Retrieved fromhttp;//scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/satchwell.html

The Wheelock College Aspire Institute. (2010). **Strengthening STEM education in the early years: A plan for increasing the number of skilled pre K-6 STEM educators in the greater Boston Region.** Retrieved April 1, 2013, from http://www.wheelock.edu/Documents/News/Foundation%20for%20the%20Future%20 Report. Pdf.

Walker, W. S., III. (2017). **Integrated STEM or Integrated STEM?.** School Science and Mathematics, 117(6), 225-227.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Wayne, C. (2012). **What is S.T.E.M. and why do I need to know?** Retrieved February 2, 2013, from http://issuu.com/carleygroup/docs/ stem12online/1.

Wilson, James W. 1971. **Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. U.S.A., McGraw–Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญและหนังสือเชิญให้เป็นผู้เชี่ยวชาญ

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและตรวจสอบเครื่องมือ
2. หนังสือเชิญให้เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคุณภาพและตรวจสอบเครื่องมือ
3. หนังสือขออนุญาตสถานศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูล

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุระ วุฒิพรหม

การศึกษา วท.ด. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา) มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

2. ดร. สุรีรัตน์ หอมหวล

การศึกษา Ph.D.(Physics) @ National University of Singapore, Singapore
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์
สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดสงขลา

3. ดร. ภัทรพร ตัสโต

การศึกษา ปร.ด. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
สถานที่ทำงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

4. นายเฉลิมพร พงศ์ธีระวรรณ

การศึกษา การศึกษาบัณฑิต (สาขาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ
สถานที่ทำงาน โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

5. นางสุนี ลิมปนดุษฎี

การศึกษา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (สิ่งแวดล้อมศึกษา) มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ
สถานที่ทำงาน โรงเรียนวรนารีเฉลิม จังหวัดสงขลา

6. นางอรพินท์ มุจลินทร์

การศึกษา การศึกษามหาบัณฑิต (ภาษาไทย) มหาวิทยาลัยทักษิณ
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ
สถานที่ทำงาน โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพและตรวจสอบเครื่องมือ (ต่อ)

7. นางเสาวลักษณ์ รอดผล

การศึกษา ครุศาสตรมหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน)
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ตำแหน่ง ข้าราชการบำนาญ วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๒ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า นายเฉลิมพร พงศ์ธีระวรรณ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๓ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวรนารีเฉลิม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า นางสุนี ลิมปนดุษฎี เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการเพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๔ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม ภาควิชาฟิสิกส์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๕ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.สุรีรัตน์ หอมหวล ภาควิชาฟิสิกส์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๖ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.ภัทรพร ตัสโต ภาควิชาคณิตศาสตร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๗ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน นางเสาวลักษณ์ รอดผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๑๘ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๑๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

เรียน นางอรพินท์ มุจลินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ๑ ฉบับ

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ที่สูงขึ้น

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลงานทางวิชาการ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๓๕ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม ภาควิชาฟิสิกส์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี เพื่อให้เอกสารชุดนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๓๖ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.สุรีรัตน์ หอมหวล ภาควิชาฟิสิกส์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี เพื่อให้เอกสารชุดนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๓๗ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๘ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า ดร.ภัทรพร ตัสโต ภาควิชาคณิตศาสตร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี เพื่อให้เอกสารชุดนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๓๘ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า นายเฉลิมพร พงศ์ธีระวรรณ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี เพื่อให้เอกสารชุดนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๓๙ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวรนารีเฉลิม

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา พิจารณาแล้วเห็นว่า นางสุนี ลิมปนดุษฎี ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี เพื่อให้เอกสารชุดนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ทั้งนี้ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๔๐ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน นางอรพินท์ มุจลินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร มีความประสงค์ให้ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อใช้การพัฒนาสื่อการสอนที่สร้างขึ้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เพื่อให้เอกสารชุดนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ข้อเสนอแนะของท่านจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพของเครื่องมือดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๑๔๑ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๙ กันยายน ๒๕๖๐

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของเครื่องมือ

เรียน นางเสาวลักษณ์ รอดผล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
และแบบประเมิน จำนวน ๑ ชุด
๒. แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๓. แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๑ ชุด
๔. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ ๕ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน ๑ ชุด
๕. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร มีความประสงค์ให้ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อใช้การพัฒนาสื่อการสอนที่สร้างขึ้น คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอน และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา รายละเอียด ดังเอกสารที่ส่งมาด้วยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อขอความร่วมมือและขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐๗๗๕๑ ๑๐๑๔ ต่อ ๑๐๘
โทรสาร ๐๗๗๕๑ ๑๙๙๕
www.saard.ac.th

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
ที่ ว ๒๑/๒๕๖๑ **วันที่** ๑ **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** ๒๕๖๑
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนานวัตกรรม

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

ด้วย นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร ได้ผลิตสื่อการสอน คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ให้มีคุณภาพ ซึ่งต้องใช้โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูล

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและพิจารณาอนุญาต

(นายวุฒิพล รัตนพร)
ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....
(นางอรพินท์ มุจลินทร์)
หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ
...../...../.....

ความคิดเห็นผู้อำนวยการโรงเรียน
☐ ทราบ
☑ อนุญาต ☐ ไม่อนุญาต
.....
.....

ลงชื่อ.....
(นายวินัย กรานมูล)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
...../...../.....

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

1. แบบประเมินชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4. แบบประเมินแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5. แบบประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

แบบประเมิน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา : IOC)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อประเมินต่อไปนี้ว่าสอดคล้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้อง

O หมายถึง ไม่แน่ใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้อง

-1 หมายถึง แน่ใจว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้อง

ที่	รายการ	ความคิดเห็น		
		+1	0	-1
	จุดประสงค์			
1	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน			
2	ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้			
	เนื้อหา			
3	มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้			
4	มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ			
5	การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ			
	กิจกรรม			
6	มีความหลากหลายที่ส่งเสริมการเรียนรู้			
7	การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย			
8	เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นต้น			
	แบบทดสอบ			
9	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา			
10	สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

แบบประเมินคุณภาพ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
จุดประสงค์					
1. แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน					
2. ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
เนื้อหา					
3. มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้					
4. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ					
5. การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ					
กิจกรรม					
6. มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้					
7. การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย					
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่นทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21 เป็นต้น					
แบบทดสอบ					
9. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา					
10. สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์					

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

(ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา : IOC)

รายวิชาฟิสิกส์ 5 **รหัสวิชา ว30205**

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

(ก่อนและหลังเรียน)

****

นายวุฒิพล รัตนพร

ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11

สำนักงานคณะการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

(ก่อนและหลังเรียน)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาแบบทดสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการวัดหรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง

O หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง

ตารางกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา	พฤติกรรมการวัด						รวม (ข้อ)
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล							
หน่วยย่อยที่ 1 ความหนาแน่นและความดันในของไหล	1	1	1	3	-	-	**6**
หน่วยย่อยที่ 2 เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล	-	-	3	4	-	-	**7**
หน่วยย่อยที่ 3 แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว	-	-	3	2	2	-	**7**
หน่วยย่อยที่ 4 การซึมตามรูเล็กและความหนืด	-	1	-	2	2	-	**5**
หน่วยย่อยที่ 5 พลศาสตร์ของไหล	-	-	-	5	-	-	**5**
รวม (ข้อ)	**1**	**2**	**7**	**16**	**4**	**-**	**30**

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
1. อธิบายความหมายของความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมได้ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น มวลและปริมาตรได้			1			
3. คำนวณหาความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมของของเหลวต่าง ๆ ได้ 4. ระบุการเรียงลำดับชั้นของของเหลว ตามสถานการณ์ที่กำหนดได้				1		
5. อธิบายความดันในของเหลว และความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลว ความหนาแน่น ความลึกของของเหลว และความเร่งโน้มถ่วงของโลกได้	1					
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันเกจ ความดันบรรยากาศและความดันสัมบูรณ์ในของเหลวได้		1				
7. วัดความดันในของเหลวที่ระดับความลึกต่าง ๆ โดยใช้แมนอมิเตอร์			1			
8. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว 9. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของของเหลว เมื่อความลึกคงตัว				1		

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
10. อธิบายและออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์เรื่องของไหล เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน			1			
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและแรงดันในของไหลได้ 12. คำนวณหาแรงดันที่กระทำต่อก้นภาชนะและแรงดันที่กระทำต่อผนังด้านข้างของภาชนะได้				1		
13. คำนวณหาแรงดันลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำได้			2			
14. อธิบายความแตกต่างระหว่างหลอดแก้วรูปตัวยู (U-shaped glass tube) และหลอดแก้วรูปตัวเจ (J-shaped glass tube) โดยใช้หลักการทางฟิสิกส์ได้ 15. คำนวณหาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความดันของหลอดแก้วรูปตัวยูและหลอดแก้วรูปตัวเจ ตามสถานการณ์ที่กำหนดได้				1		
16. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดความดันชนิดต่าง ๆ และหลักการของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดันได้ 17. อธิบายกฎของพาสคัล และใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงานของเครื่องอัดไฮโดรลิกได้				1		

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
18. ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม โดยใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องอัดไฮโดรลิกอย่างง่ายได้					1	
19. อธิบายแรงพยุงของของเหลว หลักอาร์คิมีดิสที่กระทำต่อวัตถุได้					1	
20. อธิบายความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของของเหลวและปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลวที่มีผลต่อแรงพยุงได้				1		
21. วิเคราะ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงพยุงและหลักอาร์คิมีดีส โดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้			1			
22. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้					1	
23. อธิบายแรงตึงผิว และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงตึงผิวได้ 24. อธิบายความสัมพันธ์ของความยาวผิววัตถุที่สัมผัสผิวของเหลวและความตึงผิวของของเหลวที่มีผลต่อแรงตึงผิวได้				1		

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
25. วิเคราะห์ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงตึงผิว โดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้ 26. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงตึงผิวของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้ 27. ทดลองและคำนวณหาความตึงผิวของของเหลวแต่ละชนิดได้		1				
28. ทดลองและคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวโดยการชั่งวัตถุในของเหลวได้			1			
29. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความโค้งของผิวของเหลว (โค้งเว้าและโค้งนูน) บริเวณที่สัมผัสผิวภาชนะ (Meniscus Effect) ได้ 30. อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์การซึมตามรูเล็ก (Capillary Action) เกี่ยวกับระดับของเหลวในหลอดสูงหรือต่ำกว่าระดับของเหลวภายนอกหลอด					1	
31. อธิบายเกี่ยวกับความหนืดว่าเป็นอีกลักษณะหนึ่งของความเสียดทาน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสสารเคลื่อนที่ผ่านกัน หรือพยายามเคลื่อนที่ผ่านกันได้ 32. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุในของเหลวที่มีความหนืดได้		1				

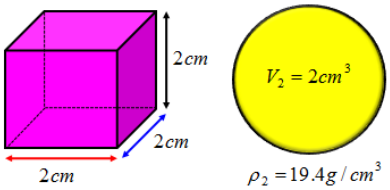
ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

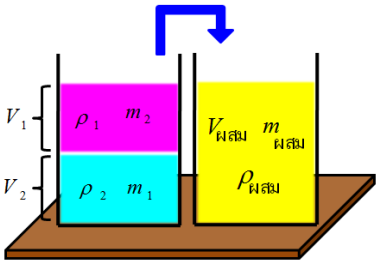
จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
33. ศึกษาและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของของเหลวได้ 34. ทดลองเรื่องความหนืดเพื่อหาค่าความเร็วปลายซึ่งเป็นค่าคงตัวและเป็นค่าสูงสุดของความเร็วของทรงกลมของแข็งที่เคลื่อนที่ในของไหลได้				1		
35. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับแรงต้านของของไหลที่กระทำต่อทรงกลมของแข็งจะแปรผันตรงกับความเร็วของทรงกลมได้				1		
36. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความหนืดได้					1	
37. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติได้ 38. อธิบายเส้นกระแสและหลอดการไหลได้				1		
39. วิเคราะห์หลอดการไหลและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จนสรุปเป็นสมการความต่อเนื่องและอัตราการไหลได้				1		
40. วิเคราะการเคลื่อนที่ของของไหลในท่อที่มีขนาดต่างกันและต่างระดับกัน แล้วสรุปเป็นหลักของแบร์นูลลีได้ 41. ใช้สมการแบร์นูลลีหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้				1		

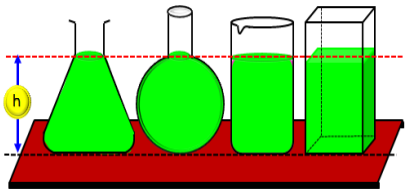
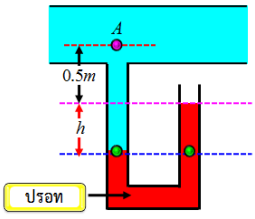
ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

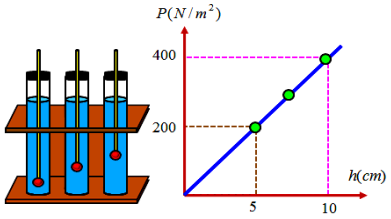
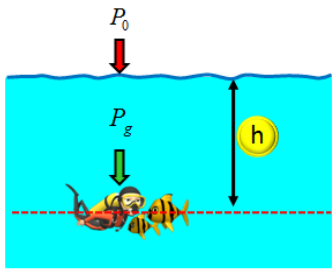
จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
42. วิเคราะห์และสรุปได้ว่า อัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูเล็ก ๆ ที่ผนังด้านข้างของภาชนะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกอย่างอิสระจากที่สูงเท่ากัน และไม่ขึ้นกับชนิดของของเหลวได้				1		
43. นำความรู้เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี และสมการความต่อเนื่องไปอธิบายหลักการสร้างอุปกรณ์บางอย่างเพื่อใช้งานได้				1		

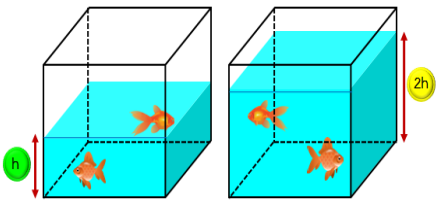
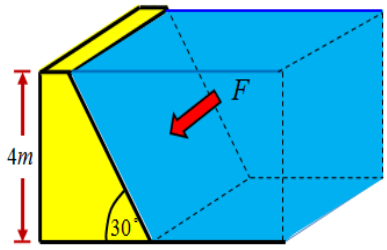
ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการวัด

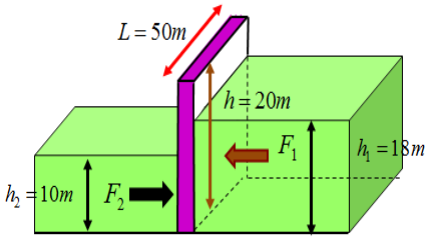
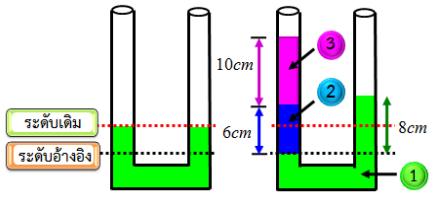
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
1. อธิบายความหมายของความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมได้ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น มวลและปริมาตรได้	1. โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะมีมวลเท่ากับก้อนทองซึ่งปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทองมีความหนาแน่น 19.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าโลหะมีความหนาแน่นเท่าไร  ก. 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 5.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 8.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 9.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	การนำไปใช้ เฉลย ก						
3. คำนวณหาความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมของของเหลวต่าง ๆ ได้ 4. ระบุการเรียงลำดับชั้นของของเหลว ตามสถานการณ์ที่กำหนดได้	2. สารชนิดที่ 1 มีความหนาแน่น $6x10^2$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จำนวน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารชนิดที่ 2 จำนวน 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของผสมนี้มีความหนาแน่น $12x10^2$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าสารทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน จงหาว่าสารชนิดที่ 2 มีมวลเท่าไร	การวิเคราะห์ เฉลย ง						

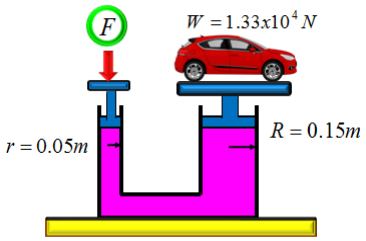
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	 ก. 5.2 กิโลกรัม ข. 6.8 กิโลกรัม ค. 7.5 กิโลกรัม ง. 8.4 กิโลกรัม							
5. อธิบายความดันในของเหลว และความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลว ความหนาแน่น ความลึกของของเหลว และความเร่งโน้มถ่วงของโลกได้	3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ 2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว 3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว 4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ ข้อความที่กล่าวถูกต้องคือ ก. 1 2 และ 3 ข. 1 และ 4 ค. 2 และ 3 ง. ถูกทุกข้อ	ความรู้ความจำ เฉลย ค						
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันเกจ ความดันบรรยากาศ และความดัน	4. ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกัน โดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากันปริมาณใดต่อไปนี้อาจมีค่าไม่เท่ากัน	ความเข้าใจ เฉลย ข						

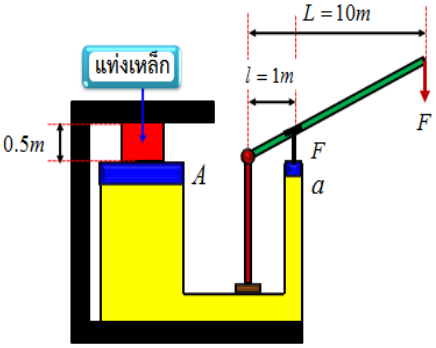
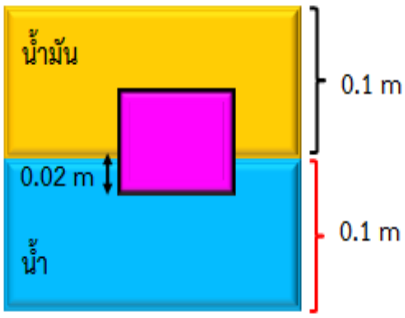
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
สัมบูรณ์ในของเหลวได้	 ก. น้ำหนักของน้ำ ข. แรงดันน้ำที่ก้น ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ							
7. วัดความดันในของเหลวที่ระดับความลึกต่าง ๆ โดยใช้แมนอมิเตอร์	5. ท่อน้ำมีแมนอมิเตอร์รูปตัวยูต่ออยู่ข้างใต้ดังรูป เมื่อน้ำไหลไปตามท่อ พบว่าความดันเกจที่จุด A เท่ากับ $1.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่าปรอทในแมนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูง h เป็นระยะเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของปรอทและน้ำเท่ากับ $13.6x10^5$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ$1x10^5$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ  ก. 0.8 เมตร ข. 0.6 เมตร ค. 0.4 เมตร ง. 0.2 เมตร	การนำไปใช้ เฉลย ง						

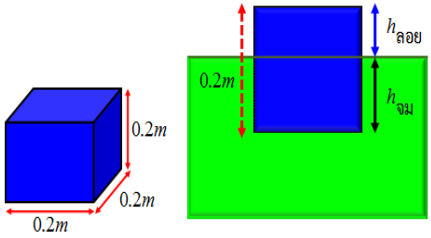
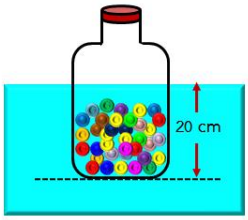
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
8. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของของเหลวเมื่อความหนาแน่นคงตัว 9. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธระหว่างความดันกับความหนาแน่นของของเหลว เมื่อความลึกคงตัว	6. จากการทดลองใช้แมนนอมิเตอร์วัดความดันของของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งบรรจุในภาชนะปิด โดยวัดความดันที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกได้ดังรูป จงหาความหนาแน่นของของเหลวนี้  ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ก						
10. อธิบายและออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์เรื่องของไหล เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	7. นักประดาน้ำขณะอยู่ใต้ทะเลที่มีความหนาแน่น 1.025×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัดความดันสัมบูรณ์มีค่าเป็น 2.025 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่านักประดาน้ำดำลึกจากผิวเท่าใด 	การนำไปใช้ เฉลย ข						

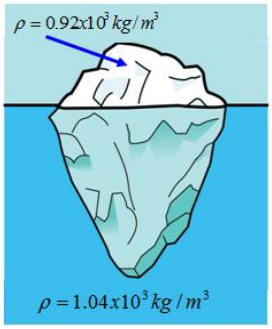
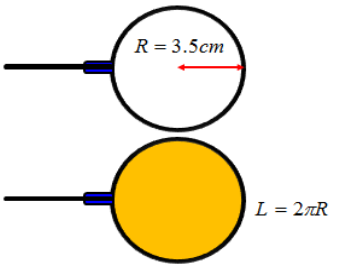
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	ก. 5 เมตร ข. 10 เมตร ค. 12 เมตร ง. 15 เมตร							
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและแรงดันในของไหลได้ 12. คำนวณหาแรงดันที่กระทำต่อก้นภาชนะและแรงดันที่กระทำต่อผนังด้านข้างของภาชนะได้	8. ถ้าระดับน้ำในตู้ปลารูปสี่แหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าแรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อดานข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า  ก. 8 ข. 6 ค. 4 ง. 2	การวิเคราะห์ เฉลย ค						
13. คำนวณหาแรงดันลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำได้	9. ฝายกั้นน้ำแห่งหนึ่งออกแบบไว้ดังรูป ซึ่งสันฝายยาว 5 เมตร เมื่อมีน้ำเต็มฝาย จงหาแรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย เมื่อความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  ก. $2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ข. $4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ค. $8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ง. $1x10^6$ นิวตันต่อตารางเมตร	การนำไปใช้ เฉลย ค						

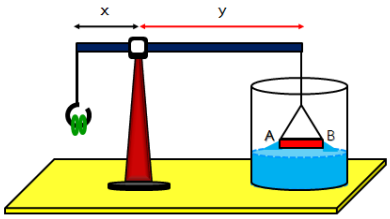
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	10. เขื่อนกั้นน้ำยาว 50 เมตร สูง 20 เมตร มีระดับน้ำใต้เขื่อนและเหนือเงื่อนลึก 10 เมตรและ 18 เมตร ตามลำดับ จงหาแรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อน  ก. 2.5×10^7 นิวตัน ข. 5.6×10^7 นิวตัน ค. 8.1×10^7 นิวตัน ง. 10.6×10^7 นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ข					
14. อธิบายความแตกต่างระหว่างหลอดแก้วรูปตัวยู (U-shaped glass tube) และหลอดแก้วรูปตัวเจ (J-shaped glass tube) โดยใช้หลักการทางฟิสิกส์ได้ 15. คำนวณหาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความดันของหลอดแก้ว	11. ของเหลว 3 ชนิด อยู่ในสภาวะสมดุลในหลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 1 และของเหลวชนิดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 4.0×10^3 และ 3.0×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่ากี่กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  ก. 1.4×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 1.6×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ก					

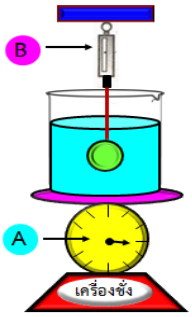
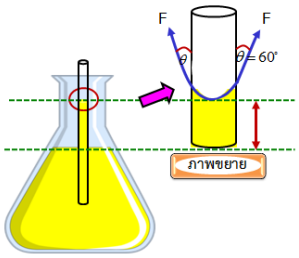
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
รูปตัวยูและหลอดแก้วรูปตัวเจตามสถานการณ์ที่กำหนดได้	ค. 1.8 x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 2.0 x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร							
16. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดความดันชนิดต่าง ๆ และหลักการของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดันได้ 17. อธิบายกฎของพาสคัล และใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงานของเครื่องอัดไฮโดรลิกได้	12. เครื่องยกรถยนต์ในสถานีบริการแห่งหนึ่งประกอบด้วยแรงดันที่ใช้อากาศบนลูกสูบเล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดที่มีรัศมี 5.0 เซนติเมตร ความดันถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกสูบใหญ่ที่มีรัศมี 15.0 เซนติเมตร จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตันเพื่อที่จะยกรถหนัก 13,300 นิวตัน  ก. 1.48x10^3 นิวตัน ข. 1.84x10^3 นิวตัน ค. 2.25x10^3 นิวตัน ง. 2.75x10^3 นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ก						
18. ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม โดยใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องอัดไฮโดรลิกอย่าง	13. จากรูปจงหาว่าแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จะหดสั้นเท่าไร เมื่อออกแรงกดที่คาน 1,000 นิวตัน เมื่อพื้นที่สูบยกและสูบอัดมีขนาด 10 และ 1 ตาราเซนติเมตร ตามลำดับ และเหล็กมีค่ายังก์มอดูลัส เท่ากับ 2x10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร	การสังเคราะห์ เฉลย ข						

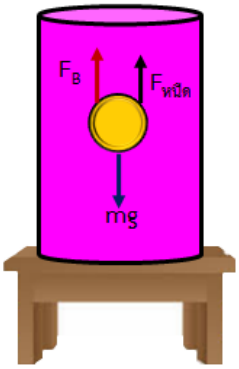
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
ง่ายได้	 ก. 0.20 เซนติเมตร ข. 0.25 เซนติเมตร ค. 0.30 เซนติเมตร ง. 0.35 เซนติเมตร							
19. อธิบายแรงพยุงของของเหลว หลักอาร์คิมีดิสที่กระทำต่อวัตถุได้	14. แท่งไม้รูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 0.1 เมตร ลอยอยู่ระหว่างน้ำและน้ำมันดังรูป ขอบด้านล่างอยู่ต่ำกว่าผิวรอยต่อระหว่างน้ำมันและน้ำ 0.02 เมตร น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาน้ำหนักของไม้  ก. 4.5 นิวตัน ข. 6.8 นิวตัน ค. 8.4 นิวตัน ง. 10.2 นิวตัน	การสังเคราะห์ เฉลย ข						

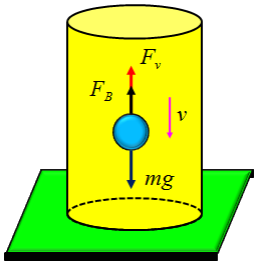
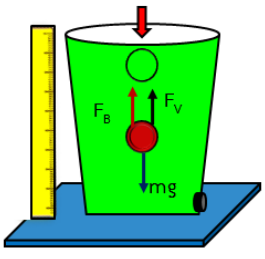
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
20. อธิบายความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของของเหลวและปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลวที่มีผลต่อแรงพยุงได้	15. วัตถุรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ความหนาแน่น 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในของเหลวที่บรรจุในภาชนะหนึ่ง ถ้าผิวบนของวัตถุอยู่ในแนวระดับ จงหาว่าผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลวเท่าใด กำหนดให้ ความหนาแน่นของของเหลว เท่ากับ 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  ก. 8 เซนติเมตร ข. 6 เซนติเมตร ค. 4 เซนติเมตร ง. 2 เซนติเมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ก						
21. วิเคราะ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงพยุงและหลักอาร์คิมีดีสโดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้	16. ขวดใส่ลูกกวาดทรงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป จงคำนวณว่าขวดและลูกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับเท่าไร  ก. 780 กรัม ข. 1,180 กรัม ค. 1,460 กรัม ง. 1,571 กรัม	การนำไปใช้ เฉลย ง						

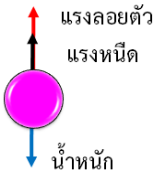
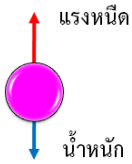
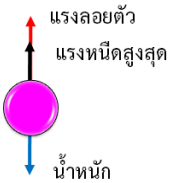
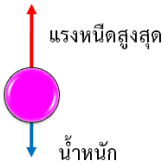
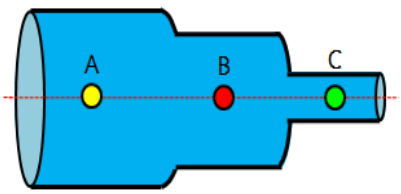
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
22. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้	17. น้ำแข็งมีความหนาแน่น $0.92x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในน้ำทะเลที่มีความหนาแน่น $1.04x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาว่าน้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์  ก. 86.9 เปอร์เซ็นต์ ข. 87.7 เปอร์เซ็นต์ ค. 88.5 เปอร์เซ็นต์ ง. 89.0 เปอร์เซ็นต์	การสังเคราะห์ เฉลย ค						
23. อธิบายแรงตึงผิวและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงตึงผิวได้ 24. อธิบายความสัมพันธ์ของความยาวผิววัตถุที่สัมผัสผิวของเหลวและความตึงผิวของของเหลวที่มีผลต่อ	18. จากการทดลองศึกษาแรงตึงผิวโดยนำลวดโลหะที่ขึ้นรูปเป็นวงกลมรัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำสบู่ที่มีความตึง0.025 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาแรงตึงผิวมีค่ากี่นิวตัน  	การวิเคราะห์ เฉลย ง						

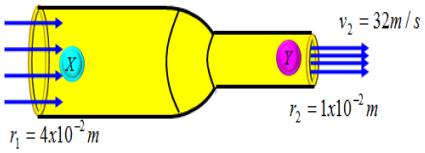
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
แรงตึงผิวได้	ก. $11x10^{-2}$ นิวตัน ข. $11x10^{-3}$ นิวตัน ค. $5.5x10^{-2}$ นิวตัน ง. $5.5x10^{-3}$ นิวตัน							
25. วิเคราะห์คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงตึงผิว โดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้ 26. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงตึงผิวของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้ 27. ทดลองและคำนวณหาความตึงผิวของของเหลวแต่ละชนิดได้	19. แท่งโลหะ AB มวล 499 กรัม ยาว 20 เซนติเมตร กำลังจะหลุดจากผิวของของเหลวพอดี ด้วยมวล m เท่ากับ 1,000 กรัมและระบบคานดังรูป จงคำนวณหาค่าความตึงผิวของของเหลว ถ้า X และ Y เท่ากับ 0.1 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ  ก. $2.5x10^{-2}$ นิวตันต่อเมตร ข. $2.5x10^{-5}$ นิวตันต่อเมตร ค. $2.5x10^{1}$ นิวตันต่อเมตร ง. $2.5x10^{-1}$ นิวตันต่อเมตร	การนำไปใช้ เฉลย ก						
28. ทดลองและคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวโดยการชั่งวัตถุในของเหลวได้	20. ภาชนะใบหนึ่งบรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น $2x10^{3}$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่จำนวนหนึ่ง วางภาชนะนี้บนตาชั่ง A ปรากฏว่าตาชั่งอ่านน้ำหนักได้ 10 นิวตัน ต่อมาเอาวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์	การนำไปใช้ เฉลย ค						

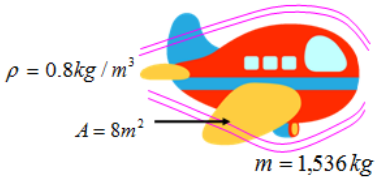
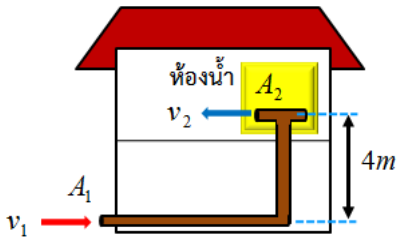
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	เซนติเมตร หนัก 0.6 กิโลกรัม แขวนด้วยตาชั่งสปริง B หย่อนลงในของเหลวนี้จนจมมิดในของเหลว แล้วของเหลวไม่ล้นออกมา จงหาว่า ขณะนี้ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร  ก. 11 นิวตัน ข. 7 นิวตัน ค. 6 นิวตัน ง. 4 นิวตัน						
29. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความโค้งของผิวของเหลว (โค้งเว้าและโค้งนูน) บริเวณที่สัมผัสผิวภาชนะ (Meniscus Effect) ได้ 30. อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์การซึมตามรูเล็ก (Capillary Action) เกี่ยวกับระดับของเหลวในหลอดสูงหรือต่ำกว่าระดับ	21. จากปรากฏการณ์ของหลอดขนาดเล็ก (Capillarity) จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลว ในหลอดแก้วซึ่งมีขนาดศูนย์กลางภายใน 0.02 มิลลิเมตร โดยของเหลวมีค่าความตึงผิว 0.04 นิวตันต่อเมตร เคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูง 100 เซนติเมตร มุมสัมผัสระหว่างของเหลวกับหลอดแก้วเท่ากับ 60 องศา  	การสังเคราะห์ เฉลย ก						

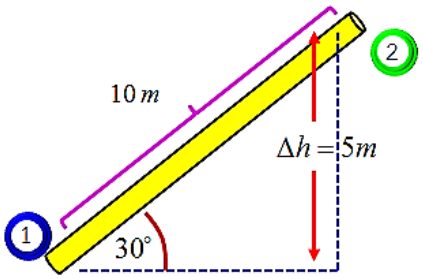
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
ของเหลวภายนอกหลอด	ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร							
31. อธิบายเกี่ยวกับความหนืดว่าเป็นอีกลักษณะหนึ่งของความเสียดทาน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสสารเคลื่อนที่ผ่านกันหรือพยายามเคลื่อนที่ผ่านกันได้ 32. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุในของเหลวที่มีความหนืดได้	22. หย่อนลูกปืนลงในกระบอกตวงที่บรรจุน้ำมันไว้เต็ม จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้  1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่ 2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น 3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน 4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ข้อ 1 , 2 , 3 ข. ข้อ 2,3,4 ค. ข้อ 1,2,4 ง. ข้อ 1,3,4	ความเข้าใจ เฉลย ง						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
33. ศึกษาและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของของเหลวได้ 34. ทดลองเรื่องความหนืดเพื่อหาค่าความเร็วปลายซึ่งเป็นค่าคงตัวและเป็นค่าสูงสุดของความเร็วของทรงกลมของแข็งที่เคลื่อนที่ในของไหลได้	23. ทิ้งลูกกลมโลหะลงในของเหลวชนิดหนึ่ง โดยที่ลูกกลมโลหะมีมวล 15 กรัม มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ถ้าของเหลวมีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงคำนวณหาแรงหนืดสูงสุดของของเหลว  ก. 0.12 นิวตัน ข. 0.13 นิวตัน ค. 0.14 นิวตัน ง. 0.15 นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ข						
35. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับแรงต้านของของไหลที่กระทำต่อทรงกลมของแข็งจะแปรผันตรงกับความเร็วของทรงกลมได้	24. เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กรัศมี 0.5 เซนติเมตร ให้ตกลงในกลีเซอรัลปรากฏว่าวัดความเร็วขั้นสุดท้ายได้ 0.077 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล กำหนดให้ความหนาแน่นของกลีเซอรัลและเหล็กมีค่า $1.26x10^3$ และ $7.86x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ 	การวิเคราะห์ เฉลย ข						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	ก. 3.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร ข. 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร ค. 5.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร ง. 6.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร							
36. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความหนืดได้	25. ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว รูปในข้อใดถูกต้อง ก.  ข.  ค.  ง. 	การสังเคราะห์ เฉลย ค						
37. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติได้ 38. อธิบายเส้นกระแสและหลอดการไหลได้	26. น้ำไหลในท่อดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง  ก. ความดันน้ำที่จุด $A = B = C$ ข. ความเร็วน้ำในท่อจุด $A = B = C$ ค. $V_A > V_B > V_C$ ง. $P_A > P_B > P_C$	การวิเคราะห์ เฉลย ง						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
39. วิเคราะห์หลอดการไหลและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจนสรุปเป็นสมการความต่อเนื่องและอัตราการไหลได้	27. ต้องการฉีดน้ำตามแนวราบ ออกจากปลายท่อ Y ด้วยอัตราเร็ว 32 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้ความดันบริเวณท่อ X กี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดท่อ X และ Y ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ กำหนดความดันบรรยากาศเท่ากับ $1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร  ก. $4.8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ข. $5.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ค. $6.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ง. $8.0x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ค							
40. วิเคราะการเคลื่อนที่ของของไหลในท่อที่มีขนาดต่างกันและต่างระดับกัน แล้วสุปเป็นลักของแบร์นูลลีได้ 41. ใช้สมการแบร์นูลลีหาปริมาณ	28. เครื่องบินขับไล่และสัมภาระมีมวลรวม 1,536 กิโลกรัม โดยเครื่องบินดังกล่าวมีพื้นที่ปีกรวม 8 ตารางเมตร ถ้าขณะที่บินอากาศที่ไหลผ่านใต้ปีกเครื่องบินมีความเร็วเท่ากับความเร็วของเครื่องบิน และอากาศเหนือปีกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของใต้ปีกเครื่องบิน กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศมีค่าเท่ากับ 0.8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เครื่องบินจะต้องมีความเร็ว	การวิเคราะห์ เฉลย ก							

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้	กี่เมตรต่อวินาทีจึงจะบินอยู่ได้  ก. 20 เมตรต่อวินาที ข. 40 เมตรต่อวินาที ค. 48 เมตรต่อวินาที ง. 64 เมตรต่อวินาที							
42. วิเคราะห์และสรุปได้ว่า อัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูเล็ก ๆ ที่ผนังด้านข้างของภาชนะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกอย่างอิสระจากที่สูงเท่ากัน และไม่ขึ้นกับชนิดของของเหลวได้	29. บ้านหลังหนึ่งต่อท่อประปาขึ้นไปชั้นบนในห้องน้ำดังรูป ความดันน้ำที่ท่อด้านล่างเท่ากับ $4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร มีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร (กำหนดให้รัศมีของท่อล่างและท่อบนเท่ากับ 2 และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ)  ก. $2.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ข. $2.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ค. $2.3x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ง. $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ง						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
43. นำความรู้เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี และสมการความต่อเนื่องไปอธิบายหลักการสร้างอุปกรณ์บางอย่างเพื่อใช้งานได้	30. ท่อสม่ำเสมอวางทำมุม 30 องศากับแนวระดับ มีของเหลวชนิดไหลผ่าน พบว่าผลต่างของความดันของของเหลวที่ตำแหน่งห่างกัน 10 เมตร ตามความยาวของท่อมีค่า 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาค่าความหนาแน่นของของเหลว  ก. 0.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 462 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ข							

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค ง
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
3. อ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อสอบในแต่ละข้อ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเครื่องหมาย = ทับเครื่องหมายกากบาท (X) แล้วเลือกคำตอบที่ต้องการ
5. ส่งแบบทดสอบและกระดาษคำตอบคืนภายในเวลาที่กำหนด

ตัวอย่าง

0) ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   - ก. ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์
   - ข. หน่วยของความดันคือนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร
   - ค. แรงดันคืออัตราส่วนระหว่างความดันกับพื้นที่รองรับ
   - ง. ความดันมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส

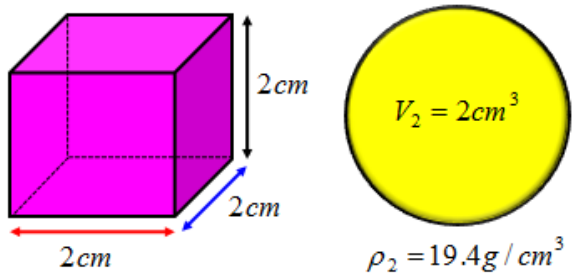
กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

การเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			~~X~~

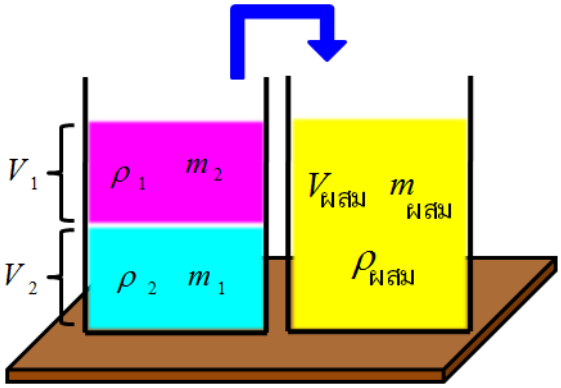
1. โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะมีมวลเท่ากับก้อนทองซึ่งปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทองมีความหนาแน่น 19.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าโลหะมีความหนาแน่นเท่าไร



ก. 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 5.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 8.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 9.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

2. สารชนิดที่ 1 มีความหนาแน่น $6x10^2$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จำนวน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารชนิดที่ 2 จำนวน 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของผสมนี้มีความหนาแน่น $12x10^2$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าสารทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน จงหาว่าสารชนิดที่ 2 มีมวลเท่าไร

ก. 5.2 กิโลกรัม
ข. 6.8 กิโลกรัม
ค. 7.5 กิโลกรัม
ง. 8.4 กิโลกรัม



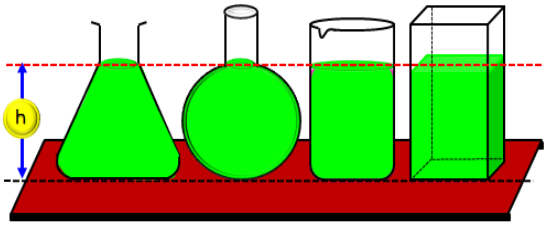
3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ
2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว
3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว
4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ข้อความที่กล่าวถูกต้องคือ

ก. 1 2 และ 3 ข. 1 และ 4 ค. 2 และ 3 ง. ถูกทุกข้อ

4. ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกันโดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากันปริมาณใดต่อไปนี้อาจมีค่าไม่เท่ากัน



ก. น้ำหนักของน้ำ

ข. แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ

ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ

ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

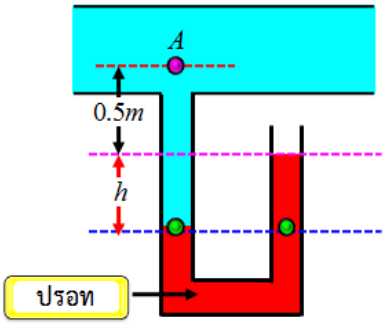
5. ท่อน้ำมีแมนนอมิเตอร์รูปตัวยูต่ออยู่ด้านล่างดังรูป เมื่อน้ำไหลไปตามท่อ พบว่าความดันเกจที่จุด A เท่ากับ 1.2×10^{5} นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่าปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูง h เป็นระยะเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของปรอทและน้ำเท่ากับ 13.6×10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 1×10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ก. 0.8 เมตร

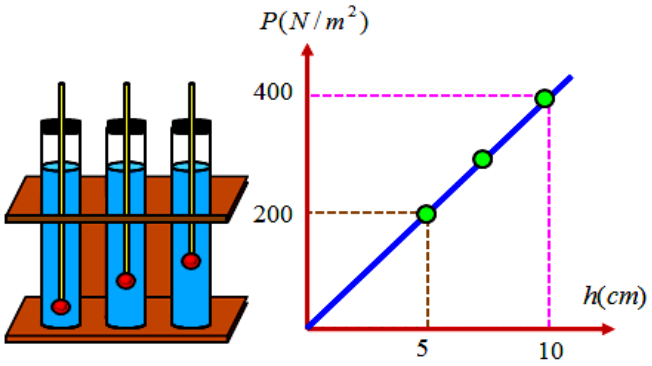
ข. 0.6 เมตร

ค. 0.4 เมตร

ง. 0.2 เมตร



6. จากการทดลองใช้แมนนอมิเตอร์ วัดความดันของของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งบรรจุในภาชนะปิด โดยวัดความดันที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกได้ดังรูป จงหาความหนาแน่นของของเหลวนี้



ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

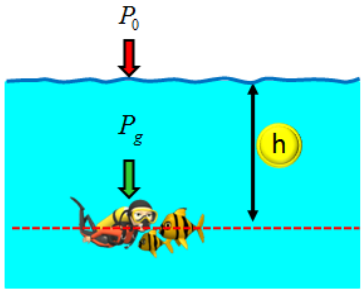
7. นักประดาน้ำขณะอยู่ใต้ทะเลที่มีความหนาแน่น 1.025×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัดความดันสัมบูรณ์มีค่าเป็น 2.025 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่านักประดาน้ำดำลึกจากผิวเท่าใด

ก. 5 เมตร

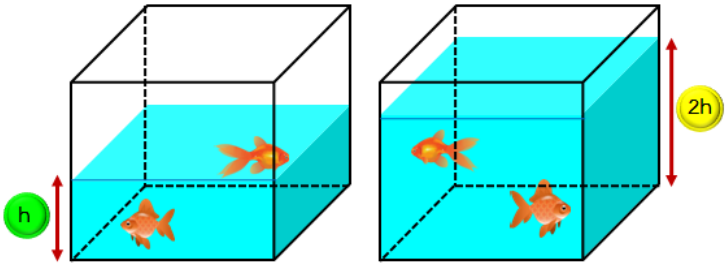
ข. 10 เมตร

ค. 12 เมตร

ง. 15 เมตร



8. ถ้าระดับน้ำในตู้ปลารูปสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า



ก. 8

ข. 6

ค. 4

ง. 2

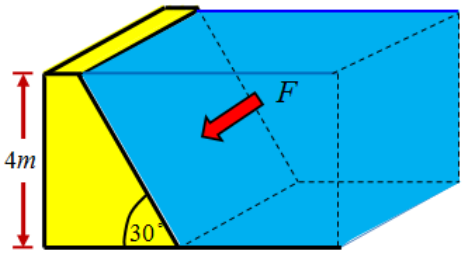
9. ฝายกั้นน้ำแห่งหนึ่งออกแบบไว้ดังรูป ซึ่งสันฝายยาว 5 เมตร เมื่อมีน้ำเต็มฝาย จงหาแรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย เมื่อความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก. 2×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

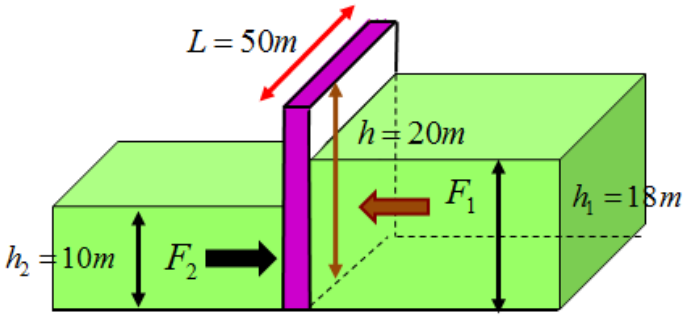
ข. 4×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ค. 8×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ง. 1×10^6 นิวตันต่อตารางเมตร



10. เขื่อนกั้นน้ำยาว 50 เมตร สูง 20 เมตร มีระดับน้ำใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนลึก 10 เมตร และ 18 เมตร ตามลำดับ จงหาแรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อน



ก. 2.5×10^7 นิวตัน

ข. 5.6×10^7 นิวตัน

ค. 8.1×10^7 นิวตัน

ง. 10.6×10^7 นิวตัน

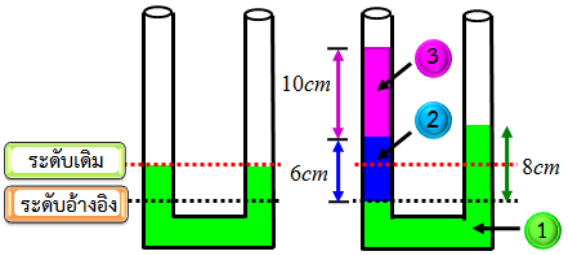
11. ของเหลว 3 ชนิด อยู่ในสภาวะสมดุลในหลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 1 และ ของเหลวชนิดที่ 2 มีค่าเท่ากับ $4.0x10^3$ และ $3.0x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่ากี่กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก. $1.4x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

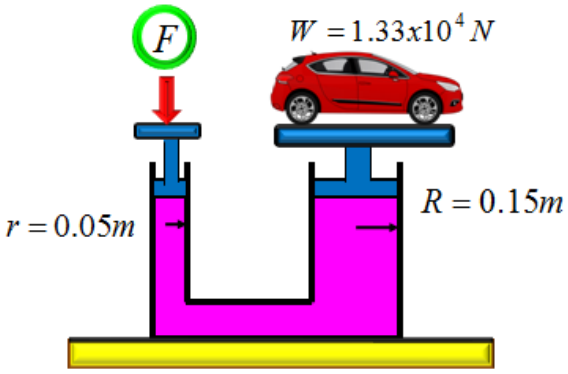
ข. $1.6x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. $1.8x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. $2.0x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



12. เครื่องยกรถยนต์ในสถานีบริการแห่งหนึ่งประกอบด้วยแรงดันที่ใช้อากาศบนลูกสูบเล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดรัศมี 5.0 เซนติเมตร ความดันถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกสูบใหญ่ที่มีรัศมี 15.0 เซนติเมตร จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน เพื่อที่จะยกรถหนัก 13,300 นิวตัน



ก. $1.48x10^3$ นิวตัน

ข. $1.84x10^3$ นิวตัน

ค. $2.25x10^3$ นิวตัน

ง. $2.75x10^3$ นิวตัน

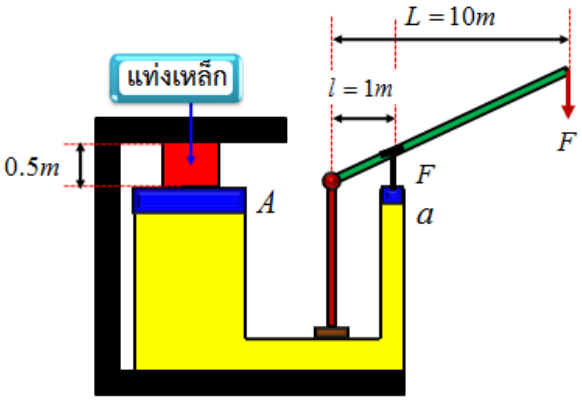
13. จากรูปจงหาว่าแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จะหดสั้นเท่าไร เมื่อออกแรงกดที่คาน 1,000 นิวตัน เมื่อพื้นที่สูบยกและสูบอัดมีขนาด 10 และ 1 ตาราเซนติเมตร ตามลำดับ และเหล็กมีค่ายังก์มอดูลัส เท่ากับ $2x10^{11}$ นิวตันต่อตารางเมตร

ก. 0.20 เซนติเมตร

ข. 0.25 เซนติเมตร

ค. 0.30 เซนติเมตร

ง. 0.35 เซนติเมตร



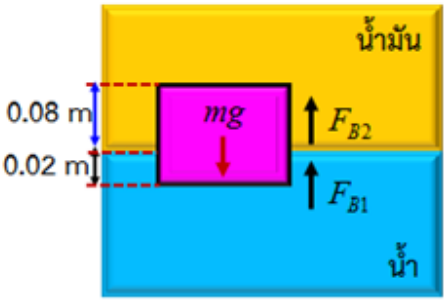
14. แท่งไม้รูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 0.1 เมตร ลอยอยู่ระหว่างน้ำและน้ำมัน ดังรูป ขอบด้านล่างอยู่ต่ำกว่าผิวรอยต่อระหว่างน้ำมันและน้ำ 0.02 เมตร น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาน้ำหนักของไม้

ก. 4.5 นิวตัน

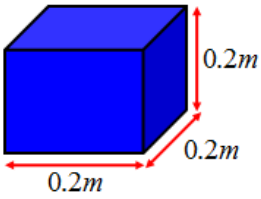
ข. 6.8 นิวตัน

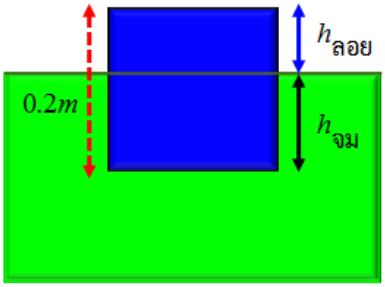
ค. 8.4 นิวตัน

ง. 10.2 นิวตัน



15. วัตถุรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ความหนาแน่น 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในของเหลวที่บรรจุในภาชนะหนึ่ง ถ้าผิวบนของวัตถุอยู่ในแนวระดับ จงหาว่าผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลวเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับ 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร





ก. 8 เซนติเมตร

ข. 6 เซนติเมตร

ค. 4 เซนติเมตร

ง. 2 เซนติเมตร

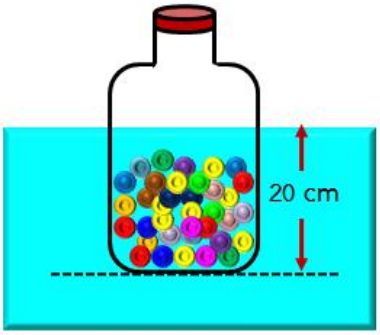
16. ขวดใส่ลูกกวาดทรงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป จงคำนวณว่าขวดและลูกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับเท่าไร

ก. 780 กรัม

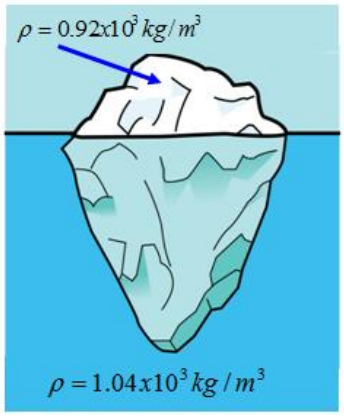
ข. 1,180 กรัม

ค. 1,460 กรัม

ง. 1,571 กรัม



17. น้ำแข็งมีความหนาแน่น $0.92x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในน้ำทะเลที่มีความหนาแน่น $1.04x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาว่าน้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์



ก. 86.9 เปอร์เซ็นต์

ข. 87.7 เปอร์เซ็นต์

ค. 88.5 เปอร์เซ็นต์

ง. 89.0 เปอร์เซ็นต์

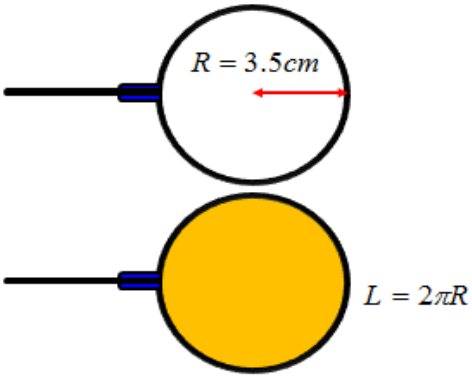
18. จากการทดลองศึกษาแรงตึงผิว โดยนำลวดโลหะที่ขึ้นรูปเป็นวงกลมรัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำสบู่ที่มีความตึงผิวเท่ากับ 0.025 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาแรงตึงผิวมีค่ากี่นิวตัน

ก. $11x10^{-2}$ นิวตัน

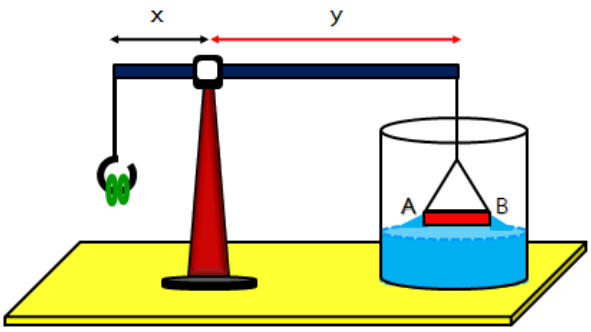
ข. $11x10^{-3}$ นิวตัน

ค. $5.5x10^{-2}$ นิวตัน

ง. $5.5x10^{-3}$ นิวตัน



19. แท่งโลหะ AB มวล 499 กรัม ยาว 20 เซนติเมตร กำลังจะหลุดจากผิวของของเหลวพอดีด้วยมวล m เท่ากับ 1,000 กรัมและระบบคานดังรูป จงคำนวณหาค่าความตึงผิวของของเหลว ถ้า X และ Y เท่ากับ 0.1 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ



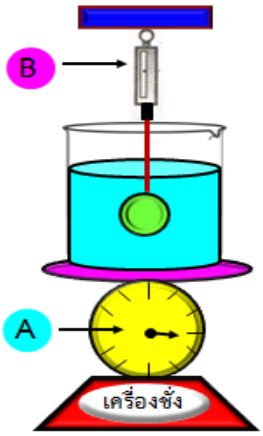
ก. $2.5x10^{-2}$ นิวตันต่อเมตร

ข. $2.5x10^{-5}$ นิวตันต่อเมตร

ค. $2.5x10^{1}$ นิวตันต่อเมตร

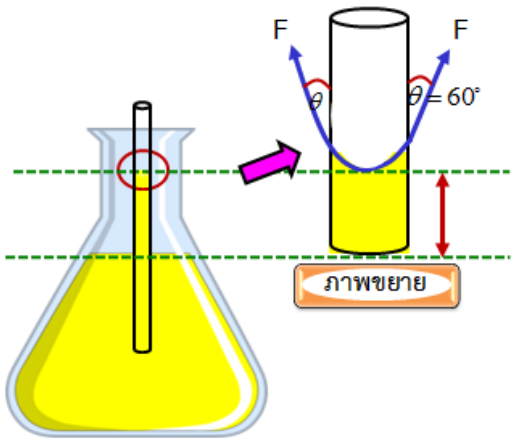
ง. $2.5x10^{-1}$ นิวตันต่อเมตร

20. ภาชนะใบหนึ่งบรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่จำนวนหนึ่ง วางภาชนะนี้บนตาชั่ง A ปรากฏว่าตาชั่งอ่านน้ำหนักได้ 10 นิวตัน ต่อมาเอาวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 0.6 กิโลกรัม แขวนด้วยตาชั่งสปริง B หย่อนลงในของเหลวนี้จนจมมิดในของเหลว แล้วของเหลวไม่ล้นออกมา จงหาว่า ขณะนี้ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร



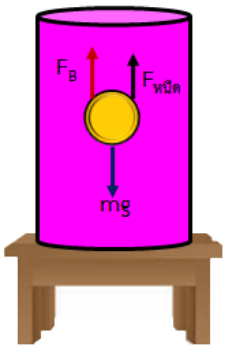
ก. 11 นิวตัน
ข. 7 นิวตัน
ค. 6 นิวตัน
ง. 4 นิวตัน

21. จากปรากฏการณ์ของหลอดขนาดเล็ก (Capillarity) จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวในหลอดแก้วซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.02 มิลลิเมตร โดยของเหลวมีค่าความตึงผิว 0.04 นิวตันต่อเมตร เคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูง 100 เซนติเมตร มุมสัมผัสระหว่างของเหลวกับหลอดแก้วเท่ากับ 60 องศา



ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ค. 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ง. 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

22. หย่อนลูกปืนลงในกระบอกตวงที่บรรจุน้ำมันไว้เต็ม จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้



1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่
2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน
4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1 , 2 , 3 ข. ข้อ 2 , 3 , 4 ค. ข้อ 1 , 2 , 4 ง. ข้อ 1 , 3 , 4

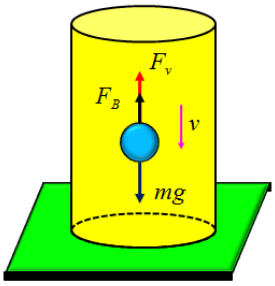
23. ทิ้งลูกกลมโลหะลงในของเหลวชนิดหนึ่ง โดยที่ลูกกลมโลหะมีมวล 15 กรัม มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ถ้าของเหลวมีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงคำนวณหาแรงหนืดสูงสุดของของเหลว

ก. 0.12 นิวตัน

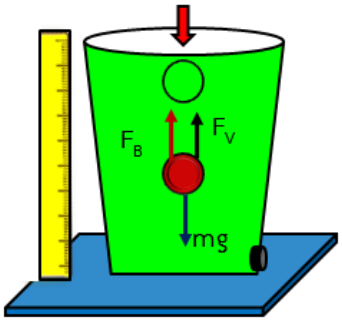
ข. 0.13 นิวตัน

ค. 0.14 นิวตัน

ง. 0.15 นิวตัน



24. เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กรัศมี 0.5 เซนติเมตร ให้ตกลงในกลีเซอรัลปรากฏว่าวัดความเร็วขั้นสุดท้ายได้ 0.077 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล กำหนดให้ความหนาแน่นของกลีเซอรัลและเหล็กมีค่า $1.26 x10^3$ และ $7.86 x 10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ



ก. 3.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

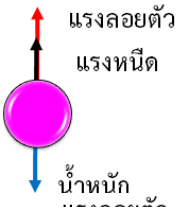
ข. 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ค. 5.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

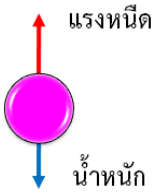
ง. 6.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

25. ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว รูปในข้อใดถูกต้อง

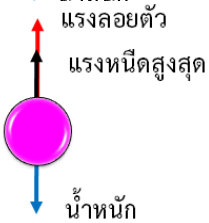
ก.



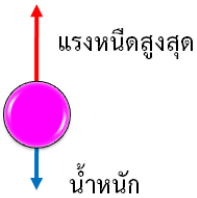
ข.



ค.



ง.



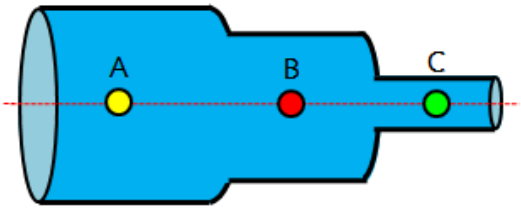
26. น้ำไหลในท่อดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. ความดันน้ำที่จุด $A = B = C$

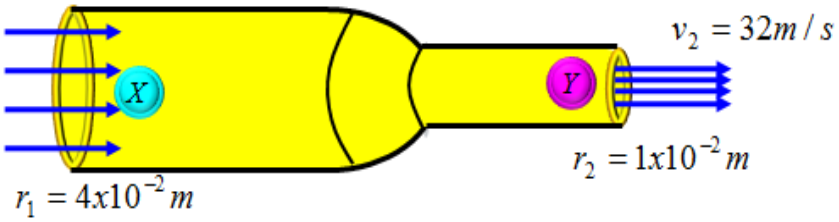
ข. ความเร็วน้ำในท่อจุด $A = B = C$

ค. $V_A > V_B > V_C$

ง. $P_A > P_B > P_C$



27. ต้องการฉีดน้ำตามแนวราบ ออกจากปลายท่อ Y ด้วยอัตราเร็ว 32 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้ความดันบริเวณท่อ X กี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดท่อ X และ Y ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ กำหนดความดันบรรยากาศเท่ากับ $1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร



ก. $4.8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข. $5.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ค. $6.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ง. $8.0x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

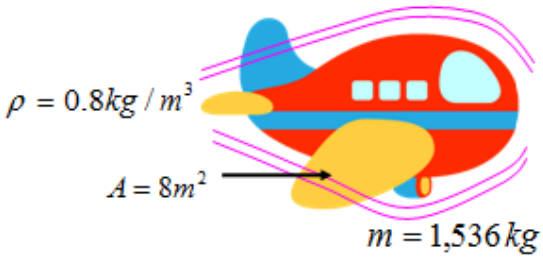
28. เครื่องบินขับไล่และสัมภาระมีมวลรวม 1,536 กิโลกรัม โดยเครื่องบินดังกล่าวมีพื้นที่ปีกรวม 8 ตารางเมตร ถ้าขณะที่บินอากาศที่ไหลผ่านใต้ปีกเครื่องบินมีความเร็วเท่ากับความเร็วของเครื่องบิน และอากาศเหนือปีกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของใต้ปีกเครื่องบิน กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศ มีค่าเท่ากับ 0.8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เครื่องบินจะต้องมีความเร็วกี่เมตรต่อวินาทีจึงจะบินอยู่ได้

ก. 20 เมตรต่อวินาที

ข. 40 เมตรต่อวินาที

ค. 48 เมตรต่อวินาที

ง. 64 เมตรต่อวินาที



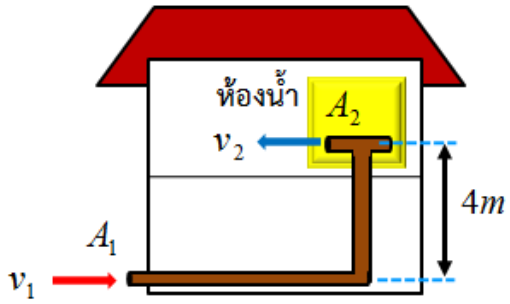
29. บ้านหลังหนึ่งต่อท่อประปาขึ้นไปชั้นบนในห้องน้ำดังรูป ความดันน้ำที่ท่อด้านล่างเท่ากับ $4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร มีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร (กำหนดให้รัศมีของท่อล่างและท่อบนเท่ากับ 2 และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ก. $2.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข. $2.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ค. $2.3x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ง. $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร



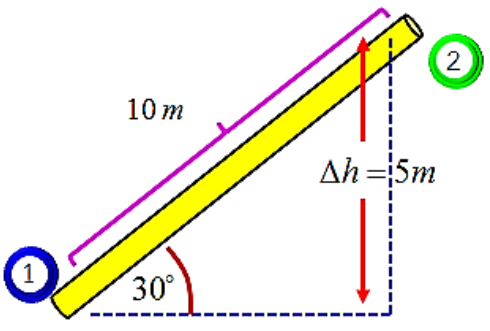
30. ท่อสม่ำเสมอวางทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ มีของเหลวชนิดไหลผ่าน พบว่าผลต่างของความดันของของเหลวที่ตำแหน่งห่างกัน 10 เมตร ตามความยาวของท่อมีค่า 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาค่าความหนาแน่นของของเหลว

ก. 0.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 462 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

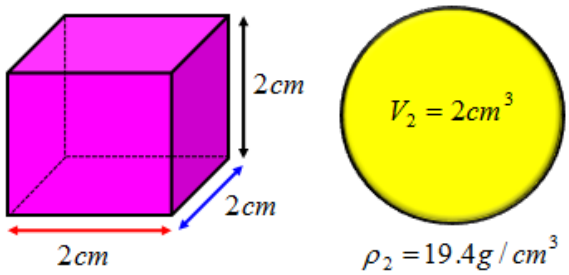
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ก	16	ง
2	ง	17	ค
3	ค	18	ง
4	ข	19	ก
5	ง	20	ค
6	ก	21	ก
7	ข	22	ง
8	ค	23	ง
9	ค	24	ข
10	ข	25	ค
11	ก	26	ง
12	ก	27	ค
13	ข	28	ก
14	ข	29	ง
15	ก	30	ข

ข้อที่ 1 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร $V_1 = 8\ cm^3$ ก้อนทองปริมาตร 2 ลูกบาศก์ $V_2 = 2\ cm^3$ $\rho_2 = 19.4\ g/cm^3$ กำหนดให้ $m_1 = m_2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โลหะมีความหนาแน่นเท่าไร



จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ $m_1 = m_2$

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

$$\rho_1(8) = (19.4)(2)$$

$$\rho_1 = 4.85\ g/cm^3$$

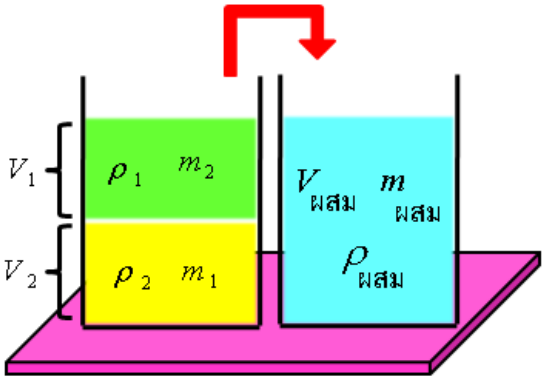
ตอบ โลหะมีความหนาแน่นเท่ากับ 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อที่ 2 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_1 = 600\ kg/m^3$ $V_1 = 6x10^{-3}m^3$ $\rho_{ผสม} = 600\ kg/m^3$ $V_2 = 4x10^{-3}m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สารชนิดที่ 2 มีมวลกี่กิโลกรัม

จาก $\rho = \frac{\rho_1 V_1 + m_2}{V_1 + V_2}$



$$1{,}200 = \frac{600(6x10^{-3}) + m_2}{10x10^{-3}}$$

$$12 = 3.6 + m_2$$

$$m_2 = 8.4\ kg$$

ตอบ สารชนิดที่ 2 มีมวลเท่ากับ 8.4 กิโลกรัม

ข้อที่ 3 เฉลย ค

1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ

ผิด ความดันเป็นปริมาณสเกลลาร์ ไม่สามารถระบุทิศทางได้

2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ แสดงว่า $P \alpha \rho$ สรุปได้ว่า ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว

3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว

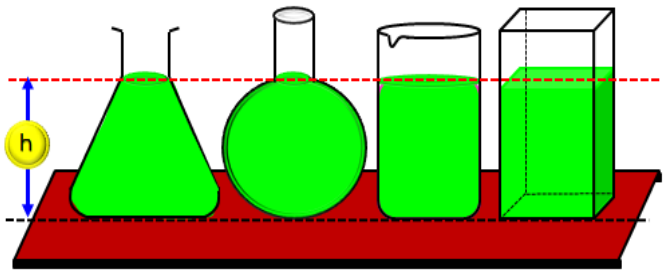
ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ แสดงว่า $P \alpha h$ สรุปได้ว่า ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว

4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ ความดันในของเหลวไม่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ตอบ ข้อ 2 และข้อ 3 กล่าวถูกต้อง

ข้อที่ 4 เฉลย ข



ก. น้ำหนักของน้ำ

จากสมการ $W = mg$

$$W = \rho Vg$$

โจทย์กำหนด $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4$ และ $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$

และส่งผลให้ $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

น้ำหนักของน้ำในภาชนะทั้ง 4 ใบ มีขนาดเท่ากัน

ข. แรงดันน้ำที่ก้น

จากสมการ $F = PA$

โดยที่ $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$ แต่ $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq A_4$

แสดงว่า แรงดันน้ำที่ก้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ

จากสมการ $P = \rho gh$

โจทย์กำหนด $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4$ และ $h_1 = h_2 = h_3 = h_4$

แสดงว่า ความดันน้ำที่ก้นภาชนนะมีขนาดเท่ากัน

ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

จากสมการ $N = W$

จากข้อ ก สรุปว่า $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

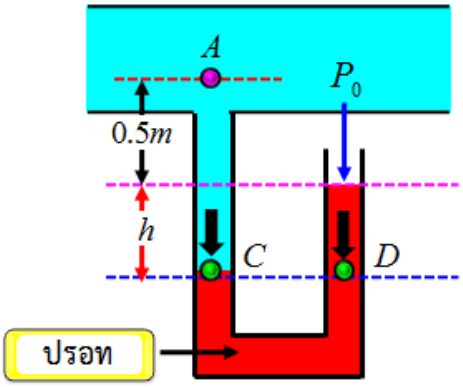
แสดงว่า $N_1 = N_2 = N_3 = N_4$

ตอบ แรงดันน้ำที่ก้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ข้อที่ 5 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P_A = 1.2x10^5\ N/m^2$ $\rho_{Hg} = 13.5x10^3\ kg/m^3$ และ $\rho_{H_2O} = 1x10^3 kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูงเป็นระยะเท่าไร



จากสามการ $P_C = P_D$

$$\rho_{H_2O} g(0.5 + h) + P_A = P_0 + \rho_{Hg} gh$$

$$(10^3)(10)(0.5 + h) + 1.2x10^5 = 1x10^5 + (13.5x10^3)(10)(h)$$

$$12.5h = 2.5$$

$$h = 0.2\ m$$

ตอบ ปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูงเป็นระยะ 0.2 เมตร

ข้อที่ 6 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด กำหนดคู่อันดับในกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างความดันและระดับความลึก (0.05 , 200) และ (01.0 , 400)

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของของเหลว

จากสมการ $P = \rho gh$

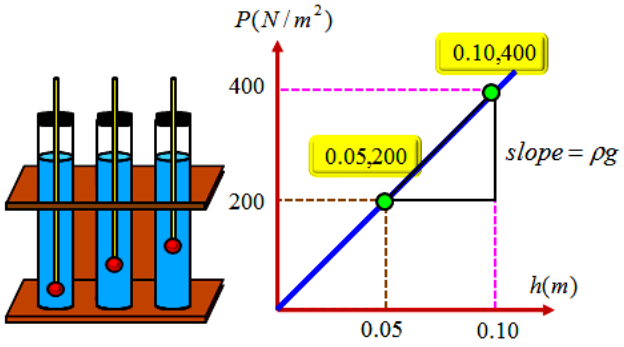
$$\frac{P}{h} = \rho g$$

$$slope = \rho g$$

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \rho g$$

$$\frac{400-200}{0.10-0.05} = \rho(10)$$

$$\rho = 400\ \text{kg/m}^3$$



ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวนี้มีค่าเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 7 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P = 2.025P_0$ $P_0 = 1\text{x}10^3\ \text{N/m}^2$ และ $\rho = 1.025\text{x}10^3\text{kg/m}^3$

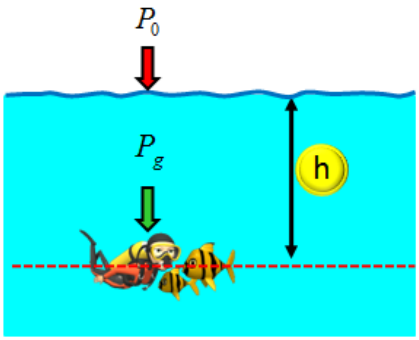
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักประดาน้ำดำลึกจากผิวน้ำเท่าไร

จาก $P = P_0 + \rho gh$

$$2.025\text{x}10^5 = 1\text{x}10^5 + 1.025\text{x}10^3(10)h$$

$$h = \frac{(2.025-1)(10^5)}{(1.025\text{x}10^3)(10)}$$

$$h = 10\ \text{m}$$

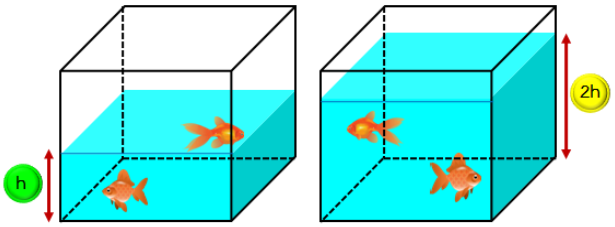


ตอบ นักประดาน้ำดำลึกจากผิวน้ำเท่ากับ 10 เมตร

ข้อที่ 8 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $H_2 = 2H_1$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า



จะได้ $F_1 = \frac{1}{2}\rho ghLH_1^{\,2}$ .....(1)

เมื่อเพิ่มระดับน้ำสูงเป็น $H_2 = 2H_1$ ดังนั้น

จะได้ $F_2 = \frac{1}{2}\rho ghLH_2^{\,2}$ .....(2)

จากสมการที่ (1) และ (2)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1^2}{H_2^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1^2}{4H_1^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{4}$$

$$F_2 = 4F_1$$

ตอบ แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อดานข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าของของเดิม

ข้อที่ 9 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 10^3\ \mathrm{kg/m^3}$ $\mathrm{L} = 5\ \mathrm{m}$ $\mathrm{h} = 4\ \mathrm{m}$ และ $\theta = 30°$

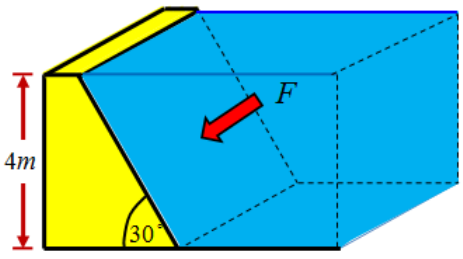
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย

จากสมการ $F = \frac{1}{2}\rho gL\frac{h^2}{\sin\theta}$

$$F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(5)\frac{16}{0.5}$$

$$F = 16x5x10^4$$

$$F = 8x10^5 N$$

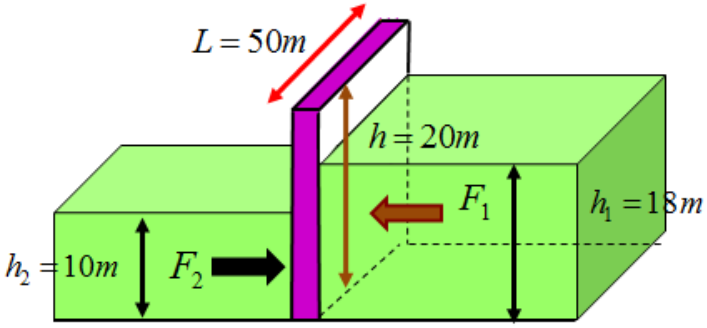


ตอบ แรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย $8x10^5$ นิวตัน

ข้อที่ 10 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 10^3\ \text{kg/m}^3$ $L = 50\ \text{m}$ $h_1 = 18\ \text{m}$ และ $h_2 = 10\ \text{m}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตัวเขื่อน



จากสมการ $\Sigma F = \frac{1}{2}\rho g L(h_1^2 - h_2^2)$

$$\Sigma F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(50)(324 - 100)$$

$$\Sigma F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(50)(324 - 100)$$

$$\Sigma F = 560\text{x}10^5$$

$$\Sigma F = 5.6\text{x}10^7\text{N}$$

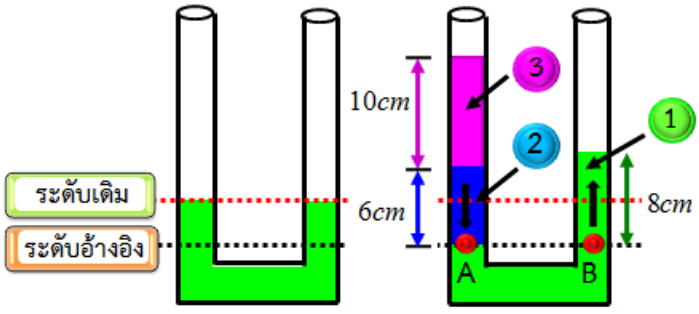
ตอบ แรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อนเท่ากับ

ข้อที่ 11 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_1 = 4\text{x}10^3\ \text{kg/m}^3$ $\rho_2 = 3\text{x}10^3\ \text{kg/m}^3$ $h_1 = 8\ \text{cm}$ $h_2 = 6\ \text{cm}$ และ $h_3 = 10\ \text{cm}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของสารชนิดที่ 3

ที่ของเหลวชนิดเดียวกันอยู่ในสภาพสมดุลที่ระดับเดียวกัน ความดันจะมีค่าเท่ากัน



จาก $P_A = P_B$

$$P_0 + \rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_1 g h_1$$

$$\rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1$$

$$\rho_3 h_3 + \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$

$$\rho_3(10) + (3x10^3)(6) = (4x10^3)(8)$$

$$\rho_3 = 1.4x10^3 kg/m^3$$

ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่าเท่ากับ $1.4x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 12 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $r = 5cm$ $R = 15cm$ $W = 13,300N$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน

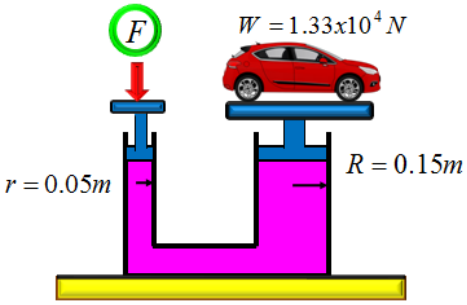
จาก $\frac{W}{F} = \frac{A}{a}$

$$F = W(\frac{a}{A})$$

$$F = W(\frac{\pi r^2}{\pi R^2})$$

$$F = \frac{\pi(5.0\times10^{-2})^2}{\pi(15.0\times10^{-2})^2}(13.3 \times 10^3)$$

$$F = 1.48 \times 10^3 N$$



ตอบ จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กเท่ากับ $1.48x10^3$ นิวตัน

ข้อที่ 13 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $A = 1\ m^2$ $F = 1,000\ N$ $A = 10x10^{-4}\ m^2$ และ $a = 1x10^{-4}\ m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แท่งเหล็กจะหดสั้นเท่าไร

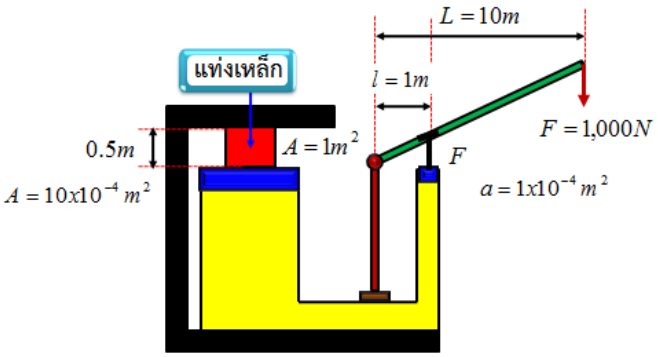
พิจารณาหลักการของโมเมนต์

$$\Sigma M_1 = \Sigma M_2$$

$$Fx10 = Fx1$$

$$1{,}000x10 = Fx1$$

$$F = 10^4 N$$



และจากความสัมพันธ์

$$\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$$

$$\frac{W}{10} = \frac{10^4}{1}$$

$$W = 10^5 N$$

พิจารณาค่ายังก์มอดูลัส

$$Y = \frac{FL}{A\Delta L}$$

$$\Delta L = \frac{FL}{AY}$$

$$\Delta L = \frac{(10^5)(0.5)}{(2x10^{11})(1x10^{-4})}$$

$$\Delta L = 0.0025 m$$

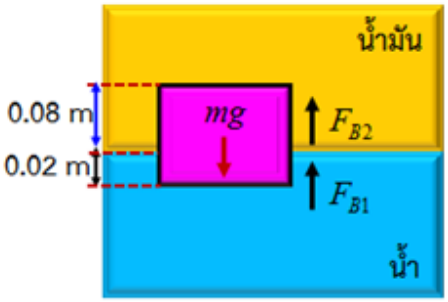
$$\Delta L = 0.25 cm$$

ตอบ แท่งเหล็ก จะหดสั้น 0.25 เซนติเมตร

ข้อที่ 14 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{น้ำ} = 1x10^3\ kg/m^3$ $\rho_{น้ำมัน} = 0.6x10^3\ kg/m^3$ $L = 0.1\ m$ $h_2 = 0.02\ m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ น้ำหนักของท่อนไม้



$$\Sigma F = 0$$

$$F_{B1} + F_{B2} = mg$$

$$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = mg$$

$$10^3(0.1x0.1x0.02)(10) + (600)(0.1x0.1x0.08)(10) = mg$$

$$2 + 4.8 = mg$$

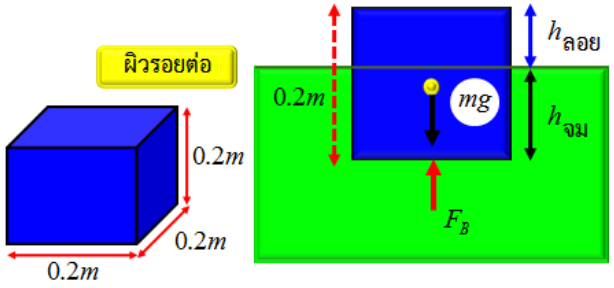
$$mg = 6.8N$$

ตอบ น้ำหนักของไม้เท่ากับ 6.8 นิวตัน

ข้อที่ 15 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $L = 0.2\ m$ $\rho_{วัสดุ} = 1.2x10^3\ kg/m^3$ $\rho_{เหลว} = 2x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ผิวหน้าของวัตถุสูงกว่าผิวน้ำเท่าไร



$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho_1 V_1 g = \rho_2 V_2 g$$

$$(2x10^3(0.2x0.2xh)(10) = (1.2x10^3)(0.2x0.2x0.2)(10)$$

$$2h = 1.2(0.2)$$

$$h = 0.12m$$

$$h = 12cm$$

ตอบ ผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลว 8 เซนติเมตร

ข้อที่ 16 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $D = 10x10^{-2}m$ และ $\rho_{น้ำ} = 1x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่าไร

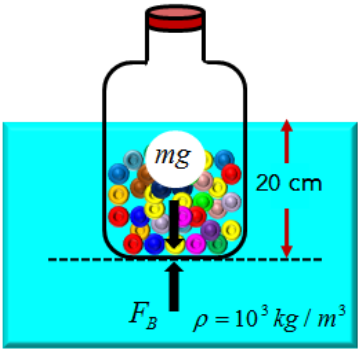
$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho Vg = mg$$

$$(10^3)(3.14x25x10^{-4}x0.2)(10) = m(10)$$

$$m = 1.571kg$$



ตอบ ขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับ 1,571 กรัม

ข้อที่ 17 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 0.92x10^3 kg/m^3 \rho = 1.04x10^3 kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ น้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์

$$\Sigma F = 0$$

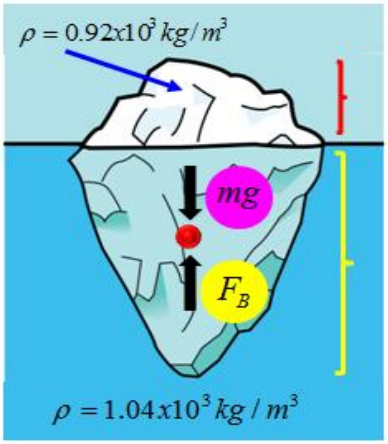
$$F_B = mg$$

$$\rho_1 V_1 g = \rho_2 V_2 g$$

$$(1.04x10^3)(V_1)(10) = (0.92x10^3)(V)(10)$$

$$V_1 = \frac{0.92}{1.04} V$$

$$V_1 = 0.885V$$



ตอบ น้ำแข็งจมน้ำคิดเป็นร้อยละ 88.50 ของปริมาตรทั้งหมด

ข้อที่ 18 เฉลย ง

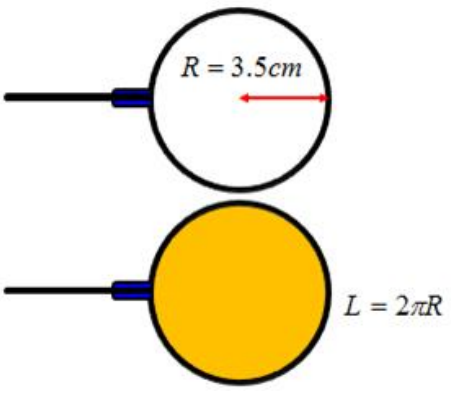
สิ่งที่โจทย์กำหนด $r = 3.5x10^{-2} m \gamma = 0.025 N/m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงตึงผิวมีค่าเท่าไร

จากความสัมพันธ์ของความตึงผิวและแรงตึงผิว

$$F = \gamma L$$

$$F = \gamma(2\pi R)$$



$$F = (0.025)(2x\frac{22}{7})(3.5x10^{-2})$$

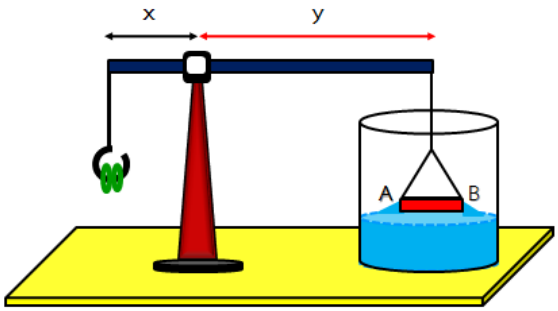
$$F = 5.5x10^{-3}N$$

ตอบ แรงตึงผิวมีค่าเท่ากับ 5.5x10 $^{-3}$ นิวตัน

ข้อที่ 19 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\Delta m = 0.501kg$ $x = 0.1m$ $y = 0.05m$ $l = 0.2m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความตึงของของเหลว



อ้างหลักการจากโมเมนต์

โมเมนต์ตาม = โมเมนต์ทวน

$$\Delta mg(x) = F(y)$$

$$\Delta mg(x) = \gamma L(y)$$

$$\Delta mg(x) = \gamma(2l)(y)$$

$$(0.501)(10)(0.1) = \gamma(2)(0.2)(0.5)$$

$$\gamma = 2.5x10^{-2}N/m$$

ตอบ ความตึงของของเหลวมีค่าเท่ากับ 2.5x10^{-2} นิวตันต่อเมตร

ข้อที่ 20 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{วัตถุ} = 2x10^3\ kg/m^3$ $mg_{ภาชนะ} + mg_{เหลว} = 10\ N$

$v_{วัตถุ} = 50\ cm^3$ *และ* $m_{วัตถุ} = 0.6\ kg$

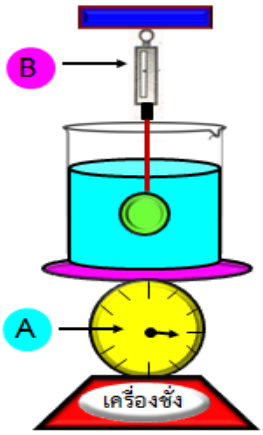
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร

จากสมการ ตาชั่งสปริง B $T = mg - F_B$

$$T = 0.6(10) - (2x10^3)(50x10^{-6})(10)$$

$$T = 6 - 1$$

$$T = 5N$$



จากสมการ ตาชั่งสปริง A $N = mg_1 + mg_2 + mg_3 - T$

$$N = 10 + (0.6)(10) - 5$$

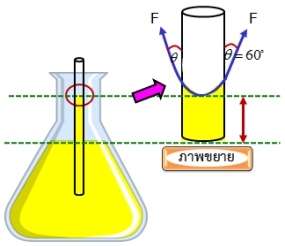
$$N = 11$$

ตอบ ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่ากับ 6 นิวตัน

ข้อที่ 21 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $D = 0.02x10^{-3}\ m$ $\gamma = 0.04\ N/m$ $h = 1\ m$ และ $\theta = 60°$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค่าความหนาแน่นของของเหลวในหลอดแก้ว



จากสมการ $h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho r g}$

$$\rho = \frac{2\gamma \cos\theta}{rgh}$$

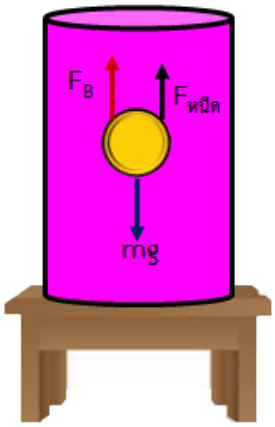
$$\rho = \frac{2(0.04)(0.5)}{(1x10^{-4})(10)(1)}$$

$$\rho = \frac{4x10^{-2}}{1x10^{-4}}$$

$$\rho = 400 kg/m^3$$

ตอบ ของเหลวมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 22 เฉลย ง



1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่

ผิด ช่วงเริ่มต้นลูกปืนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

ถูก ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น

3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน

ถูก จากสมการความสัมพันธ์ $F = 6\pi\eta rv$

4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น

ถูก เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วของลูกปืนคงที่

ตอบ ง. ข้อที่กล่าวถูกต้องคือ ข้อ 1 3 และ 4

ข้อที่ 23 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $m = 15x10^{-3}$ kg $r = 2x10^{-3}$ m $\rho = 2x10^{3}$ kg/m^3

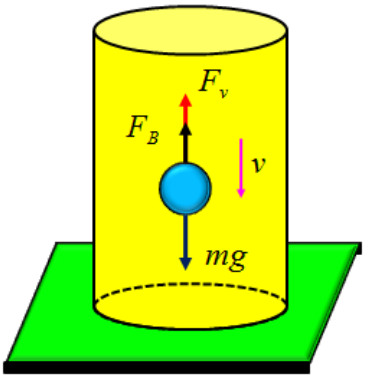
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงหนืดสูงสุดของของเหลว

$$\Sigma F = 0$$

$$F_V + F_B = mg$$

$$F_V = mg - \rho Vg$$

$$F_V = mg - \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g$$



$$F_V = (15x10^{-3})(10) - (2x10^3)\left(\frac{4}{3}\right)(3.14)(8x10^{-9})(10)$$

$$F_V = 0.15N$$

ตอบ แรงหนืดสูงสุดของของเหลวเท่ากับ 0.15 นิวตัน

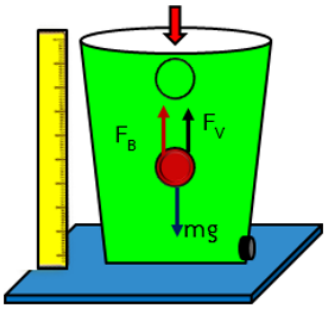
ข้อที่ 24 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{วัตถุ} = 7.68x10^3\ kg/m^3$ $r = 5x10^{-3}\ m$ $\rho_{เหลว} = 1.26x10^3\ kg/m^3$

$v = 0.077m/s$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล

จาก $v = \frac{2}{9}\frac{r^2 g}{\eta}(\rho_{วัตถุ} - \rho_{เหลว})$



$$\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2 g}{v}(\rho_{วัตถุ} - \rho_{เหลว})$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{(5x10^{-3})^2(10)}{0.077}(7.68x10^3 - 1.26x10^3)$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{x25x10^{-6}(10)}{0.077}(6.42x10^{-2})$$

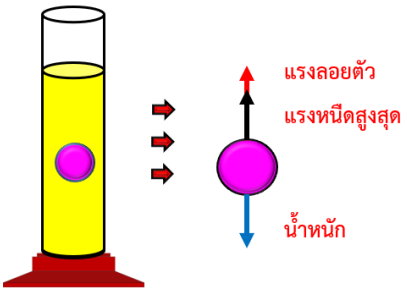
จะได้ $\eta = 4.63N.s/m^2$

ตอบ สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ข้อที่ 25 เฉลย ค

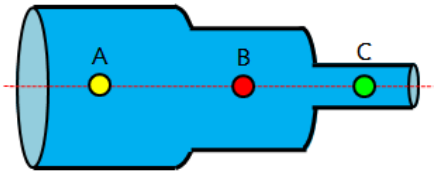
สิ่งที่โจทย์กำหนด ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แผนภาพอิสระแสดงแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะ



ตอบ ค คือแผนภาพอิสระแสดงแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะที่ถูกต้อง

ข้อที่ 26 เฉลย ง



จากสมการ อัตราการ $Q = Av$ จะได้ว่า $A\alpha\frac{1}{v}$ พื้นที่หน้าตัดใหญ่ ส่งผลให้ความเร็วของของไหลที่ไหลบริเวณนั้นมีค่าน้อย $A_A > A_B > A_C$ ดังนั้น $v_A < v_B < v_C$

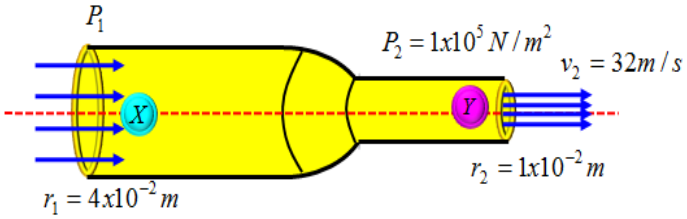
จากสมการแบร์นูลลี $P\alpha\frac{1}{v}$ จะได้ว่า ส่งผลให้ความเร็วของของไหลที่ไหลบริเวณนั้นมีค่าน้อย $v_A < v_B < v_C$ ดังนั้น $P_A > P_B > P_C$

ข้อที่ 27 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $v_2 = 32\ m/s\ r_1 = 4x10^{-2}m\ r_2 = 1x10^{-2}m\ P_0 = 1x10^5 N/m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความดันบริเวณท่อ X มีค่าเท่ากับเท่าไร

จากสมการความต่อเนื่อง



$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

$$(\pi r_1^{\,2})v_1 = (\pi r_2^{\,2})v_2$$

$$v_1 = (\frac{r_2}{r_1})^2 v_2$$

$$v_1 = (\frac{1}{16})(32)$$

$$v_1 = 2m/s$$

จากสมการ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 = 1x10^5 + \frac{1}{2}(10^3)(32^2 - 2^2)$$

$$P_1 = 1x10^5 + 5.10x10^5$$

$$P_1 = 6.10x10^5$$

ตอบ ความดันบริเวณท่อ X มีค่าเท่ากับ $6.10x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข้อที่ 28 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $A = 8\,m^2\ \rho = 0.8\,kg/m^3\ v_1 = v\ v_2 = 2v\ m = 1{,}536\,kg$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เครื่องบินจะต้องมีความเร็วเท่าไร

จากสมการ

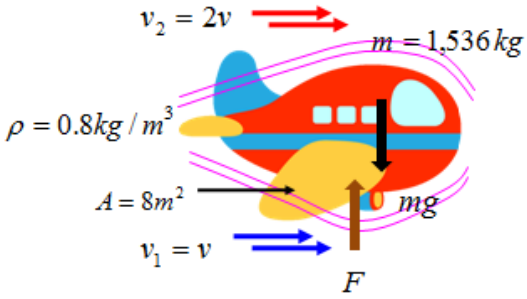
$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}(0.8)(4v^2 - v^2)$$

$$P_1 - P_2 = 1.2v^2 \quad \text{.....(1)}$$



จากกฎของนิวตัน

$$\Sigma F = 0$$

$$(\Delta P)A = mg$$

$$(1.2v^2)(8) = 15{,}360$$

$$v^2 = 400$$

$$v = 20\ m/s$$

ตอบ เครื่องบินจะต้องมีความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที

ข้อที่ 29 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P_1 = 4x10^5\ m^3/s\ v_1 = 4\ m/s\ r_1 = 2x10^{-2}\ m$ และ $r_2 = 1x10^{-2}\ m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร

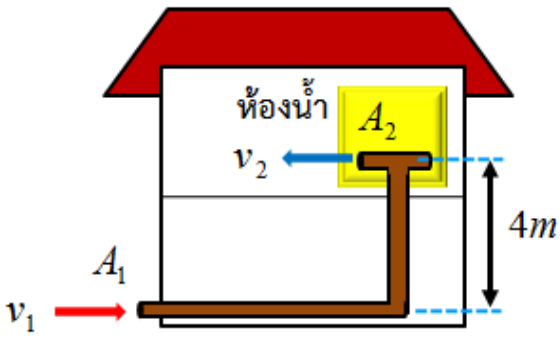
จากสมการความต่อเนื่อง จะได้ $Q_1 = Q_2$

อัตราการไหลมีค่าคงที่ $A_1v_1 = A_2v_2$

$$(\pi r_1^2)v_1 = (\pi r_2^2)v_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{v_2}{4} = \left(\frac{2x10^{-2}}{1x10^{-2}}\right)^2$$



$$v_2 = 16\ m/s$$

จากสมการแบร์นูลลี โดยคิดให้ท่อล่างมีพลังงานศักย์เป็นศูนย์

จาก $$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$4x10^5 + \frac{1}{2}(10^3)(4)^2 = P_2 + \frac{1}{2}(10^3)(16)^2 + (10^3)(10)(4)$$

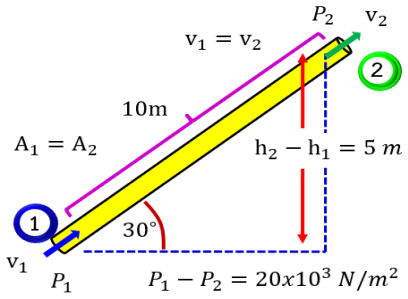
$$P_2 = 2.4x10^5\ N/m^2$$

ตอบ ความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนมีค่าเท่ากับ $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข้อที่ 30 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\theta = 30^\circ$ $P_1 - P_2 = 20x10^3\ N/m^2$ $h_2 - h_1 = 5\ m$ $A_1 = A_2$ $v_1 = v_2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของของเหลว



$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho g h_2$$

$$P_1 - P_2 = \rho g(h_2 - h_1)$$

$$20x10^3 = \rho(10)(5)$$

$$\rho = 400\ kg/m^3$$

ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค ง
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
3. อ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อสอบในแต่ละข้อ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเครื่องหมาย = ทับเครื่องหมายกากบาท (X) แล้วเลือกคำตอบที่ต้องการ
5. ส่งแบบทดสอบและกระดาษคำตอบคืนภายในเวลาที่กำหนด

ตัวอย่าง

1) ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   ข. ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์
   ข. หน่วยของงานคือนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร
   ค. แรงดันคืออัตราส่วนระหว่างความดันกับพื้นที่รองรับ
   ง. ความดันมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

การเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			≠

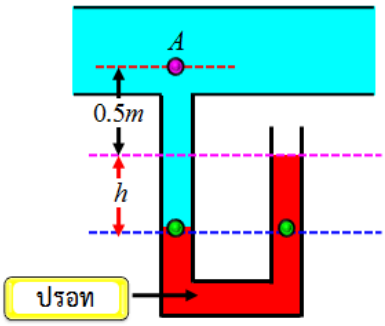
1. ท่อน้ำมีแมนนอมิเตอร์รูปตัวยูต่ออยู่ด้านล่างดังรูป เมื่อน้ำไหลไปตามท่อ พบว่าความดันเกจที่จุด A เท่ากับ 1.2x10 ^{5} นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่าปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูง h เป็นระยะเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของปรอทและน้ำเท่ากับ 13.6 x10 ^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 1 x10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ก. 0.8 เมตร

ข. 0.6 เมตร

ค. 0.4 เมตร

ง. 0.2 เมตร



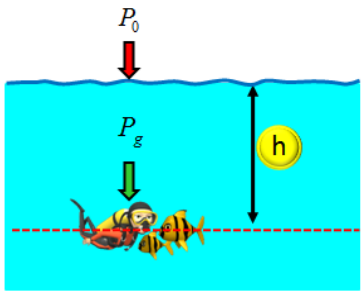
2. นักประดาน้ำขณะอยู่ใต้ทะเลที่มีความหนาแน่น 1.025x10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัดความดันสัมบูรณ์มีค่าเป็น 2.025 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศเป็น 10^{5} นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่านักประดาน้ำดำลึกจากผิวเท่าใด

ก. 5 เมตร

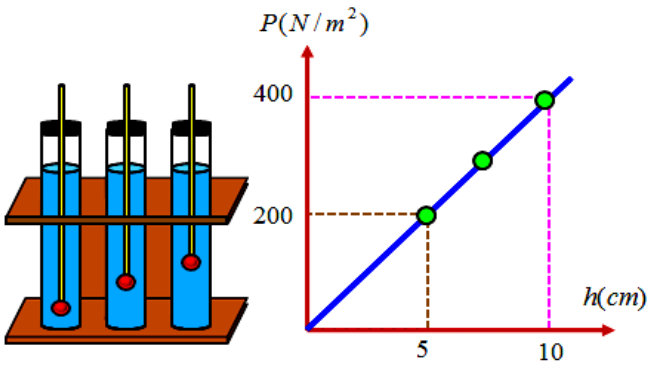
ข. 10 เมตร

ค. 12 เมตร

ง. 15 เมตร



3. จากการทดลองใช้แมนนอมิเตอร์ วัดความดันของของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งบรรจุในภาชนะปิด โดยวัดความดันที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกได้ดังรูป จงหาความหนาแน่นของของเหลวนี้



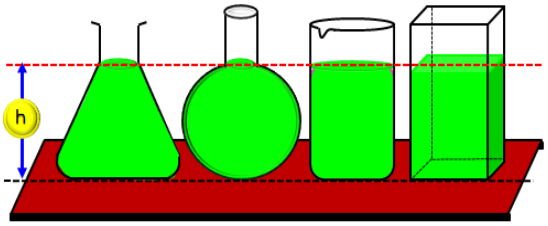
ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4. ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกันโดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากัน ปริมาณใดต่อไปนี้อาจมีค่าไม่เท่ากัน



ก. น้ำหนักของน้ำ

ข. แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ

ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ

ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

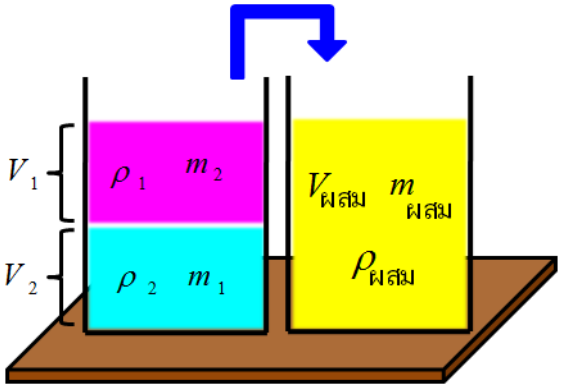
5. สารชนิดที่ 1 มีความหนาแน่น 6×10^2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จำนวน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารชนิดที่ 2 จำนวน 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของผสมนี้มีความหนาแน่น 12×10^2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าสารทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน จงหาว่าสารชนิดที่ 2 มีมวลเท่าไร

ก. 5.2 กิโลกรัม

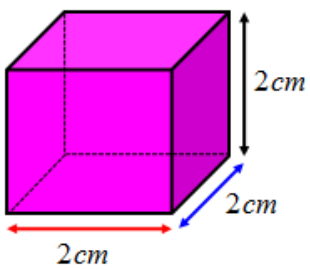
ข. 6.8 กิโลกรัม

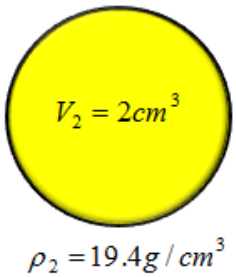
ค. 7.5 กิโลกรัม

ง. 8.4 กิโลกรัม



6. โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะมีมวลเท่ากับก้อนทองซึ่งปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทองมีความหนาแน่น 19.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าโลหะมีความหนาแน่นเท่าไร





$\rho_2 = 19.4 g/cm^3$

ก. 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. 5.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. 8.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ง. 9.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

7. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ
2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว
3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว
4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ข้อความที่กล่าวถูกต้องคือ

ก. 1 2 และ 3 ข. 1 และ 4 ค. 2 และ 3 ง. ถูกทุกข้อ

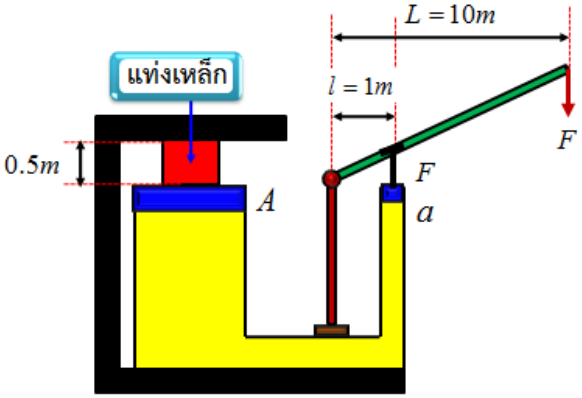
8. จากรูปจงหาว่าแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จะหดสั้นเท่าไร เมื่อออกแรงกดที่คาน 1,000 นิวตัน เมื่อพื้นที่สูบยกและสูบอัดมีขนาด 10 และ 1 ตาราเซนติเมตร ตามลำดับ และเหล็กมีค่ายังก์มอดูลัส เท่ากับ 2×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร

ก. 0.20 เซนติเมตร

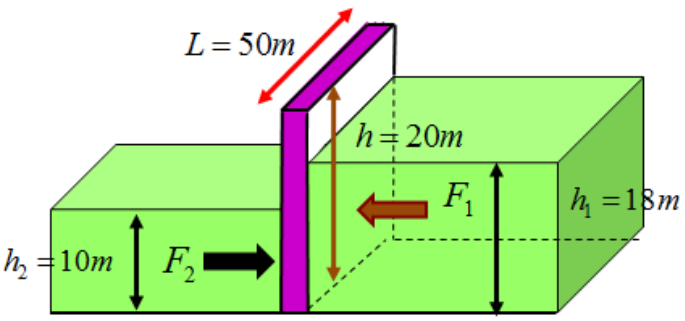
ข. 0.25 เซนติเมตร

ค. 0.30 เซนติเมตร

ง. 0.35 เซนติเมตร



9. เขื่อนกั้นน้ำยาว 50 เมตร สูง 20 เมตร มีระดับน้ำใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนลึก 10 เมตร และ 18 เมตร ตามลำดับ จงหาแรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อน



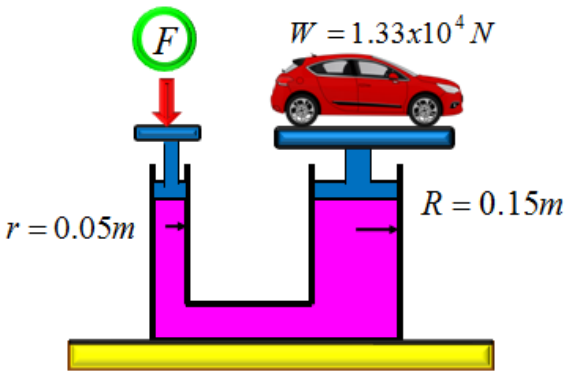
ก. 2.5×10^7 นิวตัน

ข. 5.6×10^7 นิวตัน

ค. 8.1×10^7 นิวตัน

ง. 10.6×10^7 นิวตัน

10. เครื่องยกรถยนต์ในสถานีบริการแห่งหนึ่งประกอบด้วยแรงดันที่ใช้อากาศบนลูกสูบเล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดรัศมี 5.0 เซนติเมตร ความดันถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกสูบใหญ่ที่มีรัศมี 15.0 เซนติเมตร จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน เพื่อที่จะยกรถหนัก 13,300 นิวตัน



ก. 1.48×10^3 นิวตัน

ข. 1.84×10^3 นิวตัน

ค. 2.25×10^3 นิวตัน

ง. 2.75×10^3 นิวตัน

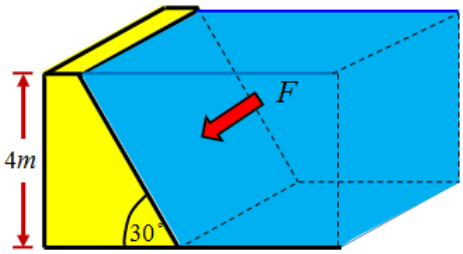
11. ฝายกั้นน้ำแห่งหนึ่งออกแบบไว้ดังรูป ซึ่งสันฝายยาว 5 เมตร เมื่อมีน้ำเต็มฝาย จงหาแรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย เมื่อความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก. 2×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ข. 4×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ค. 8×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ง. 1×10^6 นิวตันต่อตารางเมตร



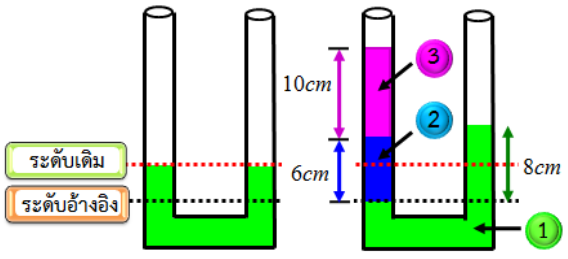
12. ของเหลว 3 ชนิด อยู่ในสภาวะสมดุลในหลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 1 และ ของเหลวชนิดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 4.0×10^3 และ 3.0×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่ากี่กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก. 1.4×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

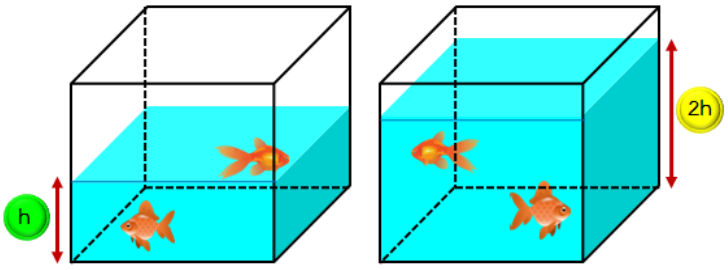
ข. 1.6×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 1.8×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 2.0×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



13. ถ้าระดับน้ำในตู้ปลารูปสี่แหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า



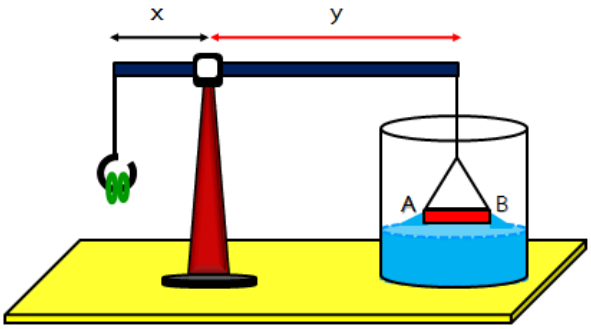
ก. 8

ข. 6

ค. 4

ง. 2

14. แท่งโลหะ AB มวล 499 กรัม ยาว 20 เซนติเมตร กำลังจะหลุดจากผิวของของเหลวพอดีด้วยมวล m เท่ากับ 1,000 กรัมและระบบคานดังรูป จงคำนวณหาค่าความตึงผิวของของเหลว ถ้า X และ Y เท่ากับ 0.1 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ



ก. 2.5×10^{-2} นิวตันต่อเมตร

ข. 2.5×10^{-5} นิวตันต่อเมตร

ค. 2.5×10^{1} นิวตันต่อเมตร

ง. 2.5×10^{-1} นิวตันต่อเมตร

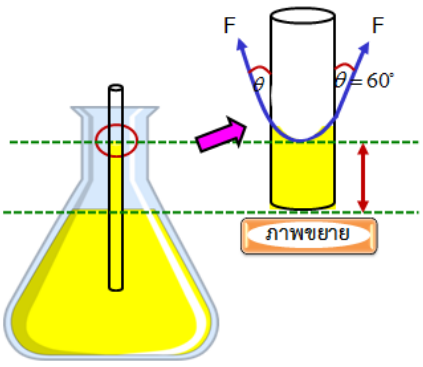
15. จากปรากฏการณ์ของหลอดขนาดเล็ก (**Capillarity**) จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวในหลอดแก้วซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.02 มิลลิเมตร โดยของเหลวมีค่าความตึงผิว 0.04 นิวตันต่อเมตร เคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูง 100 เซนติเมตร มุมสัมผัสระหว่างของเหลวกับหลอดแก้วเท่ากับ 60 องศา

ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



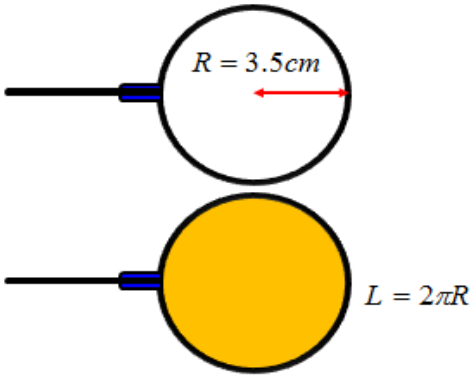
16. จากการทดลองศึกษาแรงตึงผิว โดยนำลวดโลหะที่ขึ้นรูปเป็นวงกลมรัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำสบู่ที่มีความตึงผิวเท่ากับ 0.025 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาแรงตึงผิวมีค่ากี่นิวตัน

ก. 11×10^{-2} นิวตัน

ข. 11×10^{-3} นิวตัน

ค. 5.5×10^{-2} นิวตัน

ง. 5.5×10^{-3} นิวตัน



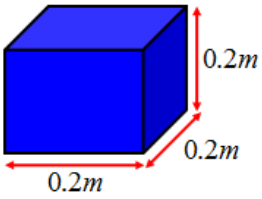
17. วัตถุรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ความหนาแน่น 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในของเหลวที่บรรจุในภาชนะหนึ่ง ถ้าผิวบนของวัตถุอยู่ในแนวระดับ จงหาว่าผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลวเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับ 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

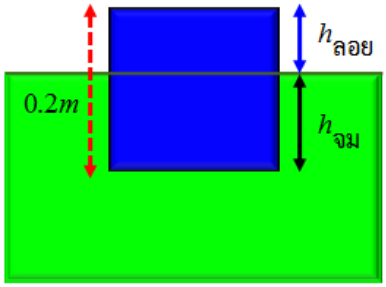
ก. 8 เซนติเมตร

ข. 6 เซนติเมตร

ค. 4 เซนติเมตร

ง. 2 เซนติเมตร





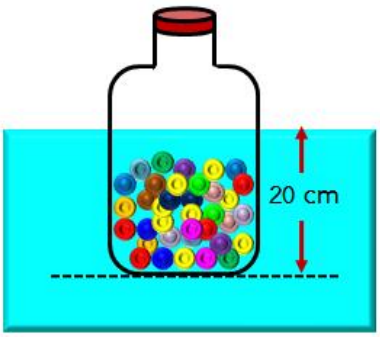
18. ขวดใส่ลูกกวาดทรงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป จงคำนวณว่าขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับเท่าไร

ก. 780 กรัม

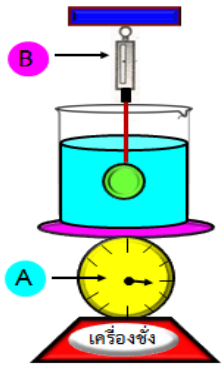
ข. 1,180 กรัม

ค. 1,460 กรัม

ง. 1,571 กรัม



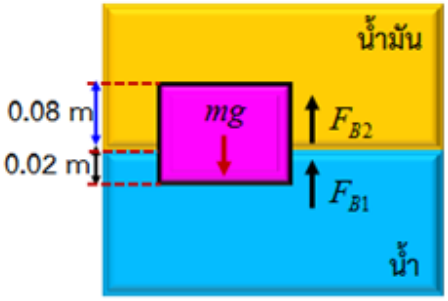
19. ภาชนะใบหนึ่งบรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่จำนวนหนึ่ง วางภาชนะนี้บนตาชั่ง A ปรากฏว่าตาชั่งอ่านน้ำหนักได้ 10 นิวตัน ต่อมาเอาวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 0.6 กิโลกรัม แขวนด้วยตาชั่งสปริง B หย่อนลงในของเหลวนี้จนจมมิดในของเหลว แล้วของเหลวไม่ล้นออกมา จงหาว่า ขณะนี้ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร



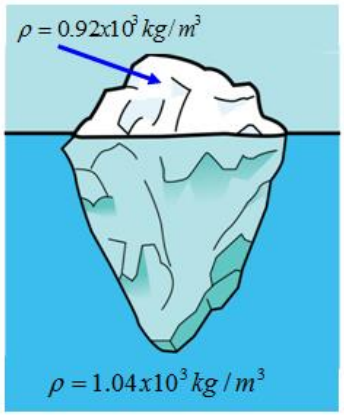
ก. 11 นิวตัน
ข. 7 นิวตัน
ค. 6 นิวตัน
ง. 4 นิวตัน

20. แท่งไม้รูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 0.1 เมตร ลอยอยู่ระหว่างน้ำและน้ำมัน ดังรูป ขอบด้านล่างอยู่ต่ำกว่าผิวรอยต่อระหว่างน้ำมันและน้ำ 0.02 เมตร น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาน้ำหนักของไม้

ก. 4.5 นิวตัน
ข. 6.8 นิวตัน
ค. 8.4 นิวตัน
ง. 10.2 นิวตัน



21. น้ำแข็งมีความหนาแน่น $0.92x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในน้ำทะเลที่มีความหนาแน่น $1.04x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาว่าน้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์



ก. 86.9 เปอร์เซ็นต์
ข. 87.7 เปอร์เซ็นต์
ค. 88.5 เปอร์เซ็นต์
ง. 89.0 เปอร์เซ็นต์

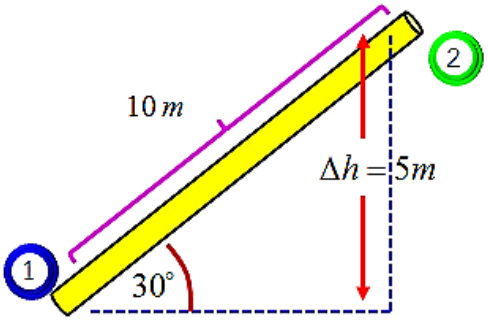
22. ท่อสม่ำเสมอวางทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ มีของเหลวชนิดไหลผ่าน พบว่าผลต่างของความดันของของเหลวที่ตำแหน่งห่างกัน 10 เมตร ตามความยาวของท่อมีค่า 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาค่าความหนาแน่นของของเหลว

ก. 0.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 462 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



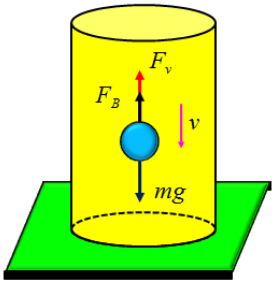
23. ทิ้งลูกกลมโลหะลงในของเหลวชนิดหนึ่ง โดยที่ลูกกลมโลหะมีมวล 15 กรัม มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ถ้าของเหลวมีความหนาแน่น 2x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงคำนวณหาแรงหนืดสูงสุดของของเหลว

ก. 0.12 นิวตัน

ข. 0.13 นิวตัน

ค. 0.14 นิวตัน

ง. 0.15 นิวตัน



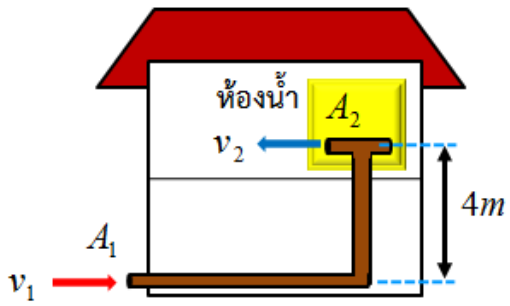
24. บ้านหลังหนึ่งต่อท่อประปาขึ้นไปชั้นบนในห้องน้ำดังรูป ความดันน้ำที่ท่อด้านล่างเท่ากับ 4x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร มีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร (กำหนดให้รัศมีของท่อล่างและท่อบนเท่ากับ 2 และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ)

ก. 2.1x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ข. 2.2x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ค. 2.3x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร

ง. 2.4x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร



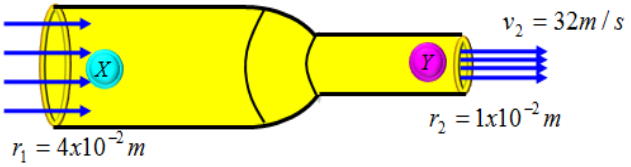
25. ต้องการฉีดน้ำตามแนวราบ ออกจากปลายท่อ Y ด้วยอัตราเร็ว 32 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้ความดันบริเวณท่อ X กี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดท่อ X และ Y ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ กำหนดความดันบรรยากาศเท่ากับ $1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ก. $4.8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข. $5.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ค. $6.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ง. $8.0x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร



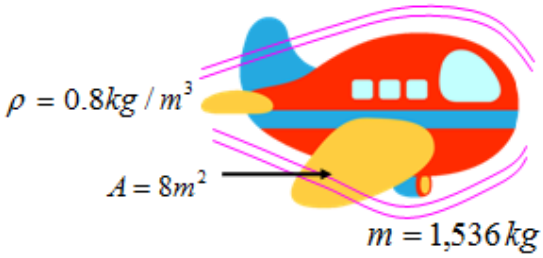
26. เครื่องบินขับไล่และสัมภาระมีมวลรวม 1,536 กิโลกรัม โดยเครื่องบินดังกล่าวมีพื้นที่ปีกรวม 8 ตารางเมตร ถ้าขณะที่บินอากาศที่ไหลผ่านใต้ปีกเครื่องบินมีความเร็วเท่ากับความเร็วของเครื่องบินและอากาศเหนือปีกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของใต้ปีกเครื่องบิน กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศ มีค่าเท่ากับ 0.8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เครื่องบินจะต้องมีความเร็วกี่เมตรต่อวินาทีจึงจะบินอยู่ได้

ก. 20 เมตรต่อวินาที

ข. 40 เมตรต่อวินาที

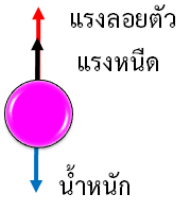
ค. 48 เมตรต่อวินาที

ง. 64 เมตรต่อวินาที

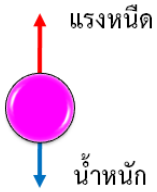


27. ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว รูปในข้อใดถูกต้อง

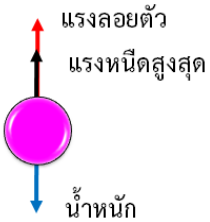
ก.



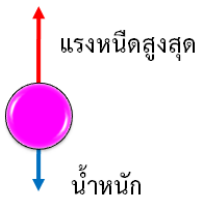
ข.



ค.



ง.



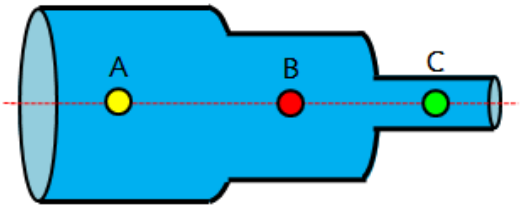
28. น้ำไหลในท่อดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

ก. ความดันน้ำที่จุด $A = B = C$

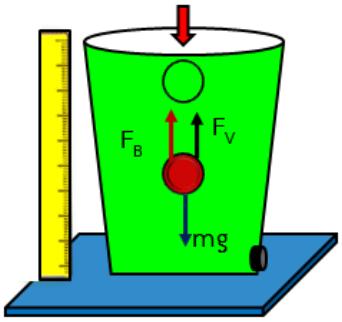
ข. ความเร็วน้ำในท่อจุด $A = B = C$

ค. $V_A > V_B > V_C$

ง. $P_A > P_B > P_C$



29. เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กรัศมี 0.5 เซนติเมตร ให้ตกลงในกลีเซอรัลปรากฏว่าวัดความเร็วขั้นสุดท้ายได้ 0.077 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล กำหนดให้ความหนาแน่นของกลีเซอรัลและเหล็กมีค่า 1.26 x10 ^{3} และ 7.86 x 10 ^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ



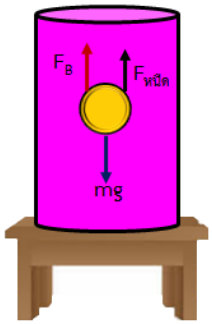
ก. 3.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ข. 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ค. 5.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ง. 6.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

30. หย่อนลูกปืนลงในกระบอกตวงที่บรรจุน้ำมันไว้เต็ม จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้



1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่
2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน
4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1 , 2 , 3 ข. ข้อ 2 , 3 , 4 ค. ข้อ 1 , 2 , 4 ง. ข้อ 1 , 3 , 4

เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

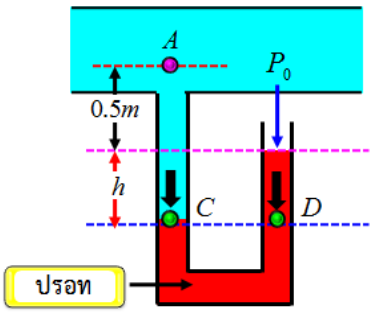
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ง	16	ง
2	ข	17	ก
3	ก	18	ง
4	ข	19	ค
5	ง	20	ข
6	ก	21	ค
7	ค	22	ข
8	ข	23	ง
9	ข	24	ง
10	ก	25	ค
11	ค	26	ก
12	ก	27	ค
13	ค	28	ง
14	ก	29	ข
15	ก	30	ง

ข้อที่ 1 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P_A = 1.2x10^5\ N/m^2$ $\rho_{Hg} = 13.5x10^3\ kg/m^3$ และ $\rho_{H_2O} = 1x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูงเป็นระยะเท่าไร



จากสามการ $P_C = P_D$

$$\rho_{H_2O}g(0.5 + h) + P_A = P_0 + \rho_{Hg}gh$$

$$(10^3)(10)(0.5 + h) + 1.2x10^5 = 1x10^5 + (13.5x10^3)(10)(h)$$

$$12.5h = 2.5$$

$$h = 0.2\ m$$

ตอบ ปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูงเป็นระยะ 0.2 เมตร

ข้อที่ 2 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P = 2.025P_0$ $P_0 = 1x10^3\ N/m^2$ และ $\rho = 1.025x10^3 kg/m^3$

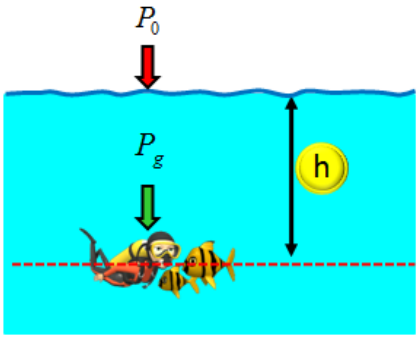
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักประดาน้ำดำลึกจากผิวน้ำเท่าไร

จาก $P = P_0 + \rho gh$

$$2.025x10^5 = 1x10^5 + 1.025x10^3(10)h$$

$$h = \frac{(2.025-1)(10^5)}{(1.025x10^3)(10)}$$

$$h = 10\ m$$



ตอบ นักประดาน้ำดำลึกจากผิวน้ำเท่ากับ 10 เมตร

ข้อที่ 3 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด กำหนดคู่อันดับในกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างความดันและระดับความลึก (0.05 , 200) และ (01.0 , 400)

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของของเหลว

จากสมการ $P = \rho gh$

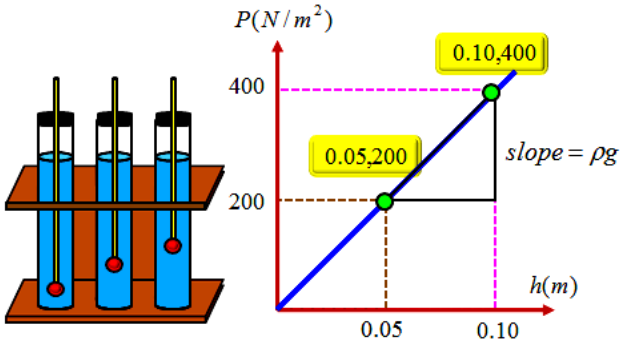
$$\frac{P}{h} = \rho g$$

$$slope = \rho g$$

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \rho g$$

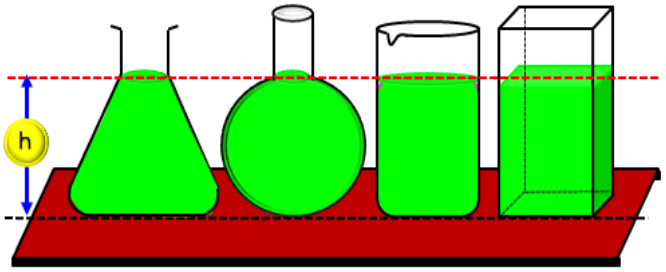
$$\frac{400-200}{0.10-0.05} = \rho(10)$$

$$\rho = 400\ kg/m^3$$



ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวนี้มีค่าเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 4 เฉลย ข



ก. น้ำหนักของน้ำ

จากสมการ $W = mg$

$$W = \rho Vg$$

โจทย์กำหนด $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4$ และ $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$

และส่งผลให้ $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

น้ำหนักของน้ำในภาชนะทั้ง 4 ใบ มีขนาดเท่ากัน

ข. แรงดันน้ำที่ก้น

จากสมการ $F = PA$

โดยที่ $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$ แต่ $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq A_4$

แสดงว่า แรงดันน้ำที่ก้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ

จากสมการ $P = \rho gh$

โจทย์กำหนด $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4$ และ $h_1 = h_2 = h_3 = h_4$

แสดงว่า ความดันน้ำที่ก้นภาชนนะมีขนาดเท่ากัน

ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

จากสมการ $N = W$

จากข้อ ก สรุปว่า $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

แสดงว่า $N_1 = N_2 = N_3 = N_4$

ตอบ แรงดันน้ำที่ก้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ข้อที่ 5 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหน $\rho_1 = 600\ \text{kg/m}^3$ $V_1 = 6\text{x}10^{-3}\text{m}^3$ $\rho_{ผสม} = 600\ \text{kg/m}^3$

$V_2 = 4\text{x}10^{-3}\text{m}^3$

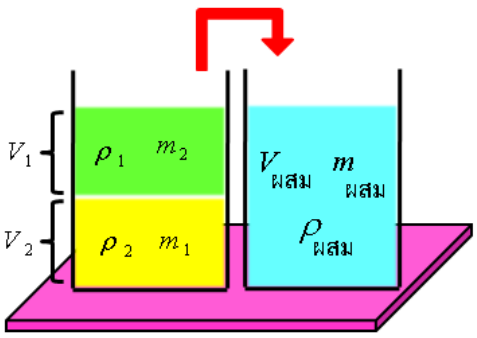
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สารชนิดที่ 2 มีมวลกี่กิโลกรัม

จาก $\rho = \frac{\rho_1 V_1 + m_2}{V_1 + V_2}$

$1{,}200 = \frac{600(6\text{x}10^{-3}) + \text{m}_2}{10\text{x}10^{-3}}$

$12 = 3.6 + \text{m}_2$

$\text{m}_2 = 8.4\ \text{kg}$

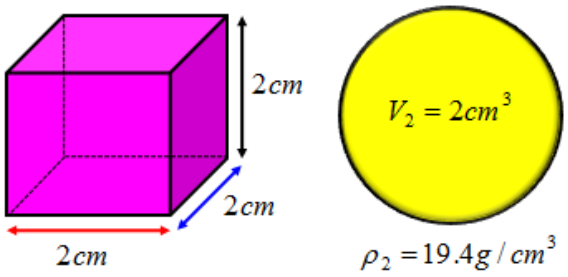


ตอบ สารชนิดที่ 2 มีมวลเท่ากับ 8.4 กิโลกรัม

ข้อที่ 6 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร $V_1 = 8\ \text{cm}^3$ ก้อนทองปริมาตร 2 ลูกบาศก์ $V_2 = 2\ \text{cm}^3$ $\rho_2 = 19.4\ \text{g/cm}^3$ กำหนดให้ $\text{m}_1 = \text{m}_2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โลหะมีความหนาแน่นเท่าไร



จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ $m_1 = m_2$

$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

$$\rho_1(8) = (19.4)(2)$$

$$\rho_1 = 4.85\ g/cm^3$$

ตอบ โลหะมีความหนาแน่นเท่ากับ 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อที่ 7 เฉลย ค

1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ

ผิด ความดันเป็นปริมาณสเกลลาร์ ไม่สามารถระบุทิศทางได้

2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ แสดงว่า $P \alpha \rho$ สรุปได้ว่า ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว

3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ แสดงว่า $P \alpha h$ สรุปได้ว่า ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว

4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ ความดันในของเหลวไม่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ตอบ ข้อ 2 และข้อ 3 กล่าวถูกต้อง

ข้อที่ 8 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $A = 1\ m^2$ $F = 1{,}000\ N$ $A = 10x10^{-4}\ m^2$ และ $a = 1x10^{-4}\ m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แท่งเหล็กจะหดสั้นเท่าไร

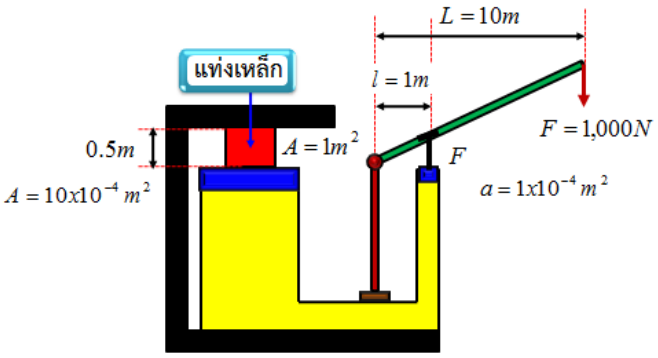
พิจารณาหลักการของโมเมนต์

$$\Sigma M_1 = \Sigma M_2$$

$$Fx10 = Fx1$$

$$1{,}000x10 = Fx1$$

$$F = 10^4 N$$



และจากความสัมพันธ์

$$\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$$

$$\frac{W}{10} = \frac{10^4}{1}$$

$$W = 10^5 N$$

พิจารณาค่ายังก์มอดูลัส

$$Y = \frac{FL}{A\Delta L}$$

$$\Delta L = \frac{FL}{AY}$$

$$\Delta L = \frac{(10^5)(0.5)}{(2x10^{11})(1x10^{-4})}$$

$$\Delta L = 0.0025m$$

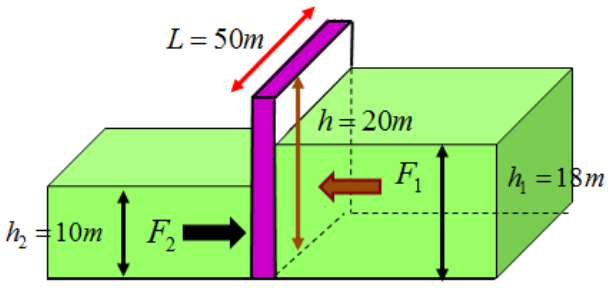
$$\Delta L = 0.25cm$$

ตอบ แท่งเหล็กจะหดสั้น 0.25 เซนติเมตร

ข้อที่ 9 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 10^3\ kg/m^3$ $L = 50\ m$ $h_1 = 18\ m$ และ $h_2 = 10\ m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตัวเขื่อน



จากสมการ $\Sigma F = \frac{1}{2}\rho g L(h_1^2 - h_2^2)$

$$\Sigma F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(50)(324 - 100)$$

$$\Sigma F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(50)(324 - 100)$$

$$\Sigma F = 560x10^5$$

$$\Sigma F = 5.6x10^7 N$$

ตอบ แรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อนเท่ากับ $5.6x10^7$ นิวตัน

ข้อที่ 10 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $r = 5cm \;\; R = 15\ cm \;\; W = 13{,}300\ N$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน

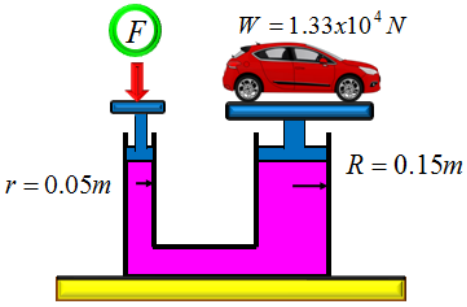
จาก $\frac{W}{F} = \frac{A}{a}$

$$F = W(\frac{a}{A})$$

$$F = W(\frac{\pi r^2}{\pi R^2})$$

$$F = \frac{\pi(5.0\times10^{-2})^2}{\pi(15.0\times10^{-2})^2}(13.3 \times 10^3)$$

$$F = 1.48 \times 10^3 N$$



ตอบ จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กเท่ากับ $1.48x10^3$ นิวตัน

ข้อที่ 11 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 10^3\ kg/m^3 \;\; L = 5\ m \; h = 4\ m$ และ $\theta = 30°$

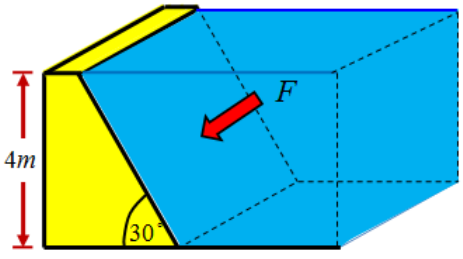
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย

จากสมการ $F = \frac{1}{2}\rho g L \frac{h^2}{\sin\theta}$

$$F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(5)\frac{16}{0.5}$$

$$F = 16x5x10^4$$

$$F = 8x10^5 N$$



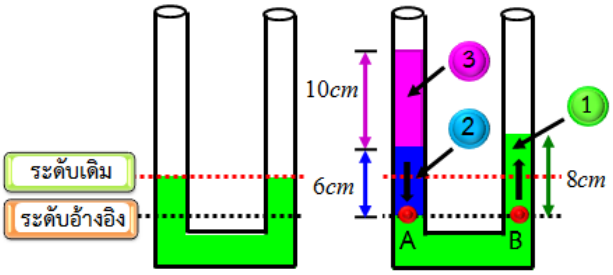
ตอบ แรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย $8x10^5$ นิว
ตัน

ข้อที่ 12 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_1 = 4x10^3\ kg/m^3$ $\rho_2 = 3x10^3\ kg/m^3$ $h_1 = 8\ cm$ $h_2 = 6\ cm$
และ $h_3 = 10\ cm$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของสารชนิดที่ 3

ที่ของเหลวชนิดเดียวกันอยู่ในสภาพสมดุลที่ระดับเดียวกัน ความดันจะมีค่าเท่ากัน



จาก $P_A = P_B$

$$P_0 + \rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_1 g h_1$$

$$\rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1$$

$$\rho_3 h_3 + \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$

$$\rho_3(10) + (3x10^3)(6) = (4x10^3)(8)$$

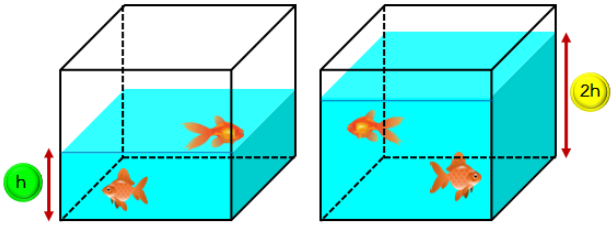
$$\rho_3 = 1.4x10^3 kg/m^3$$

ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่าเท่ากับ $1.4x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 13 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $H_2 = 2H_1$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า



จะได้ $F_1 = \frac{1}{2}\rho ghLH_1^{\,2}$ .....(1)

เมื่อเพิ่มระดับน้ำสูงเป็น $H_2 = 2H_1$ ดังนั้น

จะได้ $F_2 = \frac{1}{2}\rho ghLH_2^{\,2}$ .....(2)

จากสมการที่ (1) และ (2)

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1^2}{H_2^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1^2}{4H_1^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{4}$$

$$F_2 = 4F_1$$

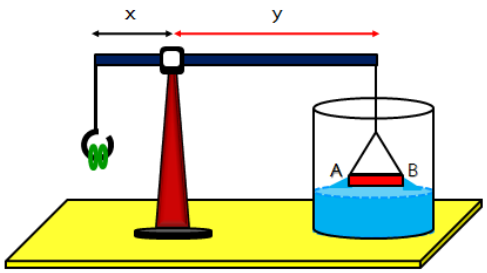
ตอบ แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อดานข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าของของเดิม

ข้อที่ 14 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\Delta m = 0.501kg$ $x = 0.1m$ $y = 0.05m$ $l = 0.2m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความตึงของของเหลว

อ้างหลักการจากโมเมนต์



โมเมนต์ตาม = โมเมนต์ทวน

$$\Delta mg(x) = F(y)$$

$$\Delta mg(x) = \gamma L(y)$$

$$\Delta mg(x) = \gamma(2l)(y)$$

$$(0.501)(10)(0.1) = \gamma(2)(0.2)(0.5)$$

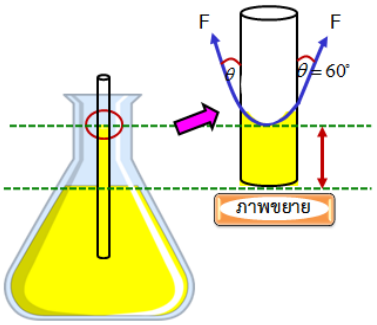
$$\gamma = 2.5x10^{-2}N/m$$

ตอบ ความตึงของของเหลวมีค่าเท่ากับ $2.5x10^{-2}$ นิวตันต่อเมตร

ข้อที่ 15 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $D = 0.02x10^{-3}\ m$ $\gamma = 0.04\ N/m$ $h = 1\ m$ และ $\theta = 60°$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค่าความหนาแน่นของของเหลวในหลอดแก้ว



จากสมการ $h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho r g}$

$$\rho = \frac{2\gamma \cos\theta}{rgh}$$

$$\rho = \frac{2(0.04)(0.5)}{(1x10^{-4})(10)(1)}$$

$$\rho = \frac{4x10^{-2}}{1x10^{-4}}$$

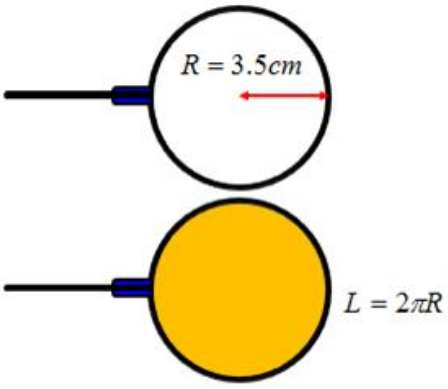
$$\rho = 400 kg/m^3$$

ตอบ ของเหลวมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 16 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $r = 3.5x10^{-2} m \gamma = 0.025 N/m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงตึงผิวมีค่าเท่าไร



จากความสัมพันธ์ของความตึงผิวและแรงตึงผิว

$$F = \gamma L$$

$$F = \gamma(2\pi R)$$

$$F = (0.025)(2x\frac{22}{7})(3.5x10^{-2})$$

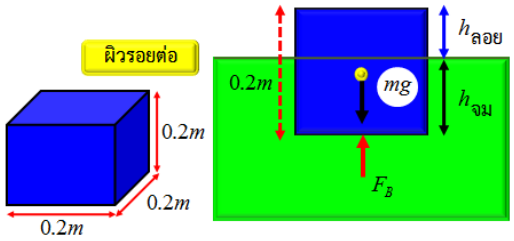
$$F = 5.5x10^{-3} N$$

ตอบ แรงตึงผิวมีค่าเท่ากับ 5.5x10 $^{-3}$ นิวตัน

ข้อที่ 17 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $L = 0.2\ m\ \ \rho_{วัตถุ} = 1.2x10^3\ kg/m^3\ \ \rho_{เหลว} = 2x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ผิวหน้าของวัตถุสูงกว่าผิวน้ำเท่าไร



$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho_1 V_1 g = \rho_2 V_2 g$$

$$(2x10^3(0.2x0.2xh)(10) = (1.2x10^3)(0.2x0.2x0.2)(10)$$

$$2h = 1.2(0.2)$$

$$h = 0.12m$$

$$h = 12cm$$

ตอบ ผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลว 8 เซนติเมตร

ข้อที่ 18 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $D = 10x10^{-2}m$ และ $\rho_{น้ำ} = 1x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่าไร

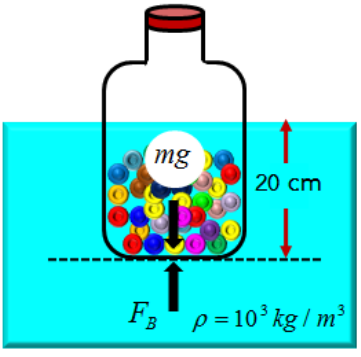
$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho Vg = mg$$

$$(10^3)(3.14x25x10^{-4}x0.2)(10) = m(10)$$

$$m = 1.571kg$$



ตอบ ขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับ 1,571 กรัม

ข้อที่ 19 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{วัตถุ} = 2x10^3\ kg/m^3\ \ mg_{ภาชนะ} + mg_{เหลว} = 10\ N$

$v_{วัตถุ} = 50\ cm^3$ *และ* $m_{วัตถุ} = 0.6\ kg$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร

จากสมการ ตาชั่งสปริง B $T = mg - F_B$

$$T = 0.6(10) - (2x10^3)(50x10^{-6})(10)$$

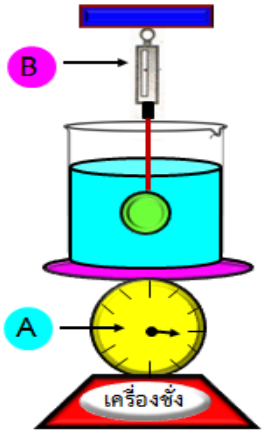
$$T = 6 - 1$$

$$T = 5N$$

จากสมการ ตาชั่งสปริง A $N = mg_1 + mg_2 + mg_3 - T$

$$N = 10 + (0.6)(10) - 5$$

$$N = 11$$

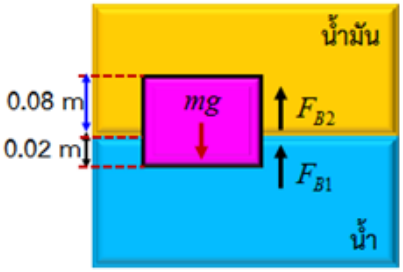


ตอบ ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่ากับ 6 นิวตัน

ข้อที่ 20 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{น้ำ} = 1x10^3\ kg/m^3\ \rho_{น้ำมัน} = 0.6x10^3\ kg/m^3\ L = 0.1\ m\ h_2 = 0.02\ m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ น้ำหนักของท่อนไม้



$$\Sigma F = 0$$

$$F_{B1} + F_{B2} = mg$$

$$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = mg$$

$$10^3(0.1x0.1x0.02)(10) + (600)(0.1x0.1x0.08)(10) = mg$$

$$2 + 4.8 = mg$$

$$mg = 6.8N$$

ตอบ น้ำหนักของไม้เท่ากับ 6.8 นิวตัน

ข้อที่ 21 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 0.92x10^3 kg/m^3 \rho = 1.04x10^3 kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ น้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์

$$\Sigma F = 0$$

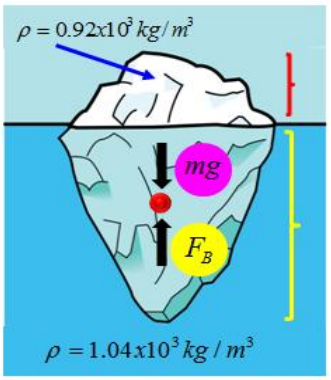
$$F_B = mg$$

$$\rho_1 V_1 g = \rho_2 V_2 g$$

$$(1.04x10^3)(V_1)(10) = (0.92x10^3)(V)(10)$$

$$V_1 = \frac{0.92}{1.04} V$$

$$V_1 = 0.885V$$

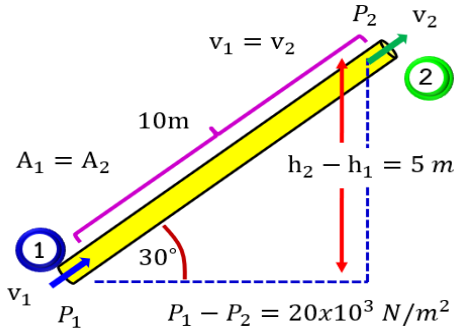


ตอบ น้ำแข็งจมน้ำคิดเป็นร้อยละ 88.50 ของปริมาตรทั้งหมด

ข้อที่ 22 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\theta = 30^\circ \ P_1 - P_2 = 20x10^3 \ N/m^2 \ h_2 - h_1 = 5 \ m \ A_1 = A_2 \ v_1 = v_2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของของเหลว



$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho g h_2$$

$$P_1 - P_2 = \rho g(h_2 - h_1)$$

$$20x10^3 = \rho(10)(5)$$

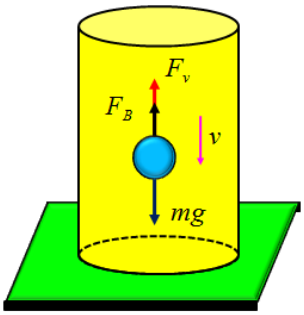
$$\rho = 400 \ kg/m^3$$

ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 23 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $m = 15x10^{-3}\ kg \quad r = 2x10^{-3}\ m \quad \rho = 2x10^{3}\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงหนืดสูงสุดของของเหลว



$$\Sigma F = 0$$

$$F_V + F_B = mg$$

$$F_V = mg - \rho Vg$$

$$F_V = mg - \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g$$

$$F_V = (15x10^{-3})(10) - (2x10^{3})\left(\frac{4}{3}\right)(3.14)(8x10^{-9})(10)$$

$$F_V = 0.15\ N$$

ตอบ แรงหนืดสูงสุดของของเหลวเท่ากับ 0.15 นิวตัน

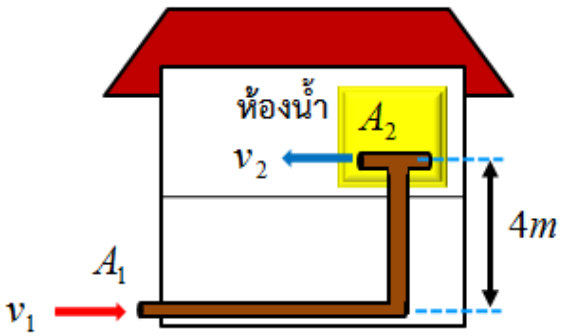
ข้อที่ 24 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P_1 = 4x10^{5}\ m^3/s\ v_1 = 4\ m/s\ r_1 = 2x10^{-2}\ m$ และ $r_2 = 1x10^{-2}\ m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร

จากสมการความต่อเนื่อง จะได้ $Q_1 = Q_2$

อัตราการไหลมีค่าคงที่ $A_1v_1 = A_2v_2$



$$(\pi r_1^2)v_1 = (\pi r_2^2)v_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

$$\frac{v_2}{4} = \left(\frac{2x10^{-2}}{1x10^{-2}}\right)^2$$

$$v_2 = 16\ m/s$$

จากสมการแบร์นูลลี โดยคิดให้ท่อล่างมีพลังงานศักย์เป็นศูนย์

จาก $$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$4x10^5 + \frac{1}{2}(10^3)(4)^2 = P_2 + \frac{1}{2}(10^3)(16)^2 + (10^3)(10)(4)$$

$$P_2 = 2.4x10^5\ N/m^2$$

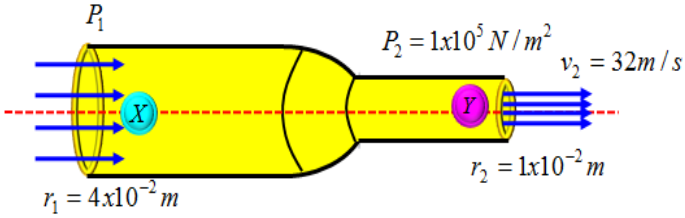
ตอบ ความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนมีค่าเท่ากับ $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข้อที่ 25 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $v_2 = 32\ m/s\ r_1 = 4x10^{-2}m\ r_2 = 1x10^{-2}m\ P_0 = 1x10^5 N/m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความดันบริเวณท่อ X มีค่าเท่ากับเท่าไร

จากสมการความต่อเนื่อง



$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

$$(\pi r_1^{\,2})v_1 = (\pi r_2^{\,2})v_2$$

$$v_1 = (\frac{r_2}{r_1})^2 v_2$$

$$v_1 = (\frac{1}{16})(32)$$

$$v_1 = 2m/s$$

จากสมการ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 = 1x10^5 + \frac{1}{2}(10^3)(32^2 - 2^2)$$

$$P_1 = 6.10x10^5$$

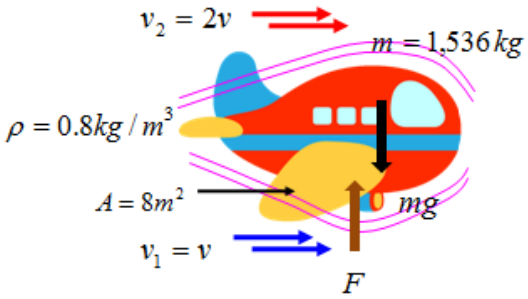
ตอบ ความดันบริเวณท่อ X มีค่าเท่ากับ $6.10x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข้อที่ 26 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $A = 8\ m^2\ \ \rho = 0.8\ kg/m^3\ v_1 = v\ \ v_2 = 2v\ \ m = 1{,}536\ kg$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เครื่องบินจะต้องมีความเร็วเท่าไร

จากสมการ



$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}(0.8)(4v^2 - v^2)$$

$$P_1 - P_2 = 1.2v^2 \quad \text{.....(1)}$$

จากกฎของนิวตัน

$$\Sigma F = 0$$

$$(\Delta P)A = mg$$

$$(1.2v^2)(8) = 15{,}360$$

$$v^2 = 400$$

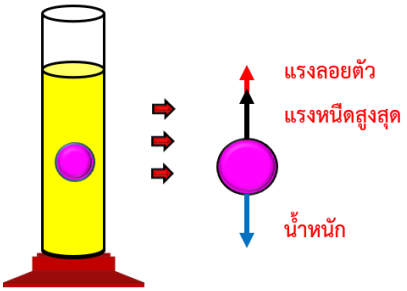
$$v = 20\ m/s$$

ตอบ เครื่องบินจะต้องมีความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที

ข้อที่ 27 เฉลย ค

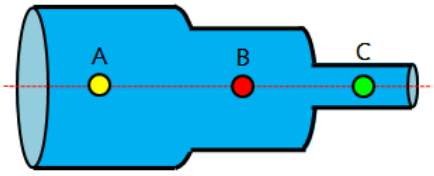
สิ่งที่โจทย์กำหนด ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แผนภาพอิสระแสดงแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะ



ตอบ ค คือแผนภาพอิสระแสดงแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะที่ถูกต้อง

ข้อ 28 เฉลย ง



จากสมการ อัตราการ $Q = Av$ จะได้ว่า $A\alpha\frac{1}{v}$ พื้นที่หน้าตัดใหญ่ ส่งผลให้ความเร็วของของไหลที่ไหลบริเวณนั้นมีค่าน้อย $A_A > A_B > A_C$ ดังนั้น $v_A < v_B < v_C$

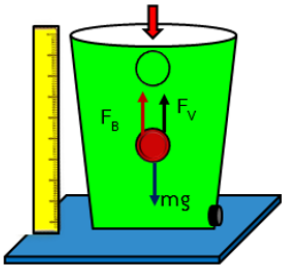
จากสมการแบร์นูลลี $P\alpha\frac{1}{v}$ จะได้ว่า ส่งผลให้ความเร็วของของไหลที่ไหลบริเวณนั้นมีค่าน้อย $v_A < v_B < v_C$ ดังนั้น $P_A > P_B > P_C$

ข้อที่ 29 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{วัตถุ} = 7.68x10^3\ kg/m^3$ $r = 5x10^{-3}\ m$ $\rho_{เหลว} = 1.26x10^3\ kg/m^3$

$v = 0.077m/s$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล



จาก $v = \frac{2}{9}\frac{r^2 g}{\eta}(\rho_{วัตถุ} - \rho_{เหลว})$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2 g}{v}(\rho_{วัตถุ} - \rho_{เหลว})$$

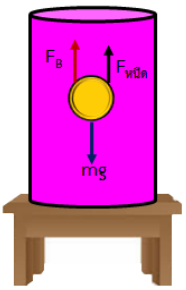
$$\eta = \frac{2}{9}\frac{(5x10^{-3})^2(10)}{0.077}(7.68x10^3 - 1.26x10^3)$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{x25x10^{-6}(10)}{0.077}(6.42x10^{-2})$$

จะได้ $\eta = 4.63 N.s/m^2$

ตอบ สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ข้อที่ 30 เฉลย ง



1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่

ผิด ช่วงเริ่มต้นลูกปืนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

ถูก ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น

3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน

ถูก จากสมการความสัมพันธ์ $F = 6\pi\eta rv$

4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น

ถูก เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วของลูกปืนคงที่

ตอบ ง. ข้อที่กล่าวถูกต้องคือ ข้อ 1 3 และ 4

ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

แบบประเมิน

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อประเมินต่อไปนี้และทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับคุณภาพตามความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. รูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
2. องค์ประกอบมีความชัดเจน ครบถ้วนเพียงพอ จำนวนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้					
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา รองรับศักยภาพและขีดความสามารถของนักเรียน					
4. ระยะเวลามีความเหมาะสมต่อการศึกษาเรียนรู้ชุดฝึกทักษะแต่ละชุด					
5. ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา (ภาพถ่าย/ภาพวาด) ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและเหมาะสม					
6. แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์และมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบนำไปสู่แนวทางเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง					
7. แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยกระตุ้นความสนใจ ใฝ่รู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน					

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
8. มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21					
9. เนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่พอเหมาะ					
10. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นกระบวนการกลุ่มและช่วยกันกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ สร้างสรรค์ผลงานผ่านกิจกรรมที่ผลักดันให้เกิดการเรียนรู้					
11. ออกแบบ ประยุกต์ใช้สื่อการสอน รวมถึงการนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ					
12. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน เกิดความคิดรวบยอด และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง					
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติจริงจนมีความมั่นใจประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่นได้					
14. นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียน					
15.ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

แบบประเมินแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้

(ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา : IOC)

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

****

นายวุฒิพล รัตนพร

ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร

แบบประเมินแบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการวัดหรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่านโดยใส่เครื่องหมาย √ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
O หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง

ตารางกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้

เนื้อหา	พฤติกรรมการวัด						รวม (ข้อ)
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล							
หน่วยย่อยที่ 1 ความหนาแน่นและความดันในของไหล	1	1	1	3	-	-	**6**
หน่วยย่อยที่ 2 เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล	-	-	3	4	-	-	**7**
หน่วยย่อยที่ 3 แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว	-	-	3	2	2	-	**7**
หน่วยย่อยที่ 4 การซึมตามรูเล็กและความหนืด	-	1	-	2	2	-	**5**
หน่วยย่อยที่ 5 พลศาสตร์ของไหล	-	-	-	5	-	-	**5**
รวม (ข้อ)	**1**	**2**	**7**	**16**	**4**	**-**	**30**

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
1. อธิบายความหมายของความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมได้ 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น มวลและปริมาตรได้			1			
3. คำนวณหาความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมของของเหลวต่าง ๆ ได้ 4. ระบุการเรียงลำดับชั้นของของเหลว ตามสถานการณ์ที่กำหนดได้				1		
5. อธิบายความดันในของเหลว และความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลว ความหนาแน่น ความลึกของของเหลว และความเร่งโน้มถ่วงของโลกได้	1					
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันเกจ ความดันบรรยากาศและความดันสัมบูรณ์ในของเหลวได้		1				
7. วัดความดันในของเหลวที่ระดับความลึกต่าง ๆ โดยใช้แมนอมิเตอร์			1			
8. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของของเหลว เมื่อความหนาแน่นคงตัว 9. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของของเหลว เมื่อความลึกคงตัว				1		

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
10. อธิบายและออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์เรื่องของไหล เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน			1			
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและแรงดันในของไหลได้ 12. คำนวณหาแรงดันที่กระทำต่อก้นภาชนะและแรงดันที่กระทำต่อผนังด้านข้างของภาชนะได้				1		
13. คำนวณหาแรงดันลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำได้			2			
14. อธิบายความแตกต่างระหว่างหลอดแก้วรูปตัวยู (U-shaped glass tube) และหลอดแก้วรูปตัวเจ (J-shaped glass tube) โดยใช้หลักการทางฟิสิกส์ได้ 15. คำนวณหาตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความดันของหลอดแก้วรูปตัวยูและหลอดแก้วรูปตัวเจ ตามสถานการณ์ที่กำหนดได้				1		
16. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดความดันชนิดต่าง ๆ และหลักการของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดันได้ 17. อธิบายกฎของพาสคัล และใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงานของเครื่องอัดไฮโดรลิกได้				1		

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
18. ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม โดยใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องอัดไฮโดรลิกอย่างง่ายได้					1	
19. อธิบายแรงพยุงของของเหลว หลักอาร์คิมีดิสที่กระทำต่อวัตถุได้					1	
20. อธิบายความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของของเหลวและปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลวที่มีผลต่อแรงพยุงได้				1		
21. วิเคราะ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงพยุงและหลักอาร์คิมีดีส โดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้			1			
22. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้					1	
23. อธิบายแรงตึงผิว และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงตึงผิวได้ 24. อธิบายความสัมพันธ์ของความยาวผิววัตถุที่สัมผัสผิวของเหลวและความตึงผิวของของเหลวที่มีผลต่อแรงตึงผิวได้				1		

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
25. วิเคราะห์ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงตึงผิว โดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้ 26. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงตึงผิวของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้ 27. ทดลองและคำนวณหาความตึงผิวของของเหลวแต่ละชนิดได้		1				
28. ทดลองและคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวโดยการชั่งวัตถุในของเหลวได้			1			
29. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความโค้งของผิวของเหลว(โค้งเว้าและโค้งนูน)บริเวณที่สัมผัสผิวภาชนะ (Meniscus Effect) ได้ 30. อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์การซึมตามรูเล็ก (Capillary Action) เกี่ยวกับระดับของเหลวในหลอดสูงหรือต่ำกว่าระดับของเหลวภายนอกหลอด					1	
31. อธิบายเกี่ยวกับความหนืดว่าเป็นอีกลักษณะหนึ่งของความเสียดทาน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสสารเคลื่อนที่ผ่านกัน หรือพยายามเคลื่อนที่ผ่านกันได้ 32. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุในของเหลวที่มีความหนืดได้		1				

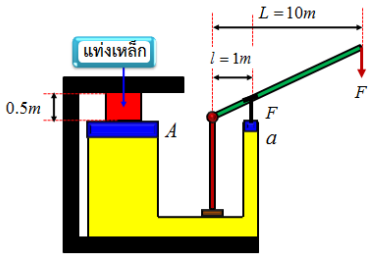
ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

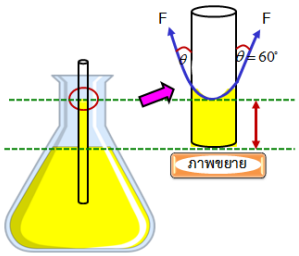
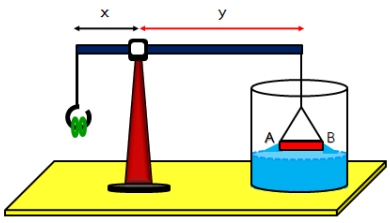
จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
33. ศึกษาและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของของเหลวได้ 34. ทดลองเรื่องความหนืดเพื่อหาค่าความเร็วปลายซึ่งเป็นค่าคงตัวและเป็นค่าสูงสุดของความเร็วของทรงกลมของแข็งที่เคลื่อนที่ในของไหลได้				1		
35. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับแรงต้านของของไหลที่กระทำต่อทรงกลมของแข็งจะแปรผันตรงกับความเร็วของทรงกลมได้				1		
36. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความหนืด และปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความหนืดได้					1	
37. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติได้ 38. อธิบายเส้นกระแสและหลอดการไหลได้				1		
39. วิเคราะห์หลอดการไหลและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จนสรุปเป็นสมการความต่อเนื่องและอัตราการไหลได้				1		
40. วิเคราะการเคลื่อนที่ของของไหลในท่อที่มีขนาดต่างกันและต่างระดับกัน แล้วสุปเป็นลักของแบร์นูลลีได้ 41. ใช้สมการแบร์นูลลีหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้				1		

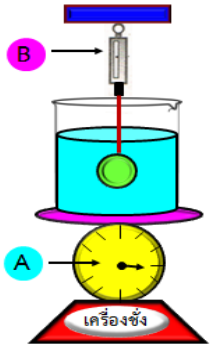
ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ในการออกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

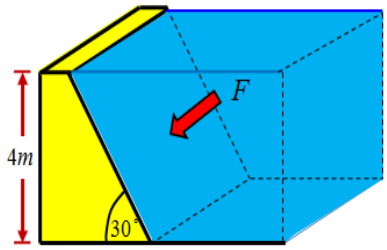
จุดประสงค์การเรียนรู้	พุทธพิสัย/จำนวนข้อสอบ					
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า
42. วิเคราะห์และสรุปได้ว่า อัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูเล็ก ๆ ที่ผนังด้านข้างของภาชนะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกอย่างอิสระจากที่สูงเท่ากัน และไม่ขึ้นกับชนิดของของเหลวได้				1		
43. นำความรู้เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี และสมการความต่อเนื่องไปอธิบายหลักการสร้างอุปกรณ์บางอย่างเพื่อใช้งานได้				1		

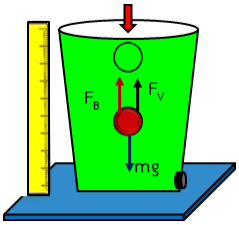
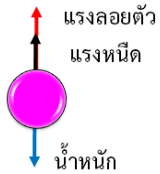
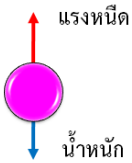
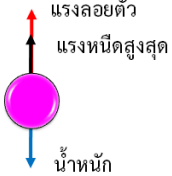
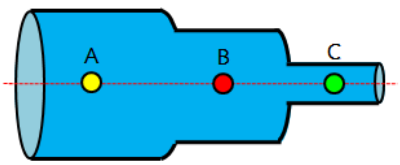
ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมการวัด

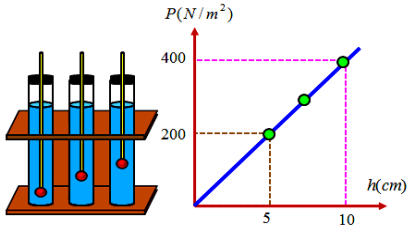
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
18. ออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม โดยใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องอัดไฮโดรลิกอย่างง่ายได้	1.จากรูปจงหาว่าแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จะหดสั้นเท่าไร เมื่อออกแรงกดที่คาน 1,000 นิวตัน เมื่อพื้นที่สูบยกและสูบอัดมีขนาด 10 และ 1 ตาราเซนติเมตร ตามลำดับ และเหล็กมีค่ายังก์มอดูลัส เท่ากับ $2x10^{11}$ นิวตันต่อตารางเมตร  ก. 0.20 เซนติเมตร ข. 0.25 เซนติเมตร ค. 0.30 เซนติเมตร ง. 0.35 เซนติเมตร	การสังเคราะห์ เฉลย ข						
29. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความโค้งของผิวของเหลว (โค้งเว้าและโค้งนูน) บริเวณที่สัมผัสผิวภาชนะ (Meniscus Effect) ได้	2. จากปรากฏการณ์ของหลอดขนาดเล็ก (Capillarity) จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลว ในหลอดแก้วซึ่งมีขนาดศูนย์กลางภายใน 0.02 มิลลิเมตร โดยของเหลวมีค่าความตึงผิว 0.04 นิวตันต่อเมตร เคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูง 100 เซนติเมตร มุมสัมผัสระหว่างของเหลวกับหลอดแก้วเท่ากับ 60 องศา	การสังเคราะห์ เฉลย ก						

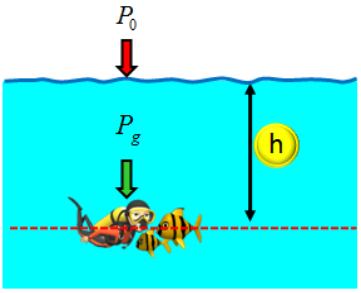
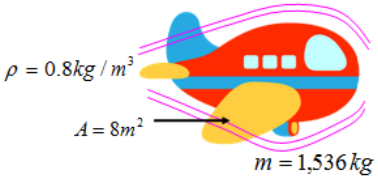
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
30. อธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์การซึมตามรูเล็ก (Capillary Action) เกี่ยวกับระดับของเหลวในหลอดสูงหรือต่ำกว่าระดับของเหลวภายนอกหลอด	 ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร							
25. วิเคราะห์ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงตึงผิว โดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้ 26. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงตึงผิวของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้ 27. ทดลองและคำนวณหาความตึงผิวของของเหลวแต่ละชนิดได้	3. แท่งโลหะ AB มวล 499 กรัม ยาว 20 เซนติเมตร กำลังจะหลุดจากผิวของของเหลวพอดี ด้วยมวล m เท่ากับ 1,000 กรัมและระบบคานดังรูป จงคำนวณหาค่าความตึงผิวของของเหลว ถ้า X และ Y เท่ากับ 0.1 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ  ก. 2.5×10^{-2} นิวตันต่อเมตร ข. 2.5×10^{-5} นิวตันต่อเมตร ค. 2.5×10^{1} นิวตันต่อเมตร ง. 2.5×10^{-1} นิวตันต่อเมตร	การนำไปใช้ เฉลย ก						

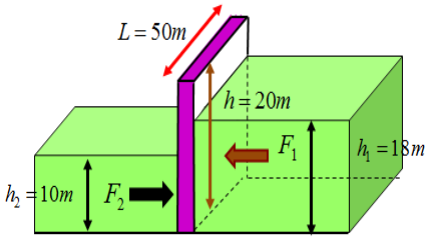
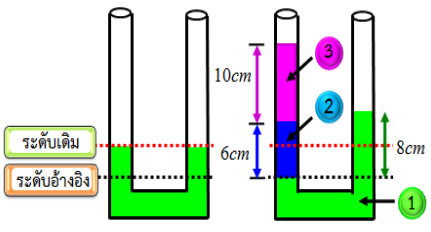
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
28. ทดลองและคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวโดยการชั่งวัตถุในของเหลวได้	4. ภาชนะใบหนึ่งบรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่จำนวนหนึ่ง วางภาชนะนี้บนตาชั่ง A ปรากฏว่าตาชั่งอ่านน้ำหนักได้ 10 นิวตัน ต่อมาเอาวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 0.6 กิโลกรัม แขวนด้วยตาชั่งสปริง B หย่อนลงในของเหลวนี้จนจมมิดในของเหลว แล้วของเหลวไม่ล้นออกมา จงหาว่า ขณะนี้ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร  ก. 11 นิวตัน ข. 7 นิวตัน ค. 6 นิวตัน ง. 4 นิวตัน	การนำไปใช้ เฉลย ค						

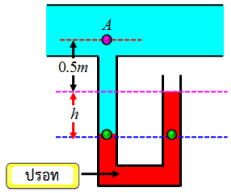
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
13. คำนวณหาแรงดันลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำได้	5. ฝายกั้นน้ำแห่งหนึ่งออกแบบไว้ดังรูป ซึ่งสันฝายยาว 5 เมตร เมื่อมีน้ำเต็มฝาย จงหาแรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย เมื่อความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  ก. $2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ข. $4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ค. $8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ง. $1x10^6$ นิวตันต่อตารางเมตร	การนำไปใช้ เฉลย ค						
35. อธิบายและทดลองเกี่ยวกับแรงต้านของของไหลที่กระทำต่อทรงกลม ของแข็งจะแปรผันตรงกับความเร็วของทรงกลมได้	6. เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กรัศมี 0.5 เซนติเมตร ให้ตกลงในกลีเซอรัลปรากฏว่าวัดความเร็วขั้นสุดท้ายได้ 0.077 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล กำหนดให้ความหนาแน่นของกลีเซอรัลและเหล็กมีค่า $1.26x10^3$ และ $7.86x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ	การวิเคราะห์ เฉลย ข						

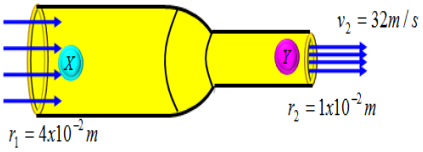
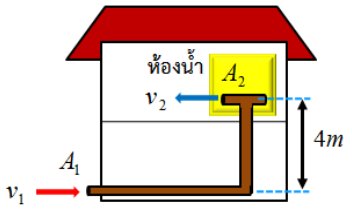
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	 ก. 3.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร ข. 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร ค. 5.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร ง. 6.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร							
36. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความหนืดและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับความหนืดได้	7. ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว รูปในข้อใดถูกต้อง ก.  ข.  ค.  	การสังเคราะห์ เฉลย ค						
37. อธิบายสมบัติของของไหลอุดมคติได้	8. น้ำไหลในท่อดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง 	การวิเคราะห์						

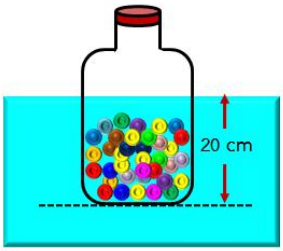
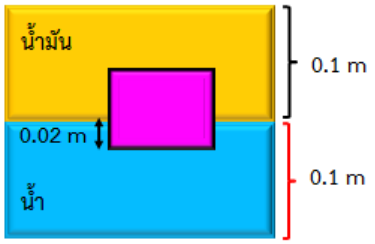
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
38. อธิบายเส้นกระแสและหลอดการไหลได้	ก. ความดันน้ำที่จุด $A = B = C$ ข. ความเร็วน้ำในท่อจุด $A = B = C$ ค. $V_A > V_B > V_C$ ง. $P_A > P_B > P_C$	เฉลย ง						
8. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกของของเหลวเมื่อความหนาแน่นคงตัว 9. ทดลองและเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของของเหลว เมื่อความลึกคงตัว	9. จากการทดลองใช้แมนนอมิเตอร์ วัดความดันของของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งบรรจุในภาชนะปิด โดยวัดความดันที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกได้ดังรูป จงหาความหนาแน่นของของเหลวนี้  ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ก						
10. อธิบายและออกแบบการทดลองโดยใช้หลักการทางฟิสิกส์เรื่องของไหล เพื่อนำความรู้ไป	10. นักประดาน้ำขณะอยู่ใต้ทะเลที่มีความหนาแน่น 1.025×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัดความดันสัมบูรณ์มีค่าเป็น 2.025 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่านักประดาน้ำดำลึกจากผิวเท่าใด	การนำไปใช้ เฉลย ข						

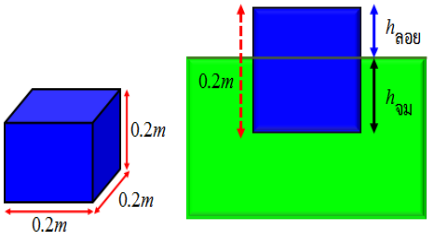
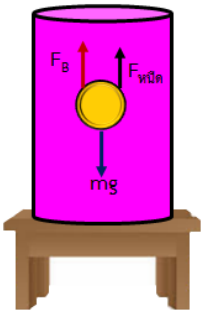
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	 ก. 5 เมตร ข. 10 เมตร ค. 12 เมตร ง. 15 เมตร							
40. วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของของไหลในท่อที่มีขนาดต่างกันและต่างระดับกัน แล้วสรุปเป็นลักของแบร์นูลลีได้ 41. ใช้สมการแบร์นูลลีหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้	11. เครื่องบินขับไล่และสัมภาระมีมวลรวม 1,536 กิโลกรัม โดยเครื่องบินดังกล่าวมีพื้นที่ปีกรวม 8 ตารางเมตร ถ้าขณะที่บินอากาศที่ไหลผ่านใต้ปีกเครื่องบินมีความเร็วเท่ากับความเร็วของเครื่องบิน และอากาศเหนือปีกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของใต้ปีกเครื่องบิน กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศมีค่าเท่ากับ 0.8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เครื่องบินจะต้องมีความเร็วกี่เมตรต่อวินาทีจึงจะบินอยู่ได้  ก. 20 เมตรต่อวินาที ข. 40 เมตรต่อวินาที ค. 48 เมตรต่อวินาที ง. 64 เมตรต่อวินาที	การวิเคราะห์ เฉลย ก						

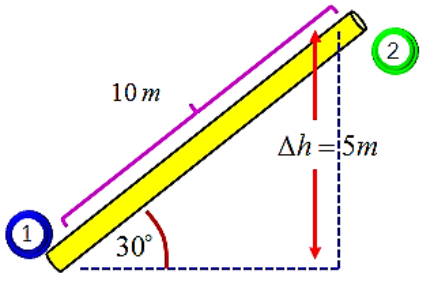
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
13. คำนวณหาแรงดันลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำได้	12. เขื่อนกั้นน้ำยาว 50 เมตร สูง 20 เมตร มีระดับน้ำใต้เขื่อนและเหนือเงื่อนลึก 10 เมตรและ 18 เมตร ตามลำดับ จงหาแรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อน  ก. 2.5x10^7 นิวตัน ข. 5.6x10^7 นิวตัน ค. 8.1x10^7 นิวตัน ง. 10.6x10^7 นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ข						
14. อธิบายความแตกต่างระหว่างหลอดแก้วรูปตัวยู (U-shaped glass tube) และหลอดแก้วรูปตัวเจ (J-shaped glass tube) โดยใช้หลักการทางฟิสิกส์ได้ 15. คำนวณหาตัวแปรต่าง ๆ ที่	13. ของเหลว 3 ชนิด อยู่ในสภาวะสมดุลในหลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 1 และของเหลวชนิดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 4.0x10 ^{3} และ 3.0x10 ^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่ากี่กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  	การวิเคราะห์ เฉลย ก						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
เกี่ยวข้องกับความดันของหลอดแก้วรูปตัวยูและหลอดแก้วรูปตัวเจตามสถานการณ์ที่กำหนดได้	ก. 1.4 x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 1.6 x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 1.8 x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 2.0 x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร							
7. วัดความดันในของเหลวที่ระดับความลึกต่าง ๆ โดยใช้แมนอมิเตอร์	14. ท่อน้ำมีแมนนอมิเตอร์รูปตัวยูต่ออยู่ข้างใต้ดังรูป เมื่อน้ำไหลไปตามท่อ พบว่าความดันเกจที่จุด A เท่ากับ 1.2x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่าปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูง h เป็นระยะเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของปรอทและน้ำเท่ากับ 13.6x10^5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ1x10^5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ  ก. 0.8 เมตร ข. 0.6 เมตร ค. 0.4 เมตร ง. 0.2 เมตร	การนำไปใช้ เฉลย ง						
39. วิเคราะห์หลอดการไหลและปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจนสรุปเป็นสมการความต่อเนื่องและอัตราการไหลได้	15. ต้องการฉีดน้ำตามแนวราบ ออกจากปลายท่อ Y ด้วยอัตราเร็ว 32 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้ความดันบริเวณท่อ X กี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดท่อ X และ Y ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ กำหนดความดันบรรยากาศเท่ากับ 1x10^5 นิวตันต่อตารางเมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ค						

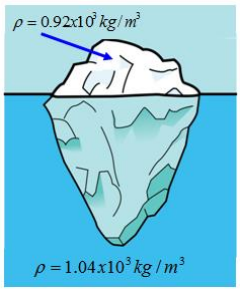
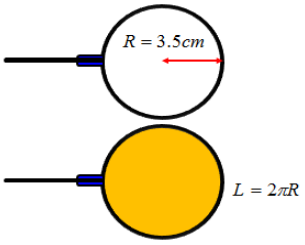
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	 ก. $4.8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ข. $5.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ค. $6.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ง. $8.0x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร							
42. วิเคราะห์และสรุปได้ว่า อัตราเร็วของของเหลวที่พุ่งออกจากรูเล็ก ๆ ที่ผนังด้านข้างของภาชนะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกอย่างอิสระจากที่สูงเท่ากัน และไม่ขึ้นกับชนิดของของเหลวได้	16. บ้านหลังหนึ่งต่อท่อประปาขึ้นไปชั้นบนในห้องน้ำดังรูป ความดันน้ำที่ท่อด้านล่างเท่ากับ $4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร มีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร (กำหนดให้รัศมีของท่อล่างและท่อบนเท่ากับ 2 และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ)  ก. $2.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ข. $2.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ค. $2.3x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร ง. $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ง						

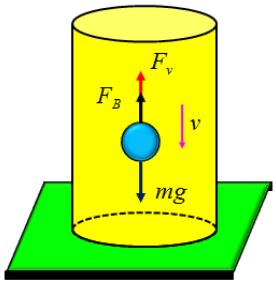
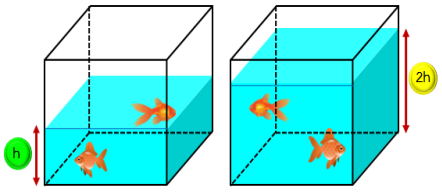
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
21. วิเคราะ คำนวณและแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับแรงพยุงและหลักอาร์คิมีดีสโดยสามารถหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้	17. ขวดใส่ลูกกวาดทรงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป จงคำนวณว่าขวดและลูกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับเท่าไร  ก. 780 กรัม ข. 1,180 กรัม ค. 1,460 กรัม ง. 1,571 กรัม	การนำไปใช้ เฉลย ง							
19. อธิบายแรงพยุงของของเหลว หลักอาร์คิมีดิสที่กระทำต่อวัตถุได้	18. แท่งไม้รูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 0.1 เมตร ลอยอยู่ระหว่างน้ำและน้ำมันดังรูป ขอบด้านล่างอยู่ต่ำกว่าผิวรอยต่อระหว่างน้ำมันและน้ำ 0.02 เมตร น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาน้ำหนักของไม้  ก. 4.5 นิวตัน ข. 6.8 นิวตัน ค. 8.4 นิวตัน ง. 10.2 นิวตัน	การสังเคราะห์ เฉลย ข							

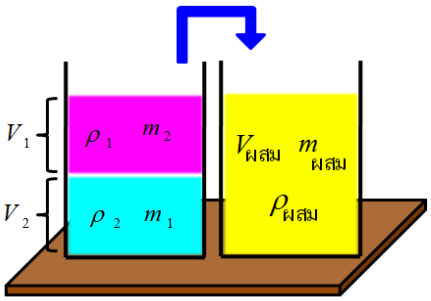
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
20. อธิบายความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นของของเหลวและปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลวที่มีผลต่อแรงพยุงได้	19. วัตถุรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ความหนาแน่น 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในของเหลวที่บรรจุในภาชนะหนึ่ง ถ้าผิวบนของวัตถุอยู่ในแนวระดับ จงหาว่าผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลวเท่าใด กำหนดให้ ความหนาแน่นของของเหลว เท่ากับ 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร  ก. 8 เซนติเมตร ข. 6 เซนติเมตร ค. 4 เซนติเมตร ง. 2 เซนติเมตร	การวิเคราะห์ เฉลย ก						
31. อธิบายเกี่ยวกับความหนืดว่าเป็นอีกลักษณะหนึ่งของความเสียดทาน ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสสารเคลื่อนที่ผ่านกันหรือพยายามเคลื่อนที่ผ่านกันได้	22. หย่อนลูกปืนลงในกระบอกตวงที่บรรจุน้ำมันไว้เต็ม จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้  	ความเข้าใจ เฉลย ง					

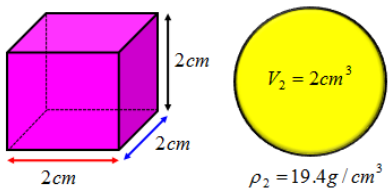
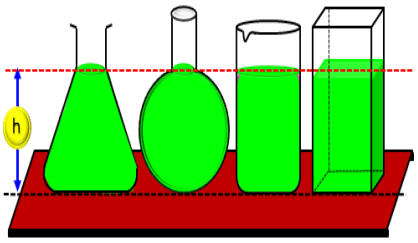
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
32. อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุในของเหลวที่มีความหนืดได้	1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่ 2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมันอัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น 3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน 4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. ข้อ 1 , 2 , 3 ข. ข้อ 2,3,4 ค. ข้อ 1,2,4 ง. ข้อ 1,3,4							
43. นำความรู้เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี และสมการความต่อเนื่องไปอธิบายหลักการสร้างอุปกรณ์บางอย่างเพื่อใช้งานได้	21. ท่อสม่ำเสมอวางทำมุม 30 องศากับแนวระดับ มีของเหลวชนิดไหลผ่าน พบว่าผลต่างของความดันของของเหลวที่ตำแหน่งห่างกัน 10 เมตร ตามความยาวของท่อมีค่า 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาค่าความหนาแน่นของของเหลว  	การวิเคราะห์ เฉลย ข						

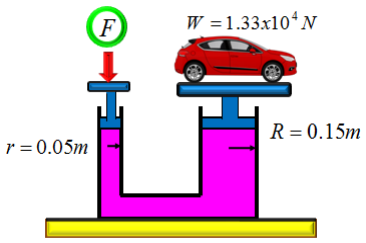
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	ก. 0.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ข. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค. 462 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร							
5. อธิบายความดันในของเหลวและความสัมพันธ์ระหว่างความดันในของเหลว ความหนาแน่น ความลึกของของเหลว และความเร่งโน้มถ่วงของโลกได้	22 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ 1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ 2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว 3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว 4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ ข้อความที่กล่าวถูกต้องคือ ก. 1 2 และ 3 ข. 1 และ 4 ค. 2 และ 3 ง. ถูกทุกข้อ	ความรู้ความจำ เฉลย ค						
22. ทดลองและสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับแรงพยุงของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุได้	23. น้ำแข็งมีความหนาแน่น 0.92×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในน้ำทะเลที่มีความหนาแน่น 1.04×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาว่าน้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์	การสังเคราะห์ เฉลย ค						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
	 ก. 86.9 เปอร์เซ็นต์ ข. 87.7 เปอร์เซ็นต์ ค. 88.5 เปอร์เซ็นต์ ง. 89.0 เปอร์เซ็นต์							
23. อธิบายแรงตึงผิวและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแรงตึงผิวได้ 24. อธิบายความสัมพันธ์ของความยาวผิววัตถุที่สัมผัสผิวของเหลวและความตึงผิวของของเหลวที่มีผลต่อแรงตึงผิวได้	24. จากการทดลองศึกษาแรงตึงผิว โดยนำลวดโลหะที่ขึ้นรูปเป็นวงกลมรัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำสบู่ที่มีความตึง0.025 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาแรงตึงผิวมีค่ากีนิวตัน  ก. $11x10^{-2}$ นิวตัน ข. $11x10^{-3}$ นิวตัน ค. $5.5x10^{-2}$ นิวตัน ง. $5.5x10^{-3}$ นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ง						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
33. ศึกษาและคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความหนืดของของเหลวได้ 34. ทดลองเรื่องความหนืดเพื่อหาค่าความเร็วปลายซึ่งเป็นค่าคงตัวและเป็นค่าสูงสุดของความเร็วของทรงกลมของแข็งที่เคลื่อนที่ในของไหลได้	25. ทิ้งลูกกลมโลหะลงในของเหลวชนิดหนึ่ง โดยที่ลูกกลมโลหะมีมวล 15 กรัม มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ถ้าของเหลวมีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงคำนวณหาแรงหนืดสูงสุดของของเหลว  ก. 0.12 นิวตัน ข. 0.13 นิวตัน ค. 0.14 นิวตัน ง. 0.15 นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ข						
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและแรงดันในของไหลได้ 12. คำนวณหาแรงดันที่กระทำต่อก้นภาชนะและแรงดันที่กระทำต่อผนังด้านข้างของภาชนะได้	26. ถ้าระดับน้ำในตู้ปลารูปสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าแรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อดานข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า  ก. 8 ข. 6 ค. 4 ง. 2	การวิเคราะห์ เฉลย ค						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
3. คำนวณหาความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมของของเหลวต่าง ๆ ได้ 4. ระบุการเรียงลำดับชั้นของของเหลว ตามสถานการณ์ที่กำหนดได้	27. สารชนิดที่1 มีความหนาแน่น 6x10^2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรจำนวน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารชนิดที่ 2 จำนวน 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของผสมนี้มีความหนาแน่น 12x10^2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าสารทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน จงหาว่าสารชนิดที่ 2 มีมวลเท่าไร  ก. 5.2 กิโลกรัม ข. 6.8 กิโลกรัม ค. 7.5 กิโลกรัม ง. 8.4 กิโลกรัม	การวิเคราะห์ เฉลย ง						
1. อธิบายความหมายของความหนาแน่น ความหนาแน่นสัมพัทธ์และความหนาแน่นของสารผสมได้	28. โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะมีมวลเท่ากับก้อนทองซึ่งปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทองมีความหนาแน่น 19.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าโลหะมีความหนาแน่นเท่าไร	การนำไปใช้ เฉลย ก						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น มวลและปริมาตรได้	 ก. 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ข. 5.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ค. 8.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ง. 9.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร							
6. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันเกจ ความดันบรรยากาศ และความดันสัมบูรณ์ในของเหลวได้	19. ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกันโดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากันปริมาณใดต่อไปนี้อาจมีค่าไม่เท่ากัน  ก. น้ำหนักของน้ำ ข. แรงดันน้ำที่ก้น ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ	ความเข้าใจ เฉลย ข						

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	พฤติกรรมการวัด	ความสอดคล้องระหว่าง					
			ข้อสอบกับพฤติกรรม			ข้อสอบกับจุดประสงค์		
			+1	0	-1	+1	0	-1
16. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องวัดความดันชนิดต่าง ๆ และหลักการของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดันได้ 17. อธิบายกฎของพาสคัล และใช้กฎพาสคัลเพื่ออธิบายหลักการทำงานของเครื่องอัดไฮโดรลิกได้	30. เครื่องยกรถยนต์ในสถานีบริการแห่งหนึ่งประกอบด้วยแรงดันที่ใช้อากาศบนลูกสูบเล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดที่มีรัศมี 5.0 เซนติเมตร ความดันถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกสูบใหญ่ที่มีรัศมี 15.0 เซนติเมตร จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน เพื่อที่จะยกรถหนัก 13,300 นิวตัน  ก. $1.48x10^3$ นิวตัน ข. $1.84x10^3$ นิวตัน ค. $2.25x10^3$ นิวตัน ง. $2.75x10^3$ นิวตัน	การวิเคราะห์ เฉลย ก						

วัดความคงทนในการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มี 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค ง
2. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 60 นาที
3. อ่านคำถามให้เข้าใจ แล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อสอบในแต่ละข้อ
4. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเครื่องหมาย = ทับเครื่องหมายกากบาท (X) แล้วเลือกคำตอบที่ต้องการ
5. ส่งแบบทดสอบและกระดาษคำตอบคืนภายในเวลาที่กำหนด

ตัวอย่าง

1) ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   - ค. ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์
   - ข. หน่วยของงานคือนิวตันต่อลูกบาศก์เมตร
   - ค. แรงดันคืออัตราส่วนระหว่างความดันกับพื้นที่รองรับ
   - ง. ความดันมีทิศทางตั้งฉากกับพื้นผิวสัมผัส

กระดาษคำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			

การเปลี่ยนแปลงคำตอบ ให้ทำดังนี้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X			=X=

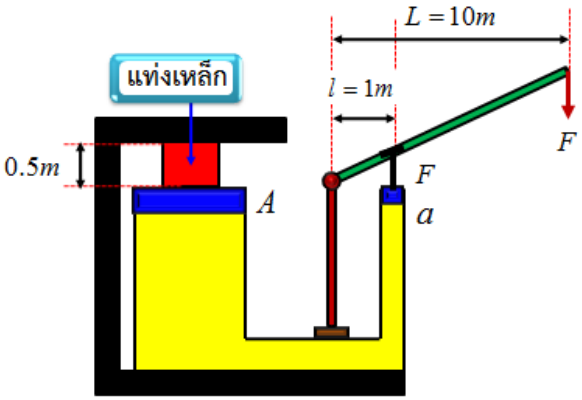
1. จากรูปจงหาว่าแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จะหดสั้นเท่าไร เมื่อออกแรงกดที่คาน 1,000 นิวตัน เมื่อพื้นที่สูบยกและสูบอัดมีขนาด 10 และ 1 ตาราเซนติเมตร ตามลำดับ และเหล็กมีค่ายังก์มอดูลัส เท่ากับ $2x10^{11}$ นิวตันต่อตารางเมตร

ก. 0.20 เซนติเมตร

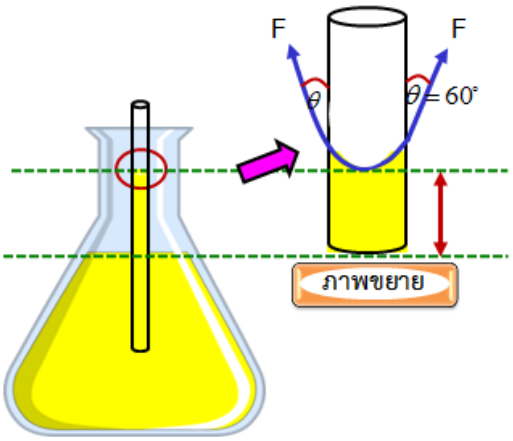
ข. 0.25 เซนติเมตร

ค. 0.30 เซนติเมตร

ง. 0.35 เซนติเมตร



2. จากปรากฏการณ์ของหลอดขนาดเล็ก (Capillarity) จงคำนวณหาความหนาแน่นของของเหลวในหลอดแก้วซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.02 มิลลิเมตร โดยของเหลวมีค่าความตึงผิว 0.04 นิวตันต่อเมตร เคลื่อนที่ขึ้นไปได้สูง 100 เซนติเมตร มุมสัมผัสระหว่างของเหลวกับหลอดแก้วเท่ากับ 60 องศา



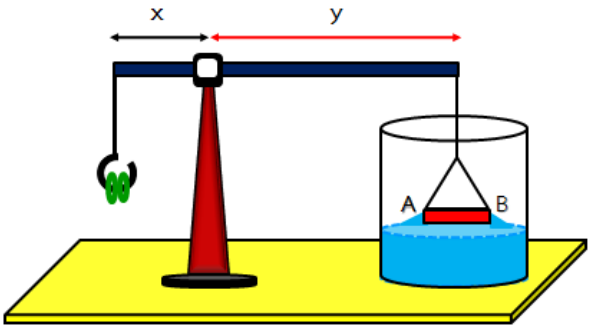
ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 650 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 700 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3. แท่งโลหะ AB มวล 499 กรัม ยาว 20 เซนติเมตร กำลังจะหลุดจากผิวของของเหลวพอดี ด้วยมวล m เท่ากับ 1,000 กรัมและระบบคานดังรูป จงคำนวณหาค่าความตึงผิวของของเหลว ถ้า X และ Y เท่ากับ 0.1 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ



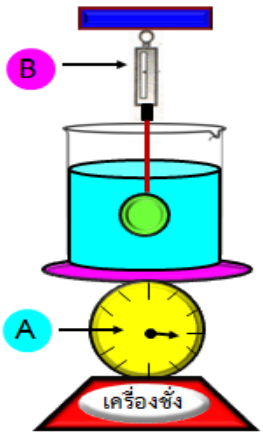
ก. 2.5×10^{-2} นิวตันต่อเมตร

ข. 2.5×10^{-5} นิวตันต่อเมตร

ค. 2.5×10^{1} นิวตันต่อเมตร

ง. 2.5×10^{-1} นิวตันต่อเมตร

4. ภาชนะใบหนึ่งบรรจุของเหลวที่มีความหนาแน่น 2×10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่จำนวนหนึ่ง วางภาชนะนี้บนตาชั่ง A ปรากฏว่าตาชั่งอ่านน้ำหนักได้ 10 นิวตัน ต่อมาเอาวัตถุก้อนหนึ่งซึ่งมีปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 0.6 กิโลกรัม แขวนด้วยตาชั่งสปริง B หย่อนลงในของเหลวนี้จนจมมิดในของเหลว แล้วของเหลวไม่ล้นออกมา จงหาว่า ขณะนี้ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร



ก. 11 นิวตัน

ข. 7 นิวตัน

ค. 6 นิวตัน

ง. 4 นิวตัน

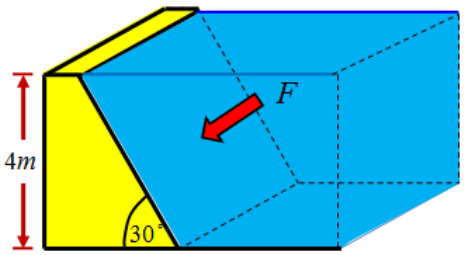
5. ฝายกั้นน้ำแห่งหนึ่งออกแบบไว้ดังรูป ซึ่งสันฝายยาว 5 เมตร เมื่อมีน้ำเต็มฝาย จงหาแรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย เมื่อความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก. 2×10^{5} นิวตันต่อตารางเมตร

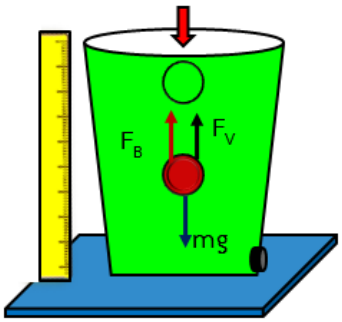
ข. 4×10^{5} นิวตันต่อตารางเมตร

ค. 8×10^{5} นิวตันต่อตารางเมตร

ง. 1×10^{6} นิวตันต่อตารางเมตร

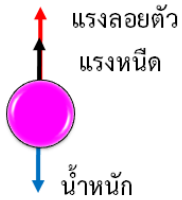


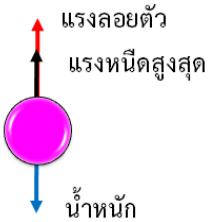
6. เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กรัศมี 0.5 เซนติเมตร ให้ตกลงในกลีเซอรัลปรากฏว่าวัดความเร็วขั้นสุดท้ายได้ 0.077 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล กำหนดให้ความหนาแน่นของกลีเซอรัลและเหล็กมีค่า 1.26 x10 ^{3} และ 7.86 x 10 ^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

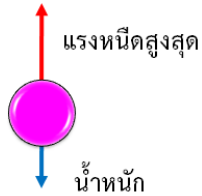


ก. 3.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร
ข. 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร
ค. 5.67 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร
ง. 6.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

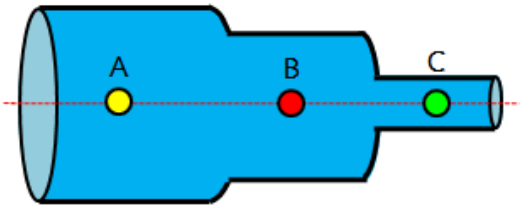
7. ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว รูปในข้อใดถูกต้อง

ก.


ค.


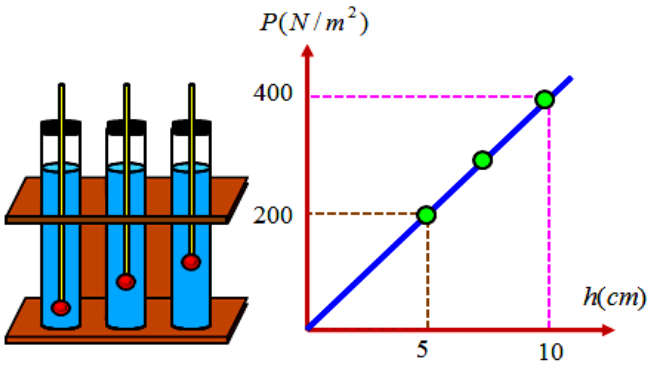
ง.


8 น้ำไหลในท่อดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



ก. ความดันน้ำที่จุด $A = B = C$
ข. ความเร็วน้ำในท่อจุด $A = B = C$
ค. $V_A > V_B > V_C$
ง. $P_A > P_B > P_C$

9. จากการทดลองใช้แมนนอมิเตอร์ วัดความดันของของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งบรรจุในภาชนะปิด โดยวัดความดันที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกได้ดังรูป จงหาความหนาแน่นของของเหลวนี้



ก. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

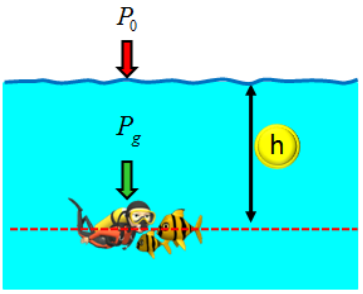
10. นักประดาน้ำขณะอยู่ใต้ทะเลที่มีความหนาแน่น 1.025×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัดความดันสัมบูรณ์มีค่าเป็น 2.025 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่านักประดาน้ำดำลึกจากผิวเท่าใด

ก. 5 เมตร

ข. 10 เมตร

ค. 12 เมตร

ง. 15 เมตร



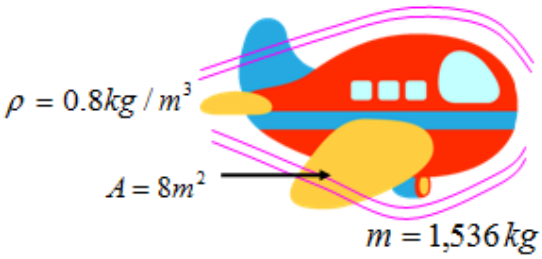
11. เครื่องบินขับไล่และสัมภาระมีมวลรวม 1,536 กิโลกรัม โดยเครื่องบินดังกล่าวมีพื้นที่ปีกรวม 8 ตารางเมตร ถ้าขณะที่บินอากาศที่ไหลผ่านใต้ปีกเครื่องบินมีความเร็วเท่ากับความเร็วของเครื่องบิน และอากาศเหนือปีกมีความเร็วเป็น 2 เท่าของใต้ปีกเครื่องบิน กำหนดให้ความหนาแน่นของอากาศมีค่าเท่ากับ 0.8 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เครื่องบินจะต้องมีความเร็วกี่เมตรต่อวินาทีจึงจะบินอยู่ได้

ก. 20 เมตรต่อวินาที

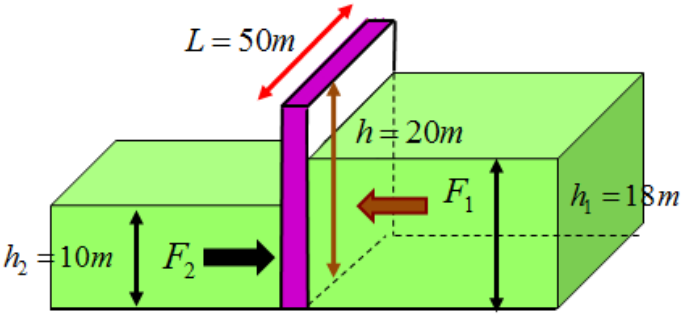
ข. 40 เมตรต่อวินาที

ค. 48 เมตรต่อวินาที

ง. 64 เมตรต่อวินาที



12. เขื่อนกั้นน้ำยาว 50 เมตร สูง 20 เมตร มีระดับน้ำใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนลึก 10 เมตร และ 18 เมตร ตามลำดับ จงหาแรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อน



ก. 2.5×10^7 นิวตัน

ข. 5.6×10^7 นิวตัน

ค. 8.1×10^7 นิวตัน

ง. 10.6×10^7 นิวตัน

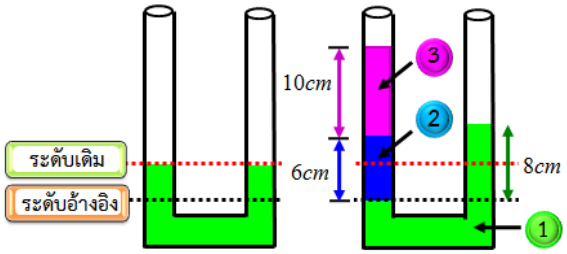
13. ของเหลว 3 ชนิด อยู่ในสภาวะสมดุลในหลอดแก้วรูปตัวยู ดังรูป ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 1 และ ของเหลวชนิดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 4.0×10^3 และ 3.0×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่ากี่กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ก. 1.4×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 1.6×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 1.8×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 2.0×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



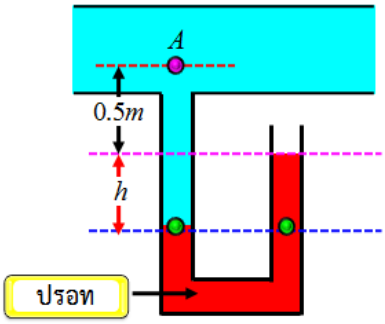
14. ท่อน้ำมีแมนนอมิเตอร์รูปตัวยูต่ออยู่ด้านล่างดังรูป เมื่อน้ำไหลไปตามท่อ พบว่าความดันเกจที่จุด A เท่ากับ 1.2×10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่าปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูง h เป็นระยะเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของปรอทและน้ำเท่ากับ 13.6×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 1×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ก. 0.8 เมตร

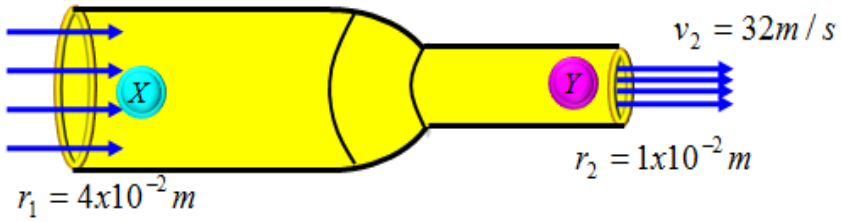
ข. 0.6 เมตร

ค. 0.4 เมตร

ง. 0.2 เมตร



15. ต้องการฉีดน้ำตามแนวราบ ออกจากปลายท่อ Y ด้วยอัตราเร็ว 32 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้ความดันบริเวณท่อ X กี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดท่อ X และ Y ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ กำหนดความดันบรรยากาศเท่ากับ $1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร



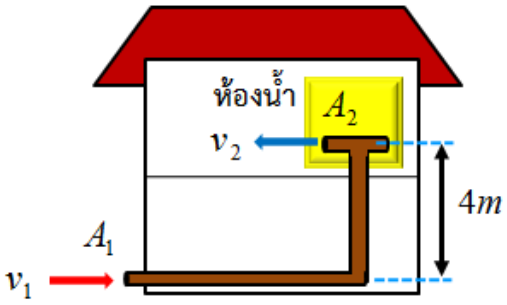
ก. $4.8x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข. $5.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ค. $6.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ง. $8.0x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

16. บ้านหลังหนึ่งต่อท่อประปาขึ้นไปชั้นบนในห้องน้ำดังรูป ความดันน้ำที่ท่อด้านล่างเท่ากับ $4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร มีอัตราเร็ว 4 เมตรต่อวินาที อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร (กำหนดให้รัศมีของท่อล่างและท่อบนเท่ากับ 2 และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ)



ก. $2.1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข. $2.2x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ค. $2.3x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ง. $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

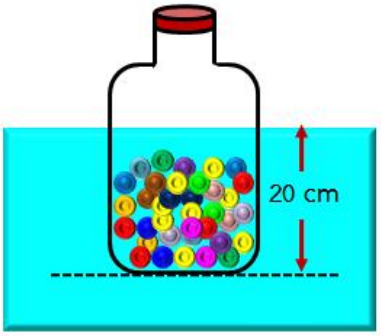
17. ขวดใส่ลูกกวาดทรงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป จงคำนวณว่าขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับเท่าไร

ก. 780 กรัม

ข. 1,180 กรัม

ค. 1,460 กรัม

ง. 1,571 กรัม



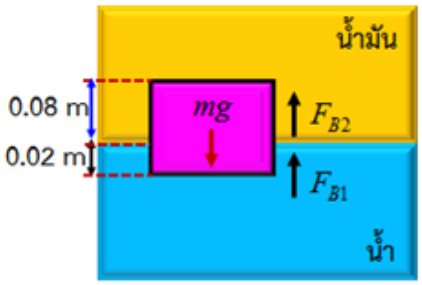
18. แท่งไม้รูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 0.1 เมตร ลอยอยู่ระหว่างน้ำและน้ำมัน ดังรูป ขอบด้านล่างอยู่ต่ำกว่าผิวรอยต่อระหว่างน้ำมันและน้ำ 0.02 เมตร น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาน้ำหนักของไม้

ก. 4.5 นิวตัน

ข. 6.8 นิวตัน

ค. 8.4 นิวตัน

ง. 10.2 นิวตัน



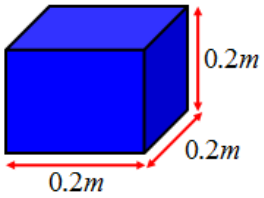
19. วัตถุรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 20 เซนติเมตร ความหนาแน่น 1,200 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในของเหลวที่บรรจุในภาชนะหนึ่ง ถ้าผิวบนของวัตถุอยู่ในแนวระดับ จงหาว่าผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลวเท่าใด กำหนดให้ความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับ 2,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

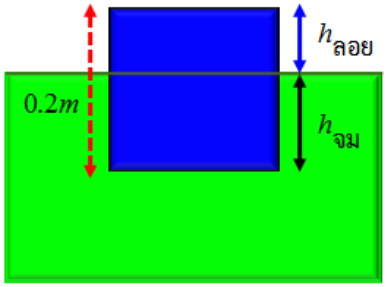
ก. 8 เซนติเมตร

ข. 6 เซนติเมตร

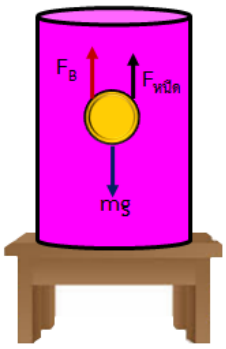
ค. 4 เซนติเมตร

ง. 2 เซนติเมตร





20. หย่อนลูกปืนลงในกระบอกตวงที่บรรจุน้ำมันไว้เต็ม จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้



1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่
2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น
3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน
4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น

ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ข้อ 1 , 2 , 3 ข. ข้อ 2 , 3 , 4 ค. ข้อ 1 , 2 , 4 ง. ข้อ 1 , 3 , 4

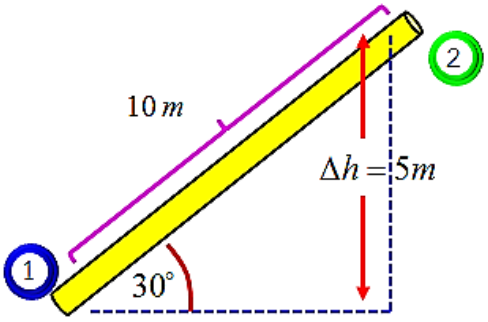
21. ท่อสม่ำเสมอวางทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ มีของเหลวชนิดไหลผ่าน พบว่าผลต่างของความดันของของเหลวที่ตำแหน่งห่างกัน 10 เมตร ตามความยาวของท่อมีค่า 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาค่าความหนาแน่นของของเหลว

ก. 0.4 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข. 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค. 462 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ง. 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



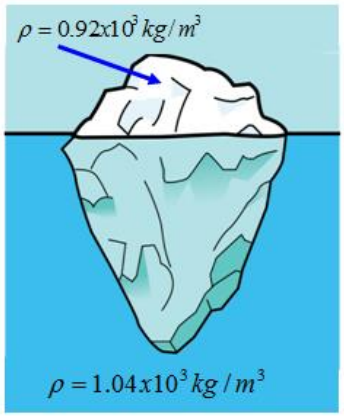
22. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ
2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว
3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว
4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ข้อความที่กล่าวถูกต้องคือ

ก. 1 2 และ 3 ข. 1 และ 4 ค. 2 และ 3 ง. ถูกทุกข้อ

23. น้ำแข็งมีความหนาแน่น 0.92x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลอยอยู่ในน้ำทะเลที่มี ความหนาแน่น 1.04x10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาว่าน้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์



ก. 86.9 เปอร์เซ็นต์

ข. 87.7 เปอร์เซ็นต์

ค. 88.5 เปอร์เซ็นต์

ง. 89.0 เปอร์เซ็นต์

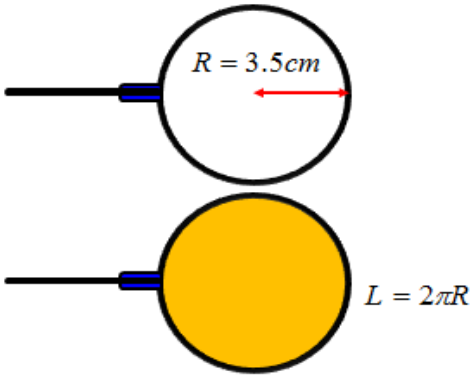
24. จากการทดลองศึกษาแรงตึงผิว โดยนำลวดโลหะที่ขึ้นรูปเป็นวงกลมรัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำสบู่ที่มีความตึงผิวเท่ากับ 0.025 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาแรงตึงผิวมีค่ากี่นิวตัน

ก. 11×10^{-2} นิวตัน

ข. 11×10^{-3} นิวตัน

ค. 5.5×10^{-2} นิวตัน

ง. 5.5×10^{-3} นิวตัน



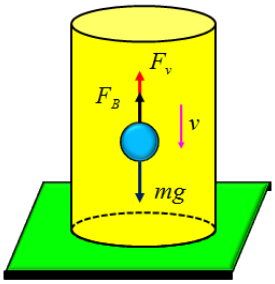
25. ทิ้งลูกกลมโลหะลงในของเหลวชนิดหนึ่ง โดยที่ลูกกลมโลหะมีมวล 15 กรัม มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ถ้าของเหลวมีความหนาแน่น 2×10^{3} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงคำนวณหาแรงหนืดสูงสุดของของเหลว

ก. 0.12 นิวตัน

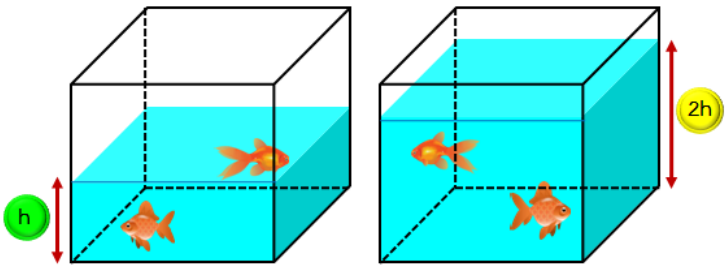
ข. 0.13 นิวตัน

ค. 0.14 นิวตัน

ง. 0.15 นิวตัน



26. ถ้าระดับน้ำในตู้ปลารูปสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า



ก. 8

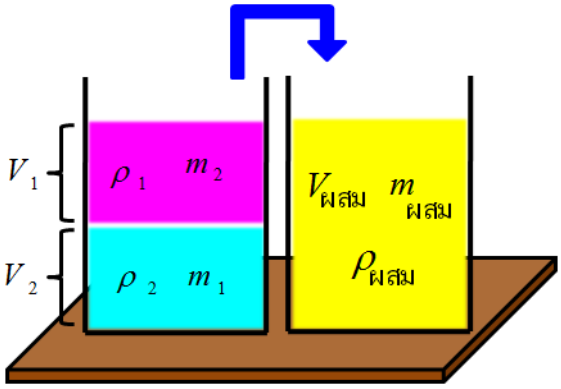
ข. 6

ค. 4

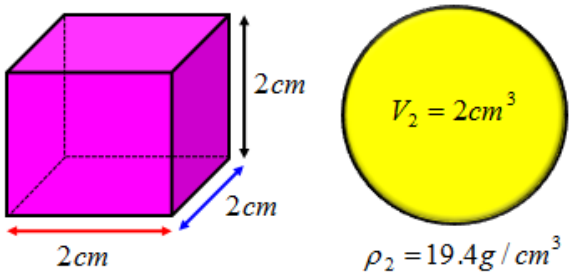
ง. 2

27. สารชนิดที่ 1 มีความหนาแน่น 6x10 ^{2} กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จำนวน 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ผสมกับสารชนิดที่ 2 จำนวน 4,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ของผสมนี้มีความหนาแน่น 12x10^2 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ถ้าสารทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน จงหาว่าสารชนิดที่ 2 มีมวลเท่าไร

ก. 5.2 กิโลกรัม
ข. 6.8 กิโลกรัม
ค. 7.5 กิโลกรัม
ง. 8.4 กิโลกรัม

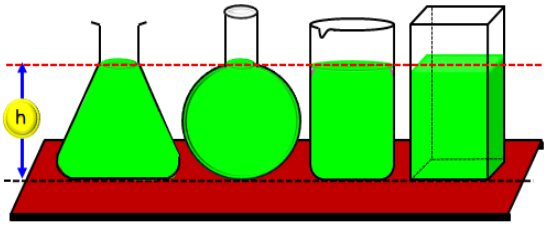


28. โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะมีมวลเท่ากับก้อนทองซึ่งปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทองมีความหนาแน่น 19.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าโลหะมีความหนาแน่นเท่าไร



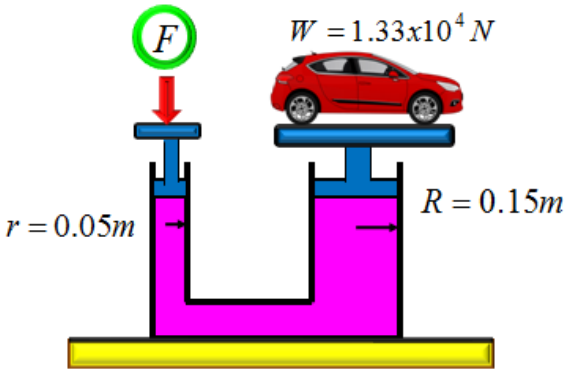
ก. 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ข. 5.58 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ค. 8.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร
ง. 9.54 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

29. ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกันโดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากันปริมาณใดต่อไปนี้อาจมีค่าไม่เท่ากัน



ก. น้ำหนักของน้ำ
ข. แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ
ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ
ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

30. เครื่องยกรถยนต์ในสถานีบริการแห่งหนึ่งประกอบด้วยแรงดันที่ใช้อากาศบนลูกสูบเล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดรัศมี 5.0 เซนติเมตร ความดันถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกสูบใหญ่ที่มีรัศมี 15.0 เซนติเมตร จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน เพื่อที่จะยกรถหนัก 13,300 นิวตัน



ก. $1.48x10^3$ นิวตัน

ข. $1.84x10^3$ นิวตัน

ค. $2.25x10^3$ นิวตัน

ง. $2.75x10^3$ นิวตัน

เฉลย แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1	ข	16	ง
2	ก	17	ง
3	ก	18	ข
4	ค	19	ก
5	ค	20	ง
6	ข	21	ข
7	ค	22	ค
8	ง	23	ค
9	ก	24	ง
10	ข	25	ง
11	ก	26	ค
12	ข	27	ง
13	ก	28	ก
14	ง	29	ข
15	ค	30	ก

ข้อที่ 1 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $A = 1\ m^2\ F = 1{,}000\ N\ A = 10x10^{-4}\ m^2$ และ $a = 1x10^{-4}\ m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แท่งเหล็กจะหดสั้นเท่าไร

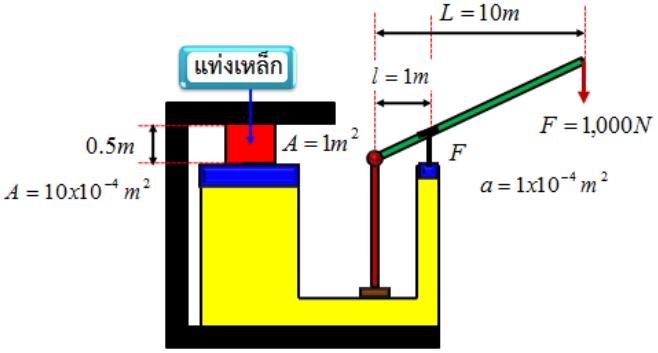
พิจารณาหลักการของโมเมนต์

$$\Sigma M_1 = \Sigma M_2$$

$$Fx10 = Fx1$$

$$1{,}000x10 = Fx1$$

$$F = 10^4 N$$



และจากความสัมพันธ์

$$\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$$

$$\frac{W}{10} = \frac{10^4}{1}$$

$$W = 10^5 N$$

พิจารณาค่ายังก์มอดูลัส

$$Y = \frac{FL}{A\Delta L}$$

$$\Delta L = \frac{FL}{AY}$$

$$\Delta L = \frac{(10^5)(0.5)}{(2x10^{11})(1x10^{-4})}$$

$$\Delta L = 0.0025m$$

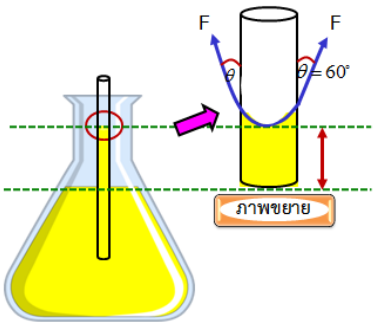
$$\Delta L = 0.25cm$$

ตอบ แท่งเหล็ก จะหดสั้น 0.25 เซนติเมตร

ข้อที่ 2 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $D = 0.02x10^{-3}\ m\ \ \gamma = 0.04\ N/m\ h = 1\ m$ และ $\theta = 60°$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ค่าความหนาแน่นของของเหลวในหลอดแก้ว



จากสมการ $h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho r g}$

$$\rho = \frac{2\gamma \cos\theta}{rgh}$$

$$\rho = \frac{2(0.04)(0.5)}{(1x10^{-4})(10)(1)}$$

$$\rho = \frac{4x10^{-2}}{1x10^{-4}}$$

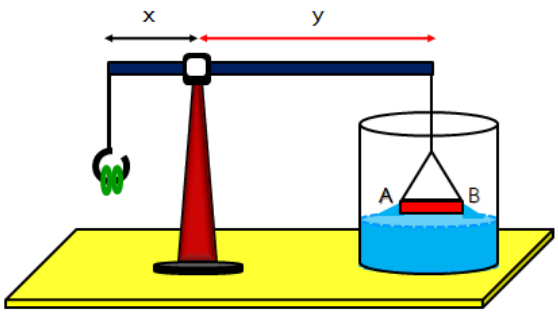
$$\rho = 400 \text{kg/m}^3$$

ตอบ ของเหลวมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 3 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\Delta m = 0.501\text{kg}$ $x = 0.1\text{m}$ $y = 0.05\text{m}$ $l = 0.2\text{m}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความตึงของของเหลว



อ้างหลักการจากโมเมนต์

โมเมนต์ตาม = โมเมนต์ทวน

$$\Delta mg(x) = F(y)$$

$$\Delta mg(x) = \gamma L(y)$$

$$\Delta mg(x) = \gamma(2l)(y)$$

$$(0.501)(10)(0.1) = \gamma(2)(0.2)(0.5)$$

$$\gamma = 2.5x10^{-2}N/m$$

ตอบ ความตึงของของเหลวมีค่าเท่ากับ $2.5x10^{-2}$ นิวตันต่อเมตร

ข้อที่ 4 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{วัตถุ} = 2x10^3\ kg/m^3\ \ mg_{ภาชนะ} + mg_{เหลว} = 10\ N$

$v_{วัตถุ} = 50\ cm^3$ *และ* $m_{วัตถุ} = 0.6\ kg$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่าไร

จากสมการ ตาชั่งสปริง B $T = mg - F_B$

$$T = 0.6(10) - (2x10^3)(50x10^{-6})(10)$$

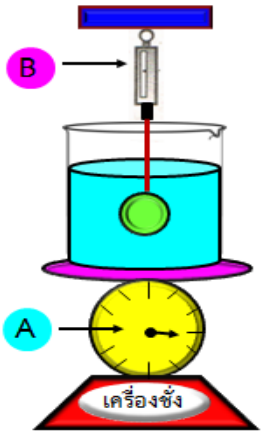
$$T = 6 - 1$$

$$T = 5N$$

จากสมการ ตาชั่งสปริง A $N = mg_1 + mg_2 + mg_3 - T$

$$N = 10 + (0.6)(10) - 5$$

$$N = 11$$



ตอบ ตาชั่ง A และ B จะอ่านน้ำหนักได้ต่างกันเท่ากับ 6 นิวตัน

ข้อที่ 5 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 10^3\ kg/m^3\ \ L = 5\ m\ h = 4\ m$ และ $\theta = 30°$

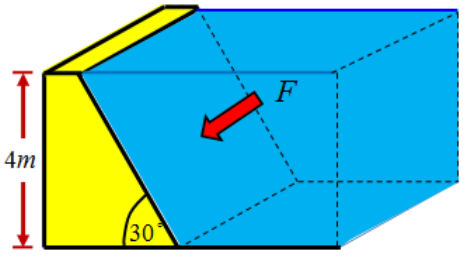
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย

จากสมการ $F = \frac{1}{2}\rho gL\frac{h^2}{\sin\theta}$

$$F = \frac{1}{2}(10^3)(10)(5)\frac{16}{0.5}$$

$$F = 16x5x10^4$$

$$F = 8x10^5N$$



ตอบ แรงดันน้ำที่กระทำหน้าฝาย $8x10^5$ นิวตัน

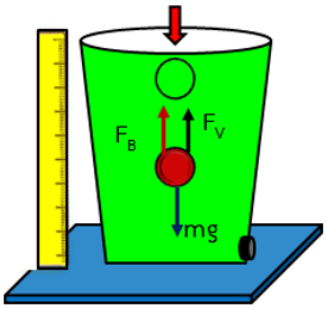
ข้อที่ 6 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{วัตถุ} = 7.68x10^3\ kg/m^3$ $r = 5x10^{-3}\ m$ $\rho_{เหลว} = 1.26x10^3\ kg/m^3$

$v = 0.077 m/s$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล

จาก $$v = \frac{2}{9}\frac{r^2 g}{\eta}(\rho_{วัตถุ} - \rho_{เหลว})$$



$$\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2 g}{v}(\rho_{วัตถุ} - \rho_{เหลว})$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{(5x10^{-3})^2(10)}{0.077}(7.68x10^3 - 1.26x10^3)$$

$$\eta = \frac{2}{9}\frac{x25x10^{-6}(10)}{0.077}(6.42x10^{-2})$$

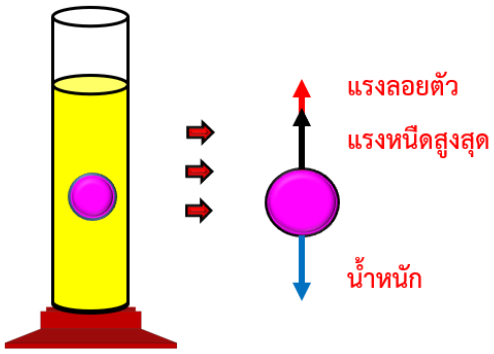
จะได้ $\eta = 4.63 N.s/m^2$

ตอบ สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล 4.63 นิวตัน.วินาทีต่อตารางเมตร

ข้อที่ 7 เฉลย ค

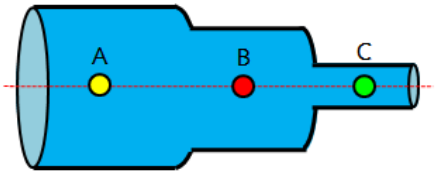
สิ่งที่โจทย์กำหนด ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แผนภาพอิสระแสดงแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะ



ตอบ ค คือแผนภาพอิสระแสดงแรงกระทำต่อลูกกลมโลหะที่ถูกต้อง

ข้อที่ 8 เฉลย ง



จากสมการ อัตราการ $Q = Av$ จะได้ว่า $A\alpha\frac{1}{v}$ พื้นที่หน้าตัดใหญ่ ส่งผลให้ความเร็วของของไหลที่ไหลบริเวณนั้นมีค่าน้อย $A_A > A_B > A_C$ ดังนั้น $v_A < v_B < v_C$

จากสมการแบร์นูลลี $P\alpha\frac{1}{v}$ จะได้ว่า ส่งผลให้ความเร็วของของไหลที่ไหลบริเวณนั้นมีค่าน้อย $v_A < v_B < v_C$ ดังนั้น $P_A > P_B > P_C$

ข้อที่ 9 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด กำหนดคู่อันดับในกราฟจากความสัมพันธ์ระหว่างความดันและระดับความลึก (0.05 , 200) และ (01.0 , 400)

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของของเหลว

จากสมการ $P = \rho gh$

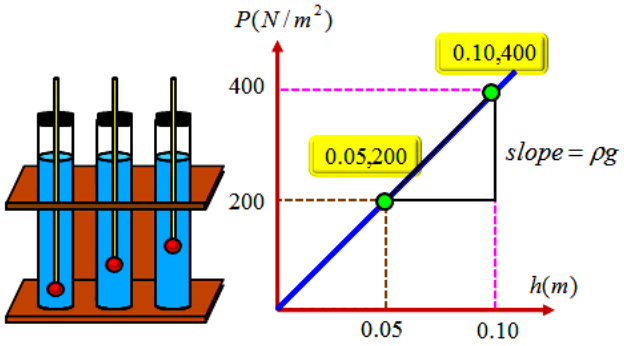
$$\frac{P}{h} = \rho g$$

$$slope = \rho g$$

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \rho g$$

$$\frac{400-200}{0.10-0.05} = \rho(10)$$

$$\rho = 400\ kg/m^3$$



ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวนี้มีค่าเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 10 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P = 2.025P_0$ $P_0 = 1x10^3\ N/m^2$ และ $\rho = 1.025x10^3 kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักประดาน้ำดำลึกจากผิวน้ำเท่าไร

จาก $P = P_0 + \rho gh$

$$2.025x10^5 = 1x10^5 + 1.025x10^3(10)h$$

$$h = \frac{(2.025-1)(10^5)}{(1.025x10^3)(10)}$$

$$h = 10\ m$$

ตอบ นักประดาน้ำดำลึกจากผิวน้ำเท่ากับ 10 เมตร

ข้อที่ 11 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $A = 8\ m^2\ \ \rho = 0.8\ kg/m^3\ v_1 = v\ \ v_2 = 2v\ \ m = 1{,}536\ kg$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ เครื่องบินจะต้องมีความเร็วเท่าไร

จากสมการ

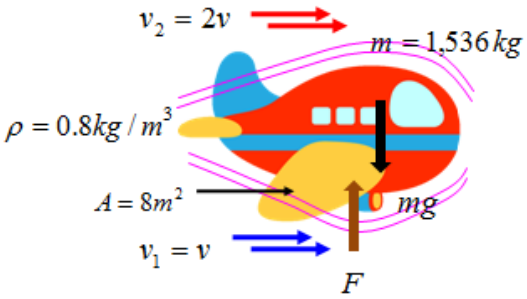
$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}(0.8)(4v^2 - v^2)$$

$$P_1 - P_2 = 1.2v^2 \quad \text{.....(1)}$$



จากกฎของนิวตัน

$$\Sigma F = 0$$

$$(\Delta P)A = mg$$

$$(1.2v^2)(8) = 15{,}360$$

$$v^2 = 400$$

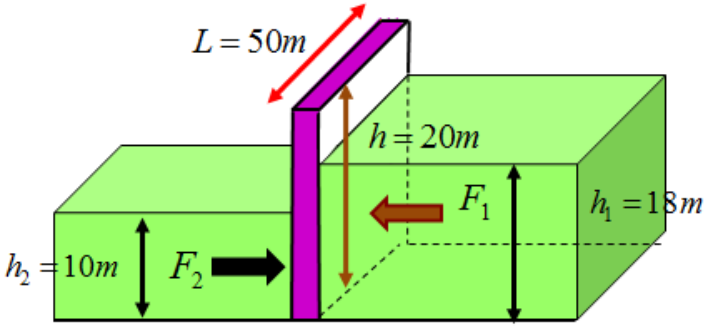
$$v = 20\ m/s$$

ตอบ เครื่องบินจะต้องมีความเร็ว 20 เมตรต่อวินาที

ข้อที่ 12 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 10^3\ \text{kg/m}^3$ $\text{L} = 50\ \text{m}$ $\text{h}_1 = 18\ \text{m}$ และ $\text{h}_2 = 10\ \text{m}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตัวเขื่อน



จากสมการ $\Sigma \text{F} = \frac{1}{2}\rho \text{gL}(\text{h}_1^2 - \text{h}_2^2)$

$$\Sigma \text{F} = \tfrac{1}{2}(10^3)(10)(50)(324 - 100)$$

$$\Sigma \text{F} = \tfrac{1}{2}(10^3)(10)(50)(324 - 100)$$

$$\Sigma \text{F} = 560\text{x}10^5$$

$$\Sigma \text{F} = 5.6\text{x}10^7\text{N}$$

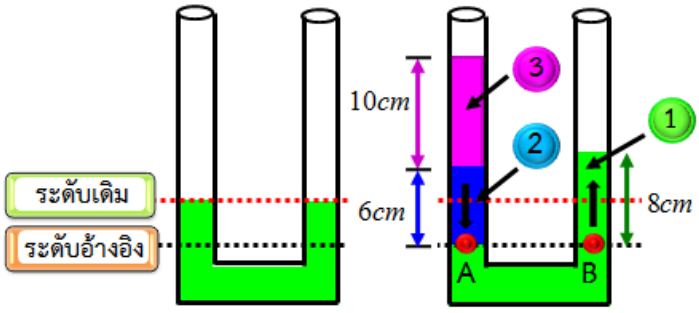
ตอบ แรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อนเท่ากับ

ข้อที่ 13 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_1 = 4\text{x}10^3\ \text{kg/m}^3$ $\rho_2 = 3\text{x}10^3\ \text{kg/m}^3$ $\text{h}_1 = 8\ \text{cm}$ $\text{h}_2 = 6\ \text{cm}$ และ $\text{h}_3 = 10\ \text{cm}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของสารชนิดที่ 3

ที่ของเหลวชนิดเดียวกันอยู่ในสภาพสมดุลที่ระดับเดียวกัน ความดันจะมีค่าเท่ากัน



จาก $P_A = P_B$

$$P_0 + \rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2 = P_0 + \rho_1 g h_1$$

$$\rho_3 g h_3 + \rho_2 g h_2 = \rho_1 g h_1$$

$$\rho_3 h_3 + \rho_2 h_2 = \rho_1 h_1$$

$$\rho_3(10) + (3x10^3)(6) = (4x10^3)(8)$$

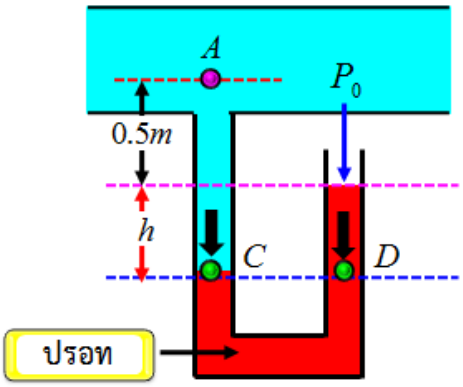
$$\rho_3 = 1.4x10^3 kg/m^3$$

ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวชนิดที่ 3 มีค่าเท่ากับ $1.4x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 14 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P_A = 1.2x10^5\ N/m^2$ $\rho_{Hg} = 13.5x10^3\ kg/m^3$ และ $\rho_{H_2O} = 1x10^3 kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูงเป็นระยะเท่าไร



จากสามการ $P_C = P_D$

$$\rho_{H_2O} g(0.5 + h) + P_A = P_0 + \rho_{Hg} g h$$

$$(10^3)(10)(0.5 + h) + 1.2x10^5 = 1x10^5 + (13.5x10^3)(10)(h)$$

$$12.5h = 2.5$$

$$h = 0.2\ m$$

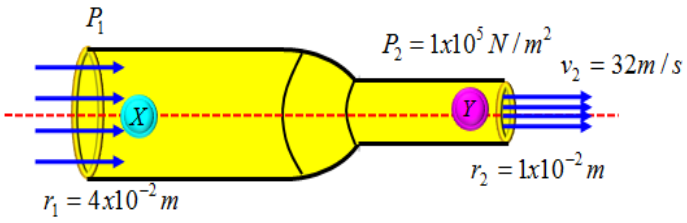
ตอบ ปรอทในแมนนอมิเตอร์จะถูกดันให้สูงเป็นระยะ 0.2 เมตร

ข้อที่ 15 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $v_2 = 32\ \text{m/s}\ r_1 = 4x10^{-2}\text{m}\ r_2 = 1x10^{-2}\text{m}\ P_0 = 1x10^5\text{N/m}^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความดันบริเวณท่อ X มีค่าเท่ากับเท่าไร

จากสมการความต่อเนื่อง



$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1v_1 = A_2v_2$$

$$(\pi r_1^{\,2})v_1 = (\pi r_2^{\,2})v_2$$

$$v_1 = (\frac{r_2}{r_1})^2 v_2$$

$$v_1 = (\frac{1}{16})(32)$$

$$v_1 = 2\text{m/s}$$

จากสมการ $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

$$P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$P_1 = 1x10^5 + \frac{1}{2}(10^3)(32^2 - 2^2)$$

$$P_1 = 1x10^5 + 5.10x10^5$$

$$P_1 = 6.10x10^5$$

ตอบ ความดันบริเวณท่อ X มีค่าเท่ากับ $6.10x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข้อที่ 16 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $P_1 = 4x10^5\ \text{m}^3/\text{s}\ v_1 = 4\ \text{m/s}\ r_1 = 2x10^{-2}\ \text{m}$ และ $r_2 = 1x10^{-2}\ \text{m}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ อยากทราบว่าความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนจะเป็นเท่าไร

จากสมการความต่อเนื่อง จะได้ $Q_1 = Q_2$

อัตราการไหลมีค่าคงที่ $A_1v_1 = A_2v_2$

$$(\pi r_1^2)v_1 = (\pi r_2^2)v_2$$

$$\frac{v_2}{v_1} = (\frac{r_1}{r_2})^2$$

$$\frac{v_2}{4} = (\frac{2x10^{-2}}{1x10^{-2}})^2$$

$$v_2 = 16\ m/s$$

จากสมการแบร์นูลลี โดยคิดให้ท่อล่างมีพลังงานศักย์เป็นศูนย์

จาก $$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$4x10^5 + \frac{1}{2}(10^3)(4)^2 = P_2 + \frac{1}{2}(10^3)(16)^2 + (10^3)(10)(4)$$

$$P_2 = 2.4x10^5\ N/m^2$$

ตอบ ความดันน้ำในห้องน้ำชั้นบนมีค่าเท่ากับ $2.4x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร

ข้อที่ 17 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $D = 10x10^{-2}m$ และ $\rho_{น้ำ} = 1x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่าไร

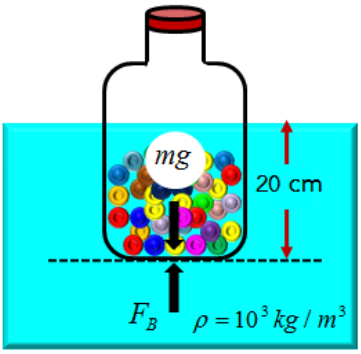
$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho Vg = mg$$

$$(10^3)(3.14x25x10^{-4}x0.2)(10) = m(10)$$

$$m = 1.571kg$$

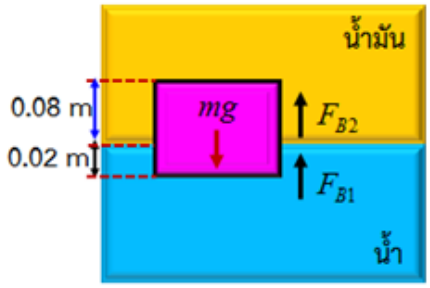


ตอบ ขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับ 1,571 กรัม

ข้อที่ 18 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_{น้ำ} = 1x10^3\ kg/m^3\ \rho_{น้ำมัน} = 0.6x10^3\ kg/m^3\ L = 0.1\ m\ h_2 = 0.02\ m$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ น้ำหนักของท่อนไม้



$$\Sigma F = 0$$

$$F_{B1} + F_{B2} = mg$$

$$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = mg$$

$$10^3(0.1x0.1x0.02)(10) + (600)(0.1x0.1x0.08)(10) = mg$$

$$2 + 4.8 = mg$$

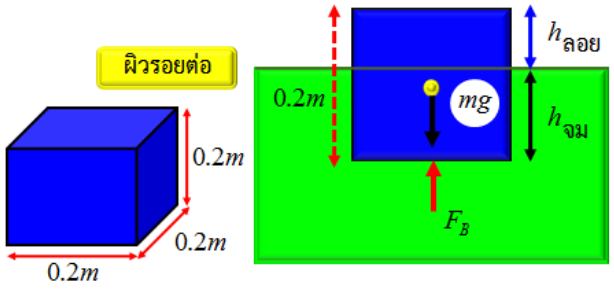
$$mg = 6.8N$$

ตอบ น้ำหนักของไม้เท่ากับ 6.8 นิวตัน

ข้อที่ 19 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $L = 0.2\ m\ \ \rho_{วัตถุ} = 1.2x10^3\ kg/m^3\ \ \rho_{เหลว} = 2x10^3\ kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ผิวหน้าของวัตถุสูงกว่าผิวน้ำเท่าไร



$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho_1 V_1 g = \rho_2 V_2 g$$

$$(2x10^3(0.2x0.2xh)(10) = (1.2x10^3)(0.2x0.2x0.2)(10)$$

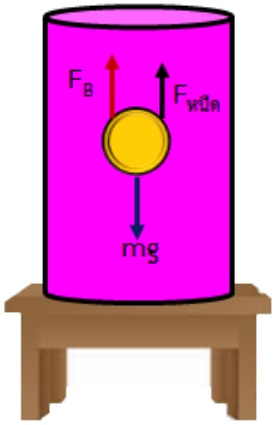
$$2h = 1.2(0.2)$$

$$h = 0.12m$$

$$h = 12cm$$

ตอบ ผิวบนของวัตถุนี้จะอยู่สูงกว่าผิวของเหลว 8 เซนติเมตร

ข้อที่ 20 เฉลย ง



1. ช่วงเริ่มต้นมีความเร็วคงที่

ผิด ช่วงเริ่มต้นลูกปืนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่

2. ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น

ถูก ช่วงเริ่มต้นเคลื่อนที่ในน้ำมัน อัตราเร็วของลูกปืนจะค่อยๆเพิ่มขึ้น

3. แรงหนืดของของเหลวจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วของลูกปืน

ถูก จากสมการความสัมพันธ์ $F = 6\pi\eta rv$

4. ความเร็วของลูกปืนคงที่ เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น

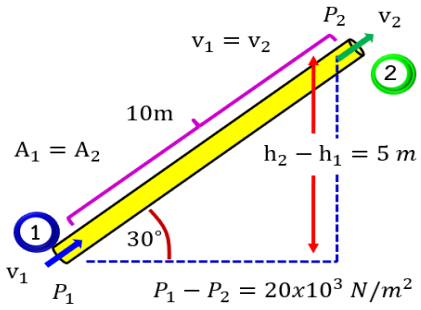
ถูก เมื่อแรงหนืดของของเหลวมีค่ามากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วของลูกปืนคงที่

ตอบ ง. ข้อที่กล่าวถูกต้องคือ ข้อ 1 3 และ 4

ข้อที่ 21 เฉลย ข

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\theta = 30^{\circ}$ $P_1 - P_2 = 20x10^3\ N/m^2$ $h_2 - h_1 = 5\ m$ $A_1 = A_2$ $v_1 = v_2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ความหนาแน่นของของเหลว



$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 + \rho g h_1 = P_2 + \rho g h_2$$

$$P_1 - P_2 = \rho g(h_2 - h_1)$$

$$20x10^3 = \rho(10)(5)$$

$$\rho = 400\ kg/m^3$$

ตอบ ความหนาแน่นของของเหลวเท่ากับ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อที่ 22 เฉลย ค

1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ

ผิด ความดันเป็นปริมาณสเกลลาร์ ไม่สามารถระบุทิศทางได้

2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ แสดงว่า $P \alpha \rho$ สรุปได้ว่า ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของเหลว

3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว

ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ แสดงว่า $P \alpha h$ สรุปได้ว่า ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว

4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

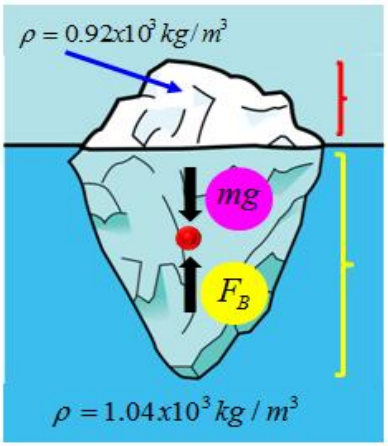
ถูก จากสมการ $P = \rho gh$ ความดันในของเหลวไม่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ตอบ ข้อ 2 และข้อ 3 กล่าวถูกต้อง

ข้อที่ 23 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho = 0.92x10^3 kg/m^3 \rho = 1.04x10^3 kg/m^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ น้ำแข็งจมน้ำเป็นปริมาตรกี่เปอร์เซ็นต์



$$\Sigma F = 0$$

$$F_B = mg$$

$$\rho_1 V_1 g = \rho_2 V_2 g$$

$$(1.04x10^3)(V_1)(10) = (0.92x10^3)(V)(10)$$

$$V_1 = \frac{0.92}{1.04} V$$

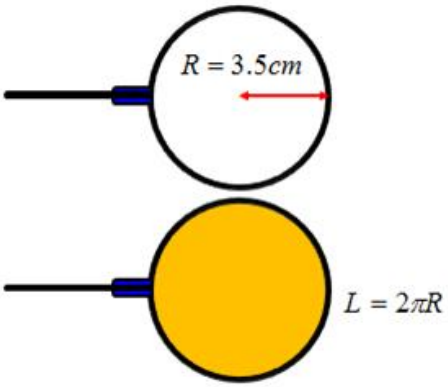
$$V_1 = 0.885V$$

ตอบ น้ำแข็งจมน้ำคิดเป็นร้อยละ 88.50 ของปริมาตรทั้งหมด

ข้อที่ 24 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $r = 3.5x10^{-2} m \gamma = 0.025 N/m^2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงตึงผิวมีค่าเท่าไร



จากความสัมพันธ์ของความตึงผิวและแรงตึงผิว

$$F = \gamma L$$

$$F = \gamma(2\pi R)$$

$$F = (0.025)(2x\frac{22}{7})(3.5x10^{-2})$$

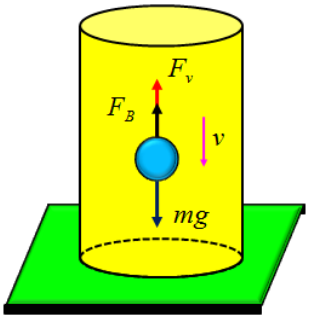
$$F = 5.5x10^{-3} N$$

ตอบ แรงตึงผิวมีค่าเท่ากับ 5.5x10 $^{-3}$ นิวตัน

ข้อที่ 25 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $m = 15x10^{-3}\ kg \quad r = 2x10^{-3}\ m \quad \rho = 2x10^{3}\ kg/m^{3}$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงหนืดสูงสุดของของเหลว



$$\Sigma F = 0$$

$$F_V + F_B = mg$$

$$F_V = mg - \rho Vg$$

$$F_V = mg - \rho\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right)g$$

$$F_V = (15x10^{-3})(10) - (2x10^{3})\left(\frac{4}{3}\right)(3.14)(8x10^{-9})(10)$$

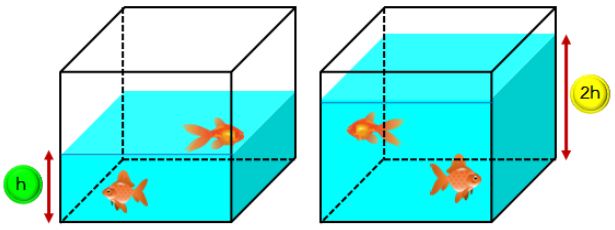
$$F_V = 0.15N$$

ตอบ แรงหนืดสูงสุดของของเหลวเท่ากับ 0.15 นิวตัน

ข้อที่ 26 เฉลย ค

สิ่งที่โจทย์กำหนด $H_2 = 2H_1$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า



จะได้ $F_1 = \frac{1}{2}\rho ghLH_1^{\,2}$ .....(1)

เมื่อเพิ่มระดับน้ำสูงเป็น $H_2 = 2H_1$ ดังนั้น

จะได้ $F_2 = \frac{1}{2}\rho ghLH_2^{\,2}$ .....(2)

จากสมการที่ (1) และ (2) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1^2}{H_2^2}$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{H_1^2}{4H_1^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{4}$$

$$F_2 = 4F_1$$

ตอบ แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อดานข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็น 4 เท่าของของเดิม

ข้อที่ 27 เฉลย ง

สิ่งที่โจทย์กำหนด $\rho_1 = 600\ \text{kg/m}^3$ $V_1 = 6x10^{-3}\text{m}^3 \rho_{ผสม} = 600\ \text{kg/m}^3$

$V_2 = 4x10^{-3}\text{m}^3$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สารชนิดที่ 2 มีมวลกี่กิโลกรัม

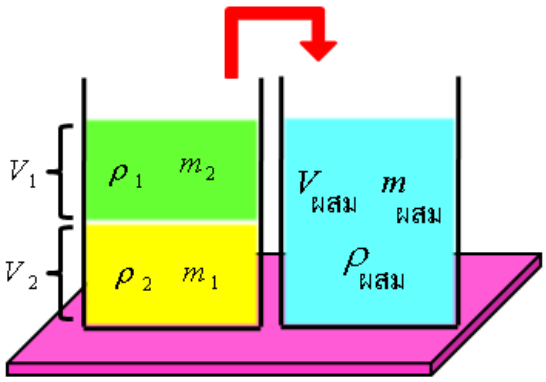
จาก $\rho = \frac{\rho_1 V_1 + m_2}{V_1 + V_2}$

$$1{,}200 = \frac{600(6x10^{-3}) + m_2}{10x10^{-3}}$$

$$12 = 3.6 + m_2$$

$$m_2 = 8.4\ \text{kg}$$

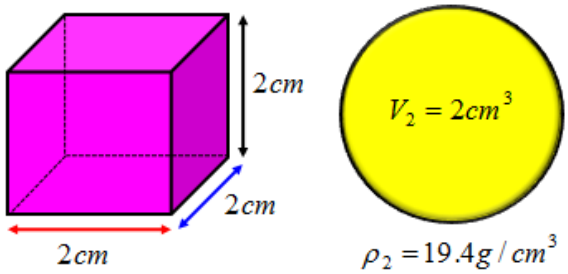
ตอบ สารชนิดที่ 2 มีมวลเท่ากับ 8.4 กิโลกรัม



ข้อที่ 28 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร $V_1 = 8\ \text{cm}^3$ ก้อนทอง ปริมาตร 2 ลูกบาศก์ $V_2 = 2\ \text{cm}^3$ $\rho_2 = 19.4\ \text{g/cm}^3$ กำหนดให้ $m_1 = m_2$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ โลหะมีความหนาแน่นเท่าไร



จากเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดให้ $m_1 = m_2$

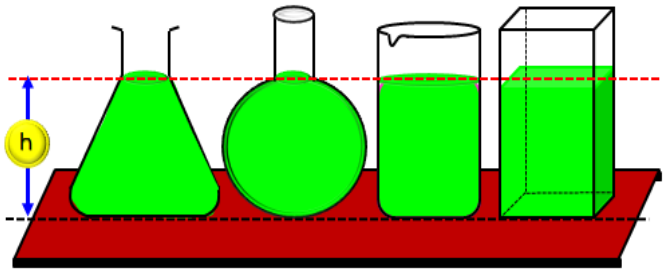
$$\rho_1 V_1 = \rho_2 V_2$$

$$\rho_1(8) = (19.4)(2)$$

$$\rho_1 = 4.85\ g/cm^3$$

ตอบ โลหะมีความหนาแน่นเท่ากับ 4.85 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ข้อที่ 29 เฉลย ข



ก. น้ำหนักของน้ำ

จากสมการ $W = mg$

$$W = \rho Vg$$

โจทย์กำหนด $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4$ และ $V_1 = V_2 = V_3 = V_4$

และส่งผลให้ $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

น้ำหนักของน้ำในภาชนะทั้ง 4 ใบ มีขนาดเท่ากัน

ข. แรงดันน้ำที่ก้น

จากสมการ $F = PA$

โดยที่ $P_1 = P_2 = P_3 = P_4$ แต่ $A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq A_4$

แสดงว่า แรงดันน้ำที่ก้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ

จากสมการ $P = \rho gh$

โจทย์กำหนด $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho_4$ และ $h_1 = h_2 = h_3 = h_4$

แสดงว่า ความดันน้ำที่ก้นภาชนนะมีขนาดเท่ากัน

ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

จากสมการ $N = W$

จากข้อ ก สรุปว่า $W_1 = W_2 = W_3 = W_4$

แสดงว่า $N_1 = N_2 = N_3 = N_4$

ตอบ แรงดันน้ำที่ก้นไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ข้อที่ 30 เฉลย ก

สิ่งที่โจทย์กำหนด $r = 5cm \;\; R = 15cm \;\; W = 13{,}300N$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน

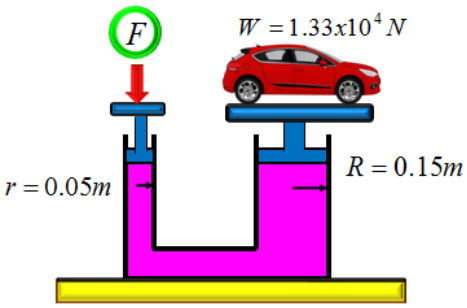
จาก $\frac{W}{F} = \frac{A}{a}$

$F = W(\frac{a}{A})$

$F = W(\frac{\pi r^2}{\pi R^2})$

$F = \frac{\pi(5.0\times10^{-2})^2}{\pi(15.0\times10^{-2})^2}(13.3 \times 10^3)$

$F = 1.48 \times 10^3 N$



ตอบ จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กเท่ากับ 1.48x10^3 นิวตัน

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

2. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว โดยผู้เชี่ยวชาญ

4. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด โดยผู้เชี่ยวชาญ

5. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

6. ตารางแสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

7. ตารางแสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด

และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล โดยผู้เชี่ยวชาญ

8. ตารางแสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว โดยผู้เชี่ยวชาญ

9. ตารางแสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด โดยผู้เชี่ยวชาญ

10. ตารางแสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

11. ตารางแสดงผลสรุปค่าการประเมินคุณภาพชุชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

12. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

13. ตารางแสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม

14. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ

15. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความแปรปรวน (S^2) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ

16. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล จำนวน 10 ข้อ

17. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล จำนวน 10 ข้อ

18. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว จำนวน 10 ข้อ

19. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด จำนวน 10 ข้อ

20. ตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล จำนวน 10 ข้อ

21. ตารางแสดงการวิเคราะห์ผลรวมของค่าอัตราส่วนผู้ตอบถูก (p) อัตราส่วนผู้ตอบผิด (q) และผลคูณระหว่างอัตราส่วนผู้ตอบถูกและอัตราส่วนผู้ตอบผิด (Σpq) ของแบบทดสอบระหว่างเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด

22. ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (S^2) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 10 ข้อ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 5 ชุด

23. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

24. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

25. ตารางแสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out)

26. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

27. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

28. ตารางแสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out)

29. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

30. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

31. ตารางแสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out)

32. ตารางแสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) และแบบภาคสนาม (Field Try Out)

33. ตารางแสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) จำนวน 3 คน

34. ตารางแสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) จำนวน 3 คน

35. ตารางแสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) จำนวน 9 คน

36. ตารางแสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) จำนวน 9 คน

37. ตารางแสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) จำนวน 30 คน

38. ตารางแสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) จำนวน 30 คน

39. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

40. ตารางแสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด

และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

41. ตารางแสดงผลการสรุปประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

42. ตารางแสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างรายบุคคล

43. ตารางแสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายกลุ่ม

44. ตารางแสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

45. ตารางแสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคล

46. ตารางแสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายกลุ่ม

47. ตารางแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคล

48. ตารางแสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นระเวลา 3 สัปดาห์ รายบุคคล

49. ตารางแสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นระเวลา 3 สัปดาห์ รายกลุ่ม

50. ตารางแสดงค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

51. ตารางแสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

52. ตารางแสดงค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

53. ตารางแสดงผลสรุปค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

ตารางที่ 1 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
	จุดประสงค์									
1.	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0.71	ใช้ได้
	เนื้อหา									
3.	มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
4.	มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	การนำเสนอมีการจัดลำดับน่าสนใจ	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
	กิจกรรม									
6.	มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7.	กิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
8.	ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
	แบบทดสอบ									
9	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10.	ประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้
เฉลี่ย									**0.87**	**ใช้ได้**

ตารางที่ 2 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล โดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
	จุดประสงค์									
1.	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2.	ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	เนื้อหา									
3.	มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
4.	มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	การนำเสนอมีการจัดลำดับน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้
	กิจกรรม									
6.	มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
7.	กิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8.	ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
	แบบทดสอบ									
9	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10.	ประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
เฉลี่ย									**0.92**	**ใช้ได้**

ตารางที่ 3 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว โดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
	จุดประสงค์									
1.	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
2.	ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	เนื้อหา									
3.	มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	0	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
4.	มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	การนำเสนอมีการจัดลำดับน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	กิจกรรม									
6.	มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
7.	กิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
8.	ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
	แบบทดสอบ									
9	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
10.	ประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
เฉลี่ย									**0.89**	**ใช้ได้**

ตารางที่ 4 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด โดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
	จุดประสงค์									
1.	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	0	+1	0.86	ใช้ได้
2.	ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้
	เนื้อหา									
3.	มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	การนำเสนอมีการจัดลำดับน่าสนใจ	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
	กิจกรรม									
6.	มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7.	กิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8.	ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
	แบบทดสอบ									
9	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10.	ประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ย									**0.96**	**ใช้ได้**

ตารางที่ 5 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

ที่	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							IOC	สรุปผล
		1	2	3	4	5	6	7		
	จุดประสงค์									
1.	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
2.	ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้
	เนื้อหา									
3.	มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4.	มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	การนำเสนอมีการจัดลำดับน่าสนใจ	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
	กิจกรรม									
6.	มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7.	กิจกรรมมีรูปแบบชัดเจน เข้าใจง่าย	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
8.	ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
	แบบทดสอบ									
9	มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
10.	ประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ย									**0.92**	**ใช้ได้**

ตารางที่ 6 แสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							รวม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7				
จุดประสงค์											
1. แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน	5	4	5	5	4	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
2. ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	4	5	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
เนื้อหา											
3. มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	4	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
4. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	4	5	5	5	4	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
5. การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ	4	5	4	5	4	5	4	31	4.43	0.53	ดี
กิจกรรม											
6. มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	5	4	4	4	5	5	4	31	4.43	0.53	ดี
7. การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	4	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	4	5	5	4	5	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
แบบทดสอบ											
9. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	5	4	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
10. สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย									**4.73**	**0.42**	**ดีมาก**

ตารางที่ 7 แสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							รวม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7				
จุดประสงค์											
1. แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน	5	5	5	4	5	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
2. ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
เนื้อหา											
3. มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4	5	4	5	32	4.57	0.53	ดีมาก
4. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
5. การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ	4	5	4	5	4	4	4	30	4.29	0.49	ดี
กิจกรรม											
6. มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	5	5	5	5	4	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
7. การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	5	4	4	5	32	4.57	0.53	ดีมาก
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	4	5	5	4	4	4	5	31	4.43	0.53	ดี
แบบทดสอบ											
9. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	5	4	5	5	5	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
10. สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย									**4.74**	**0.32**	**ดีมาก**

ตารางที่ 8 แสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							รวม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7				
จุดประสงค์											
1. แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน	4	4	5	5	5	4	5	32	4.57	0.53	ดีมาก
2. ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	5	4	5	5	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
เนื้อหา											
3. มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	4	5	4	32	4.57	0.53	ดีมาก
4. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	4	5	5	ถ	4	5	28	4.67	0.52	ดีมาก
5. การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ	5	5	4	5	5	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
กิจกรรม											
6. มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4	4	31	4.43	0.53	ดี
7. การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	4	5	5	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
แบบทดสอบ											
9. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	4	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
10. สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	5	4	5	4	5	4	4	31	4.43	0.53	ดี
ค่าเฉลี่ย									**4.70**	**0.43**	**ดีมาก**

ตารางที่ 9 แสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							รวม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7				
จุดประสงค์											
1. แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน	5	4	5	4	5	4	4	31	4.43	0.53	ดี
2. ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5	4	5	5	5	5	4	33	4.71	0.49	ดีมาก
เนื้อหา											
3. มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
4. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	4	4	4	32	4.57	0.53	ดีมาก
5. การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ	4	5	4	5	5	5	4	32	4.57	0.53	ดีมาก
กิจกรรม											
6. มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
7. การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	4	5	4	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
แบบทดสอบ											
9. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	4	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
10. สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	5	4	5	5	5	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย									**4.76**	**0.37**	**ดีมาก**

ตารางที่ 10 แสดงค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ชุดที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น							รวม	$\overline{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3	4	5	6	7				
จุดประสงค์											
1. แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ได้สมบูรณ์ ชัดเจน	5	4	5	5	5	4	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
2. ครอบคลุมและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4	4	5	5	4	5	4	31	4.43	0.53	ดี
เนื้อหา											
3. มีสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	35	5.00	0.00	ดีมาก
4. มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	5	5	5	5	5	5	4	34	4.86	0.38	ดีมาก
5. การนำเสนอเนื้อหามีการจัดลำดับและน่าสนใจ	4	5	4	5	4	5	4	31	4.43	0.53	ดี
กิจกรรม											
6. มีความหลากหลายส่งเสริมการเรียนรู้	5	4	4	5	5	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
7. การดำเนินกิจกรรมมีรูปแบบชัดเจนเข้าใจง่าย	4	5	5	4	5	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
8. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในศตวรรษที่ 21	5	4	5	5	5	4	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
แบบทดสอบ											
9. มีความชัดเจน เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเวลา	5	4	5	4	5	5	5	33	4.71	0.49	ดีมาก
10. สามารถประเมินผลได้ตรงตามจุดประสงค์	5	5	5	4	5	5	5	34	4.86	0.38	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย									**4.71**	**0.43**	**4.71**

ตารางที่ 11 แสดงผลสรุปค่าการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ชุดที่	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
1	4.73	0.42	ดีมาก
2	4.74	0.32	ดีมาก
3	4.70	0.43	ดีมาก
4	4.76	0.37	ดีมาก
5	4.71	0.43	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.73**	**0.40**	**ดีมาก**

ตารางที่ 12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	0	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
12	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	0	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	0	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้

ตารางที่ 12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (ต่อ)

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	0	+1	+1	0.86	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0.86	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	0.86	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0.71	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0.71	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม (ต่อ)

ข้อคำถามข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ							IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7		
21	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0.71	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	0.71	ใช้ได้
27	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	0.71	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก H	กลุ่มต่ำ ตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
1	14	8	0.73	0.40	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
2	10	5	0.50	0.33	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
3	9	2	0.37	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
4	11	0	0.37	0.73	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
5	12	4	0.53	0.53	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
6	13	8	0.70	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
7	14	6	0.67	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
8	12	6	0.60	0.40	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
9	11	4	0.50	0.47	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
10	13	7	0.67	0.40	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
11	12	3	0.50	0.60	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
12	12	7	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
13	10	1	0.37	0.60	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
14	8	2	0.33	0.40	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
15	10	6	0.53	0.27	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
16	13	8	0.70	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
17	12	5	0.57	0.47	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
18	11	7	0.60	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
19	8	2	0.33	0.40	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
20	11	5	0.53	0.40	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี

ตารางที่ 14 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก H	กลุ่มต่ำ ตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
21	11	6	0.57	0.33	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
22	12	4	0.53	0.53	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
23	11	0	0.37	0.73	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
24	9	2	0.37	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
25	12	7	0.63	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
26	13	9	0.73	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
27	9	2	0.37	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
28	11	6	0.57	0.33	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
29	9	5	0.47	0.27	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
30	11	0	0.37	0.73	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

จำนวนแบบทดสอบที่วิเคราะห์ 30 ข้อ
จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด 30 คน
คะแนนเฉลี่ย 21.37
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.24
ค่าความแปรปรวน 52.42
ค่าความเชื่อมั่น 0.90

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความแปรปรวน (S^2) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ

เลขที่	อัตราส่วนผู้ตอบถูก p	อัตราส่วนผู้ตอบผิด q (1-p)	pq	x	x^2
1	0.73	0.27	0.20	23	529
2	0.50	0.50	0.25	21	441
3	0.37	0.63	0.23	10	100
4	0.37	0.63	0.23	8	64
5	0.53	0.47	0.25	2	4
6	0.70	0.30	0.21	21	441
7	0.67	0.33	0.22	20	400
8	0.60	0.40	0.24	7	49
9	0.50	0.50	0.25	26	676
10	0.67	0.33	0.22	25	625
11	0.50	0.50	0.25	24	576
12	0.37	0.63	0.23	7	49
13	0.63	0.37	0.23	6	36
14	0.33	0.67	0.22	14	196
15	0.53	0.47	0.25	13	169
16	0.70	0.30	0.21	11	121
17	0.57	0.43	0.25	21	441
18	0.33	0.67	0.22	22	484
19	0.60	0.40	0.24	11	121
20	0.53	0.47	0.25	12	144

ตารางที่ 15 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความแปรปรวน (S^2) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ (ต่อ)

ข้อที่	อัตราส่วนผู้ตอบถูก p	อัตราส่วนผู้ตอบผิด q (1-p)	pq	X	X^2
21	0.57	0.43	0.25	27	729
22	0.53	0.47	0.25	25	625
23	0.37	0.63	0.23	12	144
24	0.53	0.47	0.25	10	100
25	0.57	0.43	0.25	20	400
26	0.73	0.27	0.20	20	400
27	0.37	0.63	0.23	18	324
28	0.60	0.40	0.24	14	196
29	0.47	0.53	0.25	21	441
30	0.37	0.63	0.23	4	16
Σpq			7.03		
ΣX				475	
ΣX^2					9,041

จากตารางที่ 15 แสดงการคำนวณหาค่าความแปรปรวนและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ

ค่าความแปรปรวน (S^2)

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(9{,}041) - (475)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 52.42$$

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left[1 - \frac{7.03}{52.42}\right]$$

$$r_{tt} = 0.90$$

ตารางที่ 16 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูงตอบถูก H	กลุ่มต่ำตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
1	10	0	0.33	0.67	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
2	14	5	0.63	0.60	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
3	10	6	0.53	0.27	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
4	13	5	0.60	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
5	12	5	0.57	0.47	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
6	13	8	0.70	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
7	13	4	0.57	0.60	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
8	12	6	0.60	0.40	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
9	9	2	0.37	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
10	12	4	0.53	0.53	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง

สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล

จำนวนแบบทดสอบที่วิเคราะห์ 10 ข้อ
จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด 30 คน
คะแนนเฉลี่ย 6.43
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.80
ค่าความแปรปรวน 8.32
ค่าความเชื่อมั่น 0.80

ตารางที่ 17 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูงตอบถูก H	กลุ่มต่ำตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
1	11	7	0.60	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
2	10	6	0.53	0.27	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
3	15	2	0.57	0.87	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
4	15	7	0.73	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
5	11	0	0.37	0.73	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
6	9	2	0.37	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
7	12	9	0.70	0.20	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
8	14	3	0.57	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
9	15	2	0.57	0.87	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
10	15	7	0.73	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล

จำนวนแบบทดสอบที่วิเคราะห์ 10 ข้อ
จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด 30 คน
คะแนนเฉลี่ย 6.90
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.99
ค่าความแปรปรวน 8.99
ค่าความเชื่อมั่น 0.83

ตารางที่ 18 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก H	กลุ่มต่ำ ตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
1	11	7	0.60	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
2	11	9	0.67	0.23	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
3	12	1	0.43	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
4	14	3	0.57	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
5	15	6	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
6	11	0	0.37	0.73	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
7	10	6	0.53	0.27	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง
8	14	7	0.70	0.47	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
9	11	5	0.53	0.40	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
10	11	5	0.53	0.40	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี

สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิสและความตึงผิว

จำนวนแบบทดสอบที่วิเคราะห์ 10 ข้อ
จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด 30 คน
คะแนนเฉลี่ย 6.63
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.93
ค่าความแปรปรวน 8.59
ค่าความเชื่อมั่น 0.81

ตารางที่ 19 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก H	กลุ่มต่ำ ตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
1	12	8	0.67	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
2	11	2	0.43	0.60	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
3	14	3	0.57	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
4	15	6	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
5	15	5	0.67	0.67	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
6	13	8	0.70	0.33	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
7	12	1	0.43	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
8	9	2	0.37	0.47	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
9	11	4	0.50	0.47	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
10	11	6	0.57	0.33	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง

สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็กและความหนืด

จำนวนแบบทดสอบที่วิเคราะห์ 10 ข้อ
จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด 30 คน
คะแนนเฉลี่ย 6.60
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.17
ค่าความแปรปรวน 10.04
ค่าความเชื่อมั่น 0.85

ตารางที่ 20 แสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ละค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก H	กลุ่มต่ำ ตอบถูก L	ค่าความยากง่าย p	ค่าอำนาจจำแนก r	หมายเหตุ
1	11	7	0.60	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
2	11	3	0.47	0.53	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดี
3	14	3	0.57	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
4	15	7	0.73	0.53	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
5	13	6	0.63	0.47	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
6	10	1	0.37	0.60	ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
7	12	8	0.67	0.27	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
8	11	2	0.43	0.60	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
9	14	3	0.57	0.73	ยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกดีมาก
10	15	6	0.70	0.60	ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก

สรุปผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล

จำนวนแบบทดสอบที่วิเคราะห์ 10 ข้อ
จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด 30 คน
คะแนนเฉลี่ย 6.73
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.14
ค่าความแปรปรวน 10.88
ค่าความเชื่อมั่น 0.87

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์ผลรวมของค่าอัตราส่วนผู้ตอบถูก (p) อัตราส่วนผู้ตอบผิด (q) และผลคูณระหว่างอัตราส่วนผู้ตอบถูกและอัตราส่วนผู้ตอบผิด (Σpq) ของแบบทดสอบระหว่างเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด

ชุดกิจกรรม	ข้อที่	อัตราส่วนผู้ตอบถูก p	อัตราส่วนผู้ตอบผิด q (1-p)	pq
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่นและความดันในของไหล	1	0.33	0.67	0.22
	2	0.63	0.37	0.23
	3	0.53	0.47	0.25
	4	0.60	0.40	0.24
	5	0.57	0.43	0.25
	6	0.70	0.30	0.21
	7	0.57	0.43	0.25
	8	0.60	0.40	0.24
	9	0.37	0.63	0.23
	10	0.53	0.47	0.25
	Σpq			**2.37**
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง เครื่องวัดความดันและกฎของพาสคัล	1	0.60	0.40	0.24
	2	0.53	0.47	0.25
	3	0.57	0.43	0.25
	4	0.73	0.27	0.20
	5	0.37	0.63	0.23
	6	0.53	0.47	0.25
	7	0.70	0.30	0.21
	8	0.57	0.43	0.25
	9	0.57	0.43	0.25
	10	0.73	0.27	0.20
	Σpq			**2.31**

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์ผลรวมของค่าอัตราส่วนผู้ตอบถูก (p) อัตราส่วนผู้ตอบผิด (q) และผลคูณระหว่างอัตราส่วนผู้ตอบถูกและอัตราส่วนผู้ตอบผิด (Σpq) ของแบบทดสอบระหว่างเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	ข้อที่	อัตราส่วนผู้ตอบถูก p	อัตราส่วนผู้ตอบผิด q (1-p)	pq
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงพยุง หลักอาร์คิมีดิส และความตึงผิว	1	0.60	0.40	0.24
	2	0.67	0.33	0.22
	3	0.43	0.57	0.25
	4	0.57	0.43	0.25
	5	0.70	0.30	0.21
	6	0.37	0.63	0.23
	7	0.53	0.47	0.25
	8	0.70	0.30	0.21
	9	0.53	0.47	0.25
	10	0.53	0.47	0.25
	Σpq			**2.35**
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การซึมตามรูเล็ก และความหนืด	1	0.67	0.33	0.22
	2	0.43	0.57	0.25
	3	0.57	0.43	0.25
	4	0.70	0.30	0.21
	5	0.67	0.33	0.22
	6	0.70	0.30	0.21
	7	0.43	0.57	0.25
	8	0.37	0.63	0.23
	9	0.50	0.50	0.25
	10	0.57	0.43	0.25
	Σpq			**2.33**

ตารางที่ 21 แสดงการวิเคราะห์ผลรวมของค่าอัตราส่วนผู้ตอบถูก (p) อัตราส่วนผู้ตอบผิด (q) และผลคูณระหว่างอัตราส่วนผู้ตอบถูกและอัตราส่วนผู้ตอบผิด (Σpq) ของแบบทดสอบระหว่างเรียนของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	ข้อที่	อัตราส่วนผู้ตอบถูก p	อัตราส่วนผู้ตอบผิด q (1-p)	pq
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง พลศาสตร์ของไหล	1	0.60	0.40	0.24
	2	0.47	0.53	0.25
	3	0.57	0.43	0.25
	4	0.73	0.27	0.20
	5	0.63	0.37	0.23
	6	0.37	0.63	0.23
	7	0.67	0.33	0.22
	8	0.43	0.57	0.25
	9	0.57	0.43	0.25
	10	0.70	0.30	0.21
	Σpq			**2.32**

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (S^2) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 10 ข้อ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 5 ชุด

เลขที่	คะแนนชุดที่ 1		คะแนนชุดที่ 2		คะแนนชุดที่ 3		คะแนนชุดที่ 4		คะแนนชุดที่ 5	
	X	X^2	X	X^2	X	X^2	X	X^2	X	X^2
1	7	49	8	64	4	16	10	100	9	81
2	7	49	8	64	9	81	9	81	9	81
3	2	4	7	49	5	25	7	49	8	64
4	2	4	3	9	5	25	2	4	3	9
5	8	64	3	9	5	25	9	81	2	4
6	7	49	1	1	9	81	3	9	2	4
7	4	16	10	100	6	36	3	9	10	100
8	4	16	10	100	7	49	3	9	7	49
9	3	9	6	36	7	49	10	100	6	36
10	3	9	6	36	6	36	2	4	9	81
11	1	1	5	25	2	4	9	81	0	0
12	0	0	5	25	2	4	5	25	1	1
13	8	64	0	0	6	36	9	81	2	4
14	10	100	10	100	5	25	2	4	6	36
15	9	81	9	81	9	81	1	1	6	36
16	6	36	9	81	9	81	3	9	4	16
17	6	36	7	49	9	81	2	4	4	16
18	8	64	7	49	5	25	6	36	9	81
19	8	64	3	9	4	16	8	64	9	81
20	6	36	3	9	1	1	9	81	0	0
21	6	36	3	9	1	1	8	64	8	64
22	9	81	9	81	9	81	8	64	0	0
23	9	81	9	81	8	64	5	25	10	100
24	4	16	8	64	0	0	0	0	3	9
25	3	9	8	64	10	100	3	9	8	64

ตารางที่ 22 แสดงการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (S^2) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 10 ข้อ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด (ต่อ)

เลขที่	คะแนนชุดที่ 1		คะแนนชุดที่ 2		คะแนนชุดที่ 3		คะแนนชุดที่ 4		คะแนนชุดที่ 5	
	X	X^2	X	X^2	X	X^2	X	X^2	X	X^2
26	3	9	0	0	7	49	4	16	4	16
27	6	36	4	16	0	0	4	16	3	9
28	10	100	3	9	7	49	8	64	6	36
29	2	4	7	49	8	64	8	64	9	81
30	2	4	6	36	4	16	9	81	8	64
รวม	163	1,127	177	1,305	169	1,201	168	1,232	165	1,223
S^2	8.32		8.99		8.59		10.04		10.88	
r_{tt}	0.80		0.83		0.81		0.85		0.87	

จากตารางที่ 21 และ 22 แสดงการคำนวณหาค่าความแปรปรวนและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียน วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 10 ข้อ ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ชุด

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 1

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(1{,}127) - (168)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 8.32$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 1

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1 - \frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left[1 - \frac{2.37}{8.32}\right]$$

$$r_{tt} = 0.80$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 2

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(1{,}305) - (177)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 8.99$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 2

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left[1-\frac{2.31}{8.99}\right]$$

$$r_{tt} = 0.83$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 3

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2)-(\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(1{,}201)-(169)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 8.59$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 3

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left[1-\frac{2.35}{8.59}\right]$$

$$r_{tt} = 0.81$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 4

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2)-(\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(1{,}232)-(168)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 10.04$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 4

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left[1-\frac{2.33}{10.04}\right]$$

$$r_{tt} = 0.85$$

ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 5

$$S^2 = \frac{N(\Sigma X^2)-(\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

$$S^2 = \frac{30(1{,}223)-(165)^2}{30(30-1)}$$

$$S^2 = 10.88$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบในชุดกิจกรรมชุดที่ 5

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1}\left[1-\frac{\Sigma pq}{S^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{10}{10-1}\left[1-\frac{2.32}{10.88}\right]$$

$$r_{tt} = 0.87$$

ตารางที่ 23 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

คนที่	**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)**					**รวม 540 คะแนน**
	1 112 คะแนน	**2 92 คะแนน**	**3 132 คะแนน**	**4 92 คะแนน**	**5 112 คะแนน**	
1	85	67	102	69	87	410
2	87	71	99	72	86	415
3	83	70	100	70	86	409
รวม	**255**	**208**	**301**	**211**	**259**	**1,234**
E_1	**75.89**	**75.36**	**76.01**	**76.45**	**77.08**	**76.17**

ตารางที่ 24 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

คนที่	**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)**					**รวม 50 คะแนน**
	1 10 คะแนน	**2 10 คะแนน**	**3 10 คะแนน**	**4 10 คะแนน**	**5 10 คะแนน**	
1	8	7	9	7	7	38
2	7	7	6	7	7	34
3	7	7	7	7	9	37
รวม	**22**	**21**	**22**	**21**	**23**	**109**
E_2	**73.33**	**70.00**	**73.33**	**70.00**	**76.67**	**72.67**

ตารางที่ 25 แสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	75.89	73.33	75.89/73.33
2	75.36	70.00	75.36/70.00
3	76.01	73.33	76.01/73.33
4	76.45	70.00	76.45/70.00
5	77.08	76.67	77.08/76.67
เฉลี่ย	**76.16**	**72.67**	**76.16/72.67**

ตารางที่ 26 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม
	1 112 คะแนน	2 92 คะแนน	3 132 คะแนน	4 92 คะแนน	5 112 คะแนน	540 คะแนน
1	88	74	106	70	90	428
2	85	71	105	72	85	418
3	90	72	100	73	90	425
4	91	73	103	72	99	438
5	89	75	106	73	85	428
6	87	71	103	73	90	424
7	92	73	104	71	92	432
8	88	73	101	73	86	421
9	87	72	105	74	88	426
รวม	**797**	**654**	**933**	**651**	**805**	**3,840**
E_1	**79.07**	**78.99**	**78.54**	**78.62**	**79.86**	**79.01**

ตารางที่ 27 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม
	1 10 คะแนน	2 10 คะแนน	3 10 คะแนน	4 10 คะแนน	5 10 คะแนน	50 คะแนน
1	8	9	8	8	8	41
2	7	8	7	8	8	38
3	8	7	7	8	7	37
4	8	8	9	8	9	42
5	8	7	8	7	8	38
6	7	7	7	7	8	36
7	9	8	8	7	8	40
8	8	7	8	8	8	39
9	8	8	8	8	7	39
รวม	**71**	**69**	**70**	**69**	**71**	**350**
E_2	**78.89**	**76.67**	**77.78**	**76.67**	**78.89**	**77.78**

ตารางที่ 28 แสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	79.07	78.89	79.07/78.89
2	78.99	76.67	78.99/76.67
3	78.54	77.78	78.54/77.78
4	78.62	76.67	78.62/76.67
5	79.86	78.89	79.86/78.89
เฉลี่ย	**79.01**	**77.78**	**79.01/77.78**

ตารางที่ 29 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม 540 คะแนน
	1 112 คะแนน	2 92 คะแนน	3 132 คะแนน	4 92 คะแนน	5 112 คะแนน	
1	95	75	110	80	94	454
2	93	78	116	78	96	461
3	92	79	105	78	95	449
4	90	74	105	78	92	439
5	94	80	114	79	96	463
6	94	78	114	76	94	456
7	96	78	109	76	96	455
8	95	78	110	75	92	450
9	96	79	111	78	94	458
10	90	76	116	79	92	453
11	92	76	105	74	91	438
12	90	78	112	80	92	452
13	92	73	112	78	94	449
14	94	78	109	78	90	449
15	90	78	106	78	92	444
16	92	79	105	79	94	449
17	94	78	105	76	93	446
18	93	78	111	76	96	454
19	96	74	112	78	90	450
20	93	74	110	73	90	440

ตารางที่ 29 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก (ต่อ)

คนที่	**ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)**					**รวม 540 คะแนน**
	1 112 คะแนน	**2 92 คะแนน**	**3 132 คะแนน**	**4 92 คะแนน**	**5 112 คะแนน**	
21	95	73	108	78	92	446
22	92	72	108	74	90	436
23	96	74	109	74	90	443
24	96	75	110	78	96	455
25	93	75	109	72	96	445
26	93	76	105	74	93	441
27	92	76	105	75	96	444
28	94	78	104	74	94	444
29	93	74	112	74	94	447
30	92	74	106	72	92	436
รวม	2,797	2,288	3,273	2,292	2,796	1,3446
E_1	83.24	82.90	82.65	83.04	83.21	83.01

ตารางที่ 30 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม 50 คะแนน
	1 10 คะแนน	2 10 คะแนน	3 10 คะแนน	4 10 คะแนน	5 10 คะแนน	
1	8	8	9	8	7	40
2	7	8	9	7	9	40
3	8	8	7	8	7	38
4	9	9	9	8	9	44
5	8	8	9	8	8	41
6	8	8	7	8	7	38
7	9	9	8	9	8	43
8	8	8	8	8	8	40
9	9	8	9	7	8	41
10	8	8	8	7	8	39
11	8	7	7	8	9	39
12	9	7	8	8	8	40
13	8	9	8	8	7	40
14	9	8	8	9	8	42
15	8	8	8	8	9	41
16	7	9	9	9	9	43
17	8	9	8	8	9	42
18	8	9	9	9	9	44
19	8	8	9	8	8	41
20	8	8	8	9	9	42

ตารางที่ 30 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง (ต่อ)

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม 50 คะแนน
	1 10 คะแนน	2 10 คะแนน	3 10 คะแนน	4 10 คะแนน	5 10 คะแนน	
21	9	8	8	8	9	42
22	7	8	8	9	8	40
23	8	8	8	8	8	40
24	8	8	8	8	8	40
25	9	9	8	8	8	42
26	9	8	8	9	9	43
27	8	9	8	8	8	41
28	8	9	8	9	9	43
29	8	8	8	9	9	42
30	9	8	8	8	8	41
รวม	246	247	245	246	248	1232
E_1	82.00	82.33	81.67	82.00	82.67	82.13

ตารางที่ 31 แสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out)

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	83.24	82.00	83.24/82.00
2	82.90	82.33	82.90/82.33
3	82.65	81.67	82.65/81.67
4	83.04	82.00	83.04/82.00
5	83.21	82.67	83.21/82.67
เฉลี่ย	**83.01**	**82.13**	**83.01/82.13**

ตารางที่ 32 แสดงผลสรุปค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) และแบบภาคสนาม (Field Try Out)

การทดลอง	E_1/E_2
แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out)	76.16/72.67
แบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out)	79.01/77.78
แบบภาคสนาม (Field Try Out)	83.01/82.13

ตารางที่ 33 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) จำนวน 3 คน

คนที่	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4		ชุดที่ 5	
	แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	7	5	7	4	9	5	7	4	8
2	3	7	3	7	4	6	4	8	5	7
3	4	7	4	8	3	7	4	8	4	7
ความต่าง	10		10		11		10		9	
ประสิทธิผล	0.53		0.56		0.58		0.59		0.53	
ค่าเฉลี่ยดัชนีประสิทธิผล									**0.56**	

ตารางที่ 34 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Try Out) จำนวน 3 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣP_2	ΣP_1	N	F	E.I.
1	21	11	3	10	0.53
2	22	12	3	10	0.56
3	22	11	3	10	0.58
4	23	13	3	10	0.59
5	22	13	3	10	0.53
เฉลี่ย	**22.00**	**12.00**	**3.00**	**10.00**	**0.56**

ตารางที่ 35 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) จำนวน 9 คน

คนที่	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4		ชุดที่ 5	
	แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	5	8	2	9	2	8	5	8	4	7
2	3	7	3	8	4	7	4	8	3	8
3	3	8	5	7	5	7	2	8	5	8
4	2	8	5	8	4	9	3	8	2	8
5	5	8	4	8	2	8	3	7	4	9
6	4	7	4	7	3	7	2	8	2	8
7	4	9	6	9	4	8	4	8	3	7
8	3	8	5	8	2	8	4	8	3	8
9	2	8	4	8	2	8	2	8	3	8
ความต่าง	40		34		42		42		42	
ประสิทธิผล	0.68		0.65		0.68		0.69		0.69	
ค่าเฉลี่ยดัชนีประสิทธิผล									**0.68**	

ตารางที่ 36 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Try Out) จำนวน 9 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣP_2	ΣP_1	N	F	E.I.
1	71	31	9	10	0.68
2	72	38	9	10	0.65
3	70	28	9	10	0.68
4	71	29	9	10	0.69
5	71	29	9	10	0.69
เฉลี่ย	**71.00**	**31.00**	**9.00**	**10.00**	**0.68**

ตารางที่ 37 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) จำนวน 30 คน

คนที่	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4		ชุดที่ 5	
	แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	3	8	5	8	4	9	4	8	5	7
2	3	9	3	8	5	9	5	7	3	9
3	4	8	3	8	5	7	5	8	3	7
4	2	9	3	9	3	9	3	8	3	9
5	4	8	4	8	4	9	4	8	4	8
6	2	8	5	8	5	7	5	8	5	7
7	3	9	6	9	4	8	4	9	2	8
8	5	8	3	8	3	8	2	8	3	8
9	4	9	4	8	4	9	4	7	5	8
11	3	8	3	8	5	8	2	7	6	8
12	4	9	5	7	6	7	6	8	3	9
13	2	9	3	7	3	8	5	8	5	8
14	5	8	2	9	4	8	4	8	2	7
15	4	9	2	8	3	8	3	9	4	8
16	4	8	4	8	5	8	4	8	3	9
17	6	7	3	8	3	9	6	9	5	9
18	4	8	5	9	5	8	5	8	5	9
19	5	8	5	8	5	9	4	9	4	9
20	2	8	4	8	4	9	4	8	5	8

ตารางที่ 37 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการทดลองทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) จำนวน 30 คน (ต่อ)

คนที่	ชุดที่ 1		ชุดที่ 2		ชุดที่ 3		ชุดที่ 4		ชุดที่ 5	
	แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10		แบบทดสอบ คะแนนเต็ม 10	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
21	4	9	2	8	5	8	4	8	4	9
22	3	7	2	8	4	8	5	8	5	8
23	3	8	4	8	2	8	5	8	3	8
24	4	8	3	9	4	8	4	8	5	8
25	3	9	5	9	3	8	3	8	5	8
26	4	8	5	8	5	8	4	9	4	9
27	2	8	4	8	5	8	2	9	3	8
28	5	8	3	7	4	8	5	9	5	8
29	4	8	2	8	3	8	2	9	4	8
30	4	9	3	8	3	8	4	8	4	8
ความต่าง	139		134		124		123		125	
ประสิทธิผล	0.72		0.70		0.69		0.69		0.71	
ค่าเฉลี่ยดัชนีประสิทธิผล									**0.70**	

ตารางที่ 38 แสดงผลการสรุปค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการทดลองแบบภาคสนาม (Field Try Out) จำนวน 30 คน

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	ΣP_2	ΣP_1	N	F	E.I.
1	247	108	30	10	0.72
2	242	108	30	10	0.70
3	245	121	30	10	0.69
4	246	123	30	10	0.69
5	246	121	30	10	0.71
เฉลี่ย	**245.20**	**116.20**	**30.00**	**10.00**	**0.70**

ตารางที่ 39 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม 540 คะแนน
	1 112 คะแนน	2 92 คะแนน	3 132 คะแนน	4 92 คะแนน	5 112 คะแนน	
1	94	80	106	76	90	446
2	92	78	105	76	90	441
3	95	78	105	75	92	445
4	96	78	111	78	90	453
5	94	79	112	79	90	454
6	93	80	110	74	94	451
7	96	75	112	80	96	459
8	93	75	112	78	95	453
9	95	76	105	78	92	446
10	92	76	104	78	96	446
11	96	78	114	79	94	461
12	96	74	114	76	94	454
13	93	74	109	74	90	440
14	93	76	110	75	92	446
15	92	78	111	74	94	449
16	94	73	116	74	93	450
17	93	75	110	72	96	446
18	92	78	106	76	96	448
19	95	79	109	78	94	455
20	93	78	105	73	96	445

ตารางที่ 39 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์ 80 ตัวแรก (ต่อ)

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					รวม 540 คะแนน
	1 112 คะแนน	2 92 คะแนน	3 132 คะแนน	4 92 คะแนน	5 112 คะแนน	
21	92	78	111	78	92	451
22	90	74	112	80	96	452
23	94	74	110	78	94	450
24	90	76	109	78	96	449
25	92	80	108	78	92	450
26	94	73	108	79	96	450
27	90	75	109	78	96	448
28	92	78	112	72	91	445
29	96	79	112	78	92	457
30	93	74	109	73	96	445
31	93	74	110	78	93	448
32	94	72	116	80	96	458
33	96	77	114	78	94	459
34	94	76	105	78	94	447
35	92	76	112	78	96	454
36	91	76	113	80	92	452
37	92	78	112	73	92	447
38	92	78	106	74	93	443
รวม	3544	2906	4174	2914	3555	17093
E_1	**83.27**	**83.12**	**83.21**	**83.35**	**83.53**	**83.30**

ตารางที่ 40 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					คะแนนเต็ม 50 คะแนน
	1 10 คะแนน	2 10 คะแนน	3 10 คะแนน	4 10 คะแนน	5 10 คะแนน	
1	8	8	9	8	7	40
2	7	8	9	7	9	40
3	8	8	7	8	7	38
4	8	8	9	8	8	41
5	8	8	8	9	9	42
6	9	8	8	8	9	42
7	8	8	8	8	8	40
8	8	8	8	8	8	40
9	8	9	8	8	8	41
10	9	9	8	8	8	42
11	8	8	8	9	9	42
12	9	9	8	9	8	43
13	8	8	8	8	8	40
14	9	8	9	7	8	41
15	8	8	7	8	7	38
16	9	9	9	8	9	44
17	8	8	9	8	8	41
18	8	8	8	9	8	41
19	8	9	8	9	9	43
20	9	7	8	8	8	40

ตารางที่ 40 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตามเกณฑ์ 80 ตัวหลัง (ต่อ)

คนที่	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (ชุดที่ 1 – 5)					คะแนนเต็ม 50 คะแนน
	1 10 คะแนน	2 10 คะแนน	3 10 คะแนน	4 10 คะแนน	5 10 คะแนน	
21	8	9	8	8	7	40
22	9	8	8	9	8	42
23	8	8	8	8	9	41
24	7	9	9	9	9	43
25	8	9	8	8	9	42
26	8	8	8	9	8	41
27	8	9	8	9	9	43
28	8	8	8	9	9	42
29	9	7	8	8	8	40
30	8	9	8	8	7	40
31	9	8	8	9	8	42
32	8	8	8	8	9	41
33	9	9	9	9	9	45
34	8	9	8	8	9	42
35	8	8	8	8	8	40
36	9	8	9	8	8	42
37	8	8	8	8	8	40
38	8	8	9	9	8	42
รวม	313	314	312	315	313	1,567
E_2	**82.37**	**82.63**	**82.11**	**82.89**	**82.37**	**82.47**

ตารางที่ 41 แสดงผลการสรุปประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดที่	E_1	E_2	E_1/E_2
1	83.27	82.37	83.27/82.37
2	83.12	82.63	83.12/82.63
3	83.21	82.11	83.21/82.11
4	83.35	82.89	83.35/82.89
5	83.53	82.37	83.53/82.37
เฉลี่ย	83.30	82.47	83.30/82.47

ตารางที่ 42 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างรายบุคคล

นักเรียนคนที่	ทดสอบก่อนเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน	ทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน	ความแตกต่าง	ดัชนีประสิทธิผล
1	28	14	14	0.88
2	23	13	10	0.59
3	25	11	14	0.74
4	25	9	16	0.76
5	26	12	14	0.78
6	27	11	16	0.84
7	24	10	14	0.70
8	28	9	19	0.90
9	27	13	14	0.82
10	28	11	17	0.89
11	28	14	14	0.88
12	27	9	18	0.86
23	25	12	13	0.72
14	25	13	12	0.71
15	26	11	15	0.79
16	24	9	15	0.71
17	26	14	12	0.75
18	28	13	15	0.88
19	26	13	13	0.76
20	28	11	17	0.89

ตารางที่ 43 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างรายบุคคล (ต่อ)

นักเรียนคนที่	**ทดสอบก่อนเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน**	**ทดสอบหลังเรียน คะแนนเต็ม 30 คะแนน**	**ความแตกต่าง**	**ดัชนีประสิทธิผล**
25	25	7	18	0.78
26	26	12	14	0.78
27	27	9	18	0.86
28	24	10	14	0.70
29	26	12	14	0.78
30	27	11	16	0.84
31	25	10	15	0.75
32	25	9	16	0.76
33	24	9	15	0.71
34	24	8	16	0.73
35	25	12	13	0.72
36	25	5	20	0.80
37	24	13	11	0.65
38	26	8	18	0.82
รวม	984.00	405.00	-	
$\overline{X}$	25.89	10.66	-	
ร้อยละ	86.32	35.53	**ดัชนีประสิทธิผล (E.I.) = 0.79**	

ตารางที่ 43 แสดงค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 รายกลุ่ม

จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนรวมก่อนเรียน (คะแนน)	คะแนนรวมหลังเรียน (คะแนน)	ประสิทธิผล
38	1,140	405	984	0.79

ตารางที่ 44 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิด และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	$\overline{X}$	S.D.	df	t
ก่อนใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	38	10.66	2.21	37	**37.44****
หลังใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	38	25.89	1.48		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

```
T-TEST PAIRS=post WITH pre (PAIRED)
  /CRITERIA=CI(.9900)
  /MISSING=ANALYSIS.
```

T-Test

```
[DataSet0]
```

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	post	25.8947	38	1.48487	.24088
	pre	10.6579	38	2.20903	.35835

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	post & pre	38	.121	.471

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	99% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	post - pre	1.5236E1	2.50873	.40697	14.13175	16.34193	37.440	37	.000

ตารางที่ 45 แสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคล

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนทดสอบ หลังเรียน 30 คะแนน	ร้อยละของ คะแนนทดสอบ
1	30	28	93.33
2	30	23	76.67
3	30	25	83.33
4	30	25	83.33
5	30	26	86.67
6	30	27	90.00
7	30	24	80.00
8	30	28	93.33
9	30	27	90.00
10	30	28	93.33
11	30	28	93.33
12	30	27	90.00
13	30	25	83.33
14	30	25	83.33
15	30	26	86.67
16	30	24	80.00
17	30	26	86.67
18	30	28	93.33
19	30	26	86.67
20	30	28	93.33

ตารางที่ 45 แสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคล(ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คะแนนทดสอบ หลังเรียน 30 คะแนน	ร้อยละของ คะแนนทดสอบ
21	30	25	83.33
22	30	26	86.67
23	30	27	90.00
24	30	24	80.00
25	30	26	86.67
26	30	27	90.00
27	30	25	83.33
28	30	25	83.33
29	30	24	80.00
30	30	24	80.00
31	30	25	83.33
32	30	25	83.33
33	30	24	80.00
34	30	26	86.67
35	30	26	86.67
36	30	29	96.67
37	30	25	83.33
38	30	27	90.00
รวม	**1,140**	**984**	**86.32**

ตารางที่ 46 แสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายกลุ่ม

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนทดสอบ	ร้อยละของคะแนนสอบ
หลังเรียนโดยใช้ชุดการสอน	1,500	1,294	86.27

ตารางที่ 47 แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคล

นักเรียนคนที่	% Post test	% Pre test	normalized gain <g>	ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้
1	93.33	46.67	0.88	High gain
2	76.67	43.33	0.59	Medium gain
3	83.33	36.67	0.74	High gain
4	83.33	30.00	0.76	High gain
5	86.67	40.00	0.78	High gain
6	90.00	36.67	0.84	High gain
7	80.00	33.33	0.70	High gain
8	93.33	30.00	0.90	High gain
9	90.00	43.33	0.82	High gain
10	93.33	36.67	0.89	High gain
11	93.33	46.67	0.88	High gain
12	90.00	30.00	0.86	High gain
23	83.33	40.00	0.72	High gain
14	83.33	43.33	0.71	High gain
15	86.67	36.67	0.79	High gain
16	80.00	30.00	0.71	High gain

ตารางที่ 47 แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำใช้กับกลุ่มตัวอย่าง รายบุคคล (ต่อ)

นักเรียนคนที่	% Post test	% Pre test	normalized gain <g>	ระดับความก้าวหน้าทางการเรียนรู้
17	86.67	46.67	0.75	High gain
18	93.33	43.33	0.88	High gain
19	86.67	43.33	0.76	High gain
20	93.33	36.67	0.89	High gain
21	83.33	23.33	0.78	High gain
22	86.67	40.00	0.78	High gain
23	90.00	30.00	0.86	High gain
24	80.00	33.33	0.70	High gain
25	86.67	40.00	0.78	High gain
26	90.00	36.67	0.84	High gain
27	83.33	33.33	0.75	High gain
28	83.33	30.00	0.76	High gain
29	80.00	30.00	0.71	High gain
30	80.00	26.67	0.73	High gain
31	83.33	40.00	0.72	High gain
32	83.33	16.67	0.80	High gain
33	80.00	43.33	0.65	Medium gain
34	86.67	26.67	0.82	High gain
35	86.67	33.33	0.80	High gain
36	96.67	20.00	0.96	High gain
37	83.33	33.33	0.75	High gain
38	90.00	40.00	0.83	High gain
ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนรู้			**0.79**	**High gain**

ตารางที่ 48 แสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นระเวลา 3 สัปดาห์ รายบุคคล

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ คะแนนเต็ม 30	คะแนนทดสอบ ความคงทนในการเรียนรู้ 30	ร้อยละของ คะแนนทดสอบ
1	30	27	90.00
2	30	23	76.67
3	30	22	73.33
4	30	23	76.67
5	30	24	80.00
6	30	25	83.33
7	30	22	73.33
8	30	25	83.33
9	30	24	80.00
10	30	24	80.00
11	30	23	76.67
12	30	24	80.00
13	30	22	73.33
14	30	23	76.67
15	30	23	76.67
16	30	22	73.33
17	30	24	80.00
18	30	24	80.00
19	30	23	76.67
20	30	26	86.67

ตารางที่ 48 แสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นระเวลา 3 สัปดาห์ รายบุคคล (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนทดสอบ คะแนนเต็ม 30	คะแนนทดสอบ ความคงทนในการเรียนรู้ 30	ร้อยละของ คะแนนทดสอบ
21	30	24	80.00
22	30	25	83.33
23	30	24	80.00
24	30	24	80.00
25	30	24	80.00
26	30	23	76.67
27	30	24	80.00
28	30	23	76.67
29	30	23	76.67
30	30	22	73.33
31	30	23	76.67
32	30	23	76.67
33	30	23	76.67
34	30	24	80.00
35	30	23	76.67
36	30	25	83.33
37	30	23	76.67
38	30	24	80.00

ตารางที่ 49 แสดงร้อยละของคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นระเวลา 3 สัปดาห์ รายกลุ่ม

คะแนนทดสอบ ความคงทนในการเรียนรู้	**คะแนนเต็ม**	**คะแนนทดสอบ**	**ร้อยละของคะแนนสอบ**
ภายหลังการใช้ชุดกิจกรรมเสร็จสิ้นเป็นระเวลา 3 สัปดาห์	1,140	897	78.68

ตารางที่ 50 แสดงค่าผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	**ผู้เชี่ยวชาญคนที่**							**เฉลี่ย**	**S.D.**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**		
1. รูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. องค์ประกอบมีความชัดเจน ครบถ้วน เพียงพอ จำนวนชุดกิจกรรมการเรียนรู้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	5	5	4.86	0.38
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลารองรับศักยภาพและขีดความสามารถของนักเรียน	5	5	5	4	5	5	5	4.86	0.38
4. ระยะเวลามีความเหมาะสมต่อการศึกษาเรียนรู้ชุดฝึกทักษะแต่ละชุด	5	5	5	5	4	5	5	4.86	0.38
5. ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา (ภาพถ่าย/ภาพวาด) ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและเหมาะสม	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00

ตารางที่ 50 แสดงค่าผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							เฉลี่ย	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7		
6. แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์และมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ นำไปสู่แนวทางเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
7. แนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) ช่วยกระตุ้นความสนใจ ใฝ่รู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน	5	4	5	5	5	5	5	4.86	0.38
8. มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายเพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
9. เนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่พอเหมาะ	5	5	5	5	5	5	4	4.86	0.38
10. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นกระบวนการกลุ่มและช่วยกัน กำหนดแนวทางการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ สร้างสรรค์ผลงานผ่านกิจกรรมที่ผลักดันให้เกิดการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
11. ออกแบบ ประยุกต์ใช้สื่อการสอน รวมถึงการนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ	5	4	5	5	5	5	5	4.86	0.38
12. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติจริงจนมีความมั่นใจประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่นได้	5	5	4	5	5	5	5	4.86	0.38

ตารางที่ 50 แสดงค่าผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ โดยผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่							เฉลี่ย	S.D.
	1	2	3	4	5	6	7		
14.นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียน	4	5	5	5	5	5	5	4.86	0.38
15.ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	4	5	5	5	5	4.86	0.38
ค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพของแบบประเมินความพึงพอใจ								**4.91**	
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน								**0.28**	

ตารางที่ 51 แสดงค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

คนที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
2	4	4	3	3	5	3	3	3	3	4	4	3	3	5	3
3	4	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4
6	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
7	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
8	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4
9	4	5	4	4	5	4	4	4	4	3	2	4	4	3	4
10	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

ตารางที่ 51 แสดงค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน (ต่อ)

คนที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
11	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5
12	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	5	4
13	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5
14	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5
15	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4
16	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
17	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
18	3	5	3	3	5	3	3	3	3	2	4	3	3	5	3
19	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4
20	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
21	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4
22	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	5	4
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5
25	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
26	3	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5
27	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5
28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5
29	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4
30	5	5	5	5	4	5	3	4	4	3	4	4	4	4	4

ตารางที่ 52 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรีย โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

Scale: ALL

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded[a]	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.900	15

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
a1	62.7333	37.237	.244	.908
a2	62.6000	38.869	.072	.913
a3	62.6333	33.068	.895	.882
a4	62.6333	33.068	.895	.882
a5	62.6333	40.171	-.077	.914
a6	62.6333	33.068	.895	.882
a7	62.7000	32.562	.889	.881
a8	62.6667	32.782	.937	.880
a9	62.6667	32.782	.937	.880
a10	63.0000	34.690	.533	.896
a11	62.8667	39.844	-.050	.919
a12	62.6667	32.782	.937	.880
a13	62.6667	32.782	.937	.880
a14	62.5667	39.082	.076	.910
a15	62.6667	32.782	.937	.880

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
67.1667	39.937	6.31956	15

ตารางที่ 53 แสดงค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

คนที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	5	4
2	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5
3	5	5	4	4		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4
5	5	5	5	4	5	4	4	3	3	4	4	4	5	5	2
6	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
7	3	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
9	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	3	5	5	4	4
10	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5
11	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5	5	5
12	5	4	5	5	4	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4
13	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
14	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5
15	5	4	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5
16	4	3	5	4	4	4	5	4	4	4	3	4	5	4	5
17	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	5	5	5	5	3	4	5	5	5	3	4	4	5	5	4
20	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5

ตารางที่ 53 แสดงค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

คนที่	ข้อที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
22	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4
23	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5
24	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4
25	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
26	3	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
27	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5
28	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
29	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	3	4
30	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	3	5
31	4	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4
32	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4
33	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5
34	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5
35	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	3	4	4
36	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
37	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5
38	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4

ตารางที่ 54 แสดงผลสรุปค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

รายการประเมิน	ความคิดเห็น			ระดับความพึงพอใจ
	รวม	เฉลี่ย	S.D.	
1. รูปแบบชุดฝึกทักษะมีความน่าสนใจเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	173	4.55	0.60	มากที่สุด
2. องค์ประกอบมีความชัดเจน ครบถ้วนเพียงพอ จำนวนชุดฝึกทักษะครอบคลุมสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	172	4.53	0.56	มากที่สุด
3. เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา รองรับศักยภาพและขีดความสามารถของนักเรียน	175	4.61	0.50	มากที่สุด
4. ระยะเวลามีความเหมาะสมต่อการศึกษาเรียนรู้ชุดฝึกทักษะแต่ละชุด	174	4.58	0.50	มากที่สุด
5. ภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา (ภาพถ่าย/ภาพวาด) ในชุดฝึกทักษะมีความชัดเจนและเหมาะสม	166	4.49	0.56	มาก
6. กลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะ ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์โดยเน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์และมีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ นำไปสู่แนวทางเพื่อหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง	178	4.68	0.53	มากที่สุด
7. กระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5 STEPs) ช่วยกระตุ้นความสนใจ ใฝ่รู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน	177	4.66	0.53	มากที่สุด
8. มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายส่งเสริมต่อพัฒนาการทางการเรียนรู้และทักษะการคำนวณ	176	4.63	0.59	มากที่สุด
9. เนื้อหาในชุดกิจกรรมให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่พอเหมาะ	172	4.53	0.60	มากที่สุด

ตารางที่ 54 แสดงผลสรุปค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน (ต่อ)

รายการประเมิน	**ความคิดเห็น**			**ระดับความพึงพอใจ**
	รวม	**เฉลี่ย**	**S.D.**	
10. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นกระบวนการกลุ่มและช่วยกันกำหนดแนวทางการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ สร้างสรรค์ผลงานผ่านกิจกรรมที่ผลักดันให้เกิดการเรียนรู้	173	4.55	0.55	มากที่สุด
11. ออกแบบ ประยุกต์ใช้สื่อการสอน รวมถึงการนำเสนอเนื้อหามีความน่าสนใจ	171	4.50	0.65	มาก
12. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน เกิดความคิดรวบยอด และสามารถสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	172	4.53	0.51	มากที่สุด
13. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติจริงจนมีความมั่นใจประยุกต์ใช้กับสาระการเรียนรู้อื่นได้	175	4.61	0.59	มากที่สุด
14. นักเรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียน	173	4.55	0.69	มากที่สุด
15.ชุดฝึกทักษะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	174	4.58	0.64	มากที่สุด
รวม	2,601	68.57	8.60	-
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	**173.40**	4.57	0.57	**มากที่สุด**

ภาคผนวก ง

การเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ข้าพเจ้าได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการที่ได้จัดทำขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อวงการวิชาการ และเพื่อประโยชน์ต่อวิชาชีพครูใน 2 ลักษณะ คือ

1. เผยแพร่ในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งให้กับโรงเรียนต่าง ๆ ภายในจังหวัดชุมพร รวมทั้งสิ้นจำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่

1.1 โรงเรียนศรียาภัย	จังหวัดชุมพร
1.2 โรงเรียนละแมวิทยา	จังหวัดชุมพร
1.3 โรงเรียนสวีวิทยา	จังหวัดชุมพร
1.4 โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก	จังหวัดชุมพร
1.5 โรงเรียนศรียาภัย 2	จังหวัดชุมพร
1.6 โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา	จังหวัดชุมพร
1.7 โรงเรียนสวนศรีวิทยา	จังหวัดชุมพร

2. เผยแพร่ในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งให้กับโรงเรียนต่าง ๆ รวมทั้งสิ้นจำนวน 12 โรงเรียน ได้แก่

2.1 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ	จังหวัดสงขลา
2.2 โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา	จังหวัดศรีสะเกษ
2.3 โรงเรียนไชยาวิทยา	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2.4 โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา	จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2.5 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี	จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.6 โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร	จังหวัดหนองบัวลำภู
2.7 โรงเรียนพัทลุง	จังหวัดพัทลุง
2.8 โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร	จังหวัดอุบลราชธานี
2.9 โรงเรียนสมอทองปทีปพลีผลอุปถัมภ์	จังหวัดอุทัยธานี
2.10 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย	จังหวัดสงขลา
2.11 โรงเรียนน่านนคร	จังหวัดน่าน
2.12 โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)	จังหวัดกรุงเทพมหานคร

เผยแพร่ในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งให้กับโรงเรียนต่าง ๆ ภายในจังหวัดชุมพร รวมทั้งสิ้นจำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่

1.1 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนศรียาภัย จังหวัดชุมพร**

โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1595
วันที่ 5 ส.ค. 63
เวลา 8.10 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๓/ส๒๑

โรงเรียนศรียาภัย
ถนนพิศิษฐพยาบาล อำเภอเมืองชุมพร
จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๕ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๑ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนศรียาภัยตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนศรียาภัยได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ นำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

โรงเรียน...มาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายนันธชัย แย้มโสพิศ)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการโรงเรียนศรียาภัย

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
☑ เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
☑ เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารงานทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

☑ ทราบ
☑ มอบ...

ผู้อำนวยการ

กลุ่มบริหารงานวิชาการ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โทร ๐ ๗๗๕๐ ๓๓๗๖ ต่อ ๑๐๔, ๑๒๑
โทรสาร ๐ ๗๗๕๐ ๓๓๗๖ ต่อ ๑๑๐

☑ ทราบ
☑ มอบ...

๕ ส.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/~~นาง/นางสาว~~) อนุสรณ์ ทองดี ตำแหน่ง ครู
วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
โรงเรียน สอาดฯ อำเภอ เมือง
จังหวัด ชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

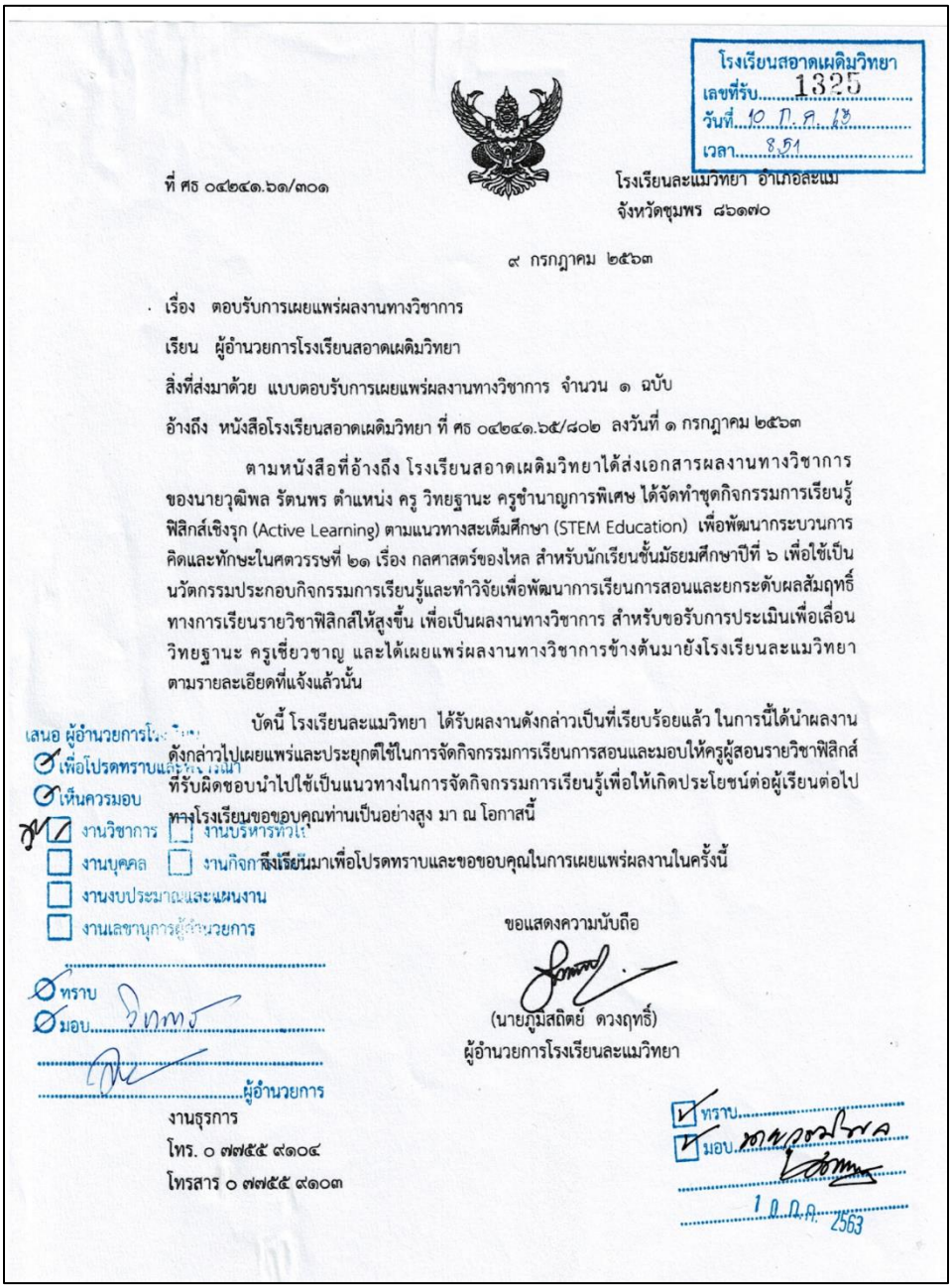
ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
เป็นชุดกิจกรรมที่ดีควรมีการนำไปใช้พัฒนากระบวนการคิดและเครื่องมือทักษะชีวิตให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ลงชื่อ ..... ผู้ตอบรับ
(นายอนุสรณ์ ทองดี)
24 / ก.ค. / 2563

1.2 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนละแมวิทยา จังหวัดชุมพร**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1325
วันที่ 10 ก.ค. 63
เวลา 8.51

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๑/๓๐๑

โรงเรียนละแมวิทยา อำเภอละแม
จังหวัดชุมพร ๘๖๑๗๐

๙ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๐๒ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนละแมวิทยาตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนละแมวิทยา ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายภูมิสถิตย์ ดวงฤทธิ์)
ผู้อำนวยการโรงเรียนละแมวิทยา

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ

ผู้อำนวยการ
งานธุรการ
โทร. ๐ ๗๗๕๕ ๙๑๐๔
โทรสาร ๐ ๗๗๕๕ ๙๑๐๓

ทราบ
มอบ

10 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11

ปีที่เผยพร่ 2563

ข้าพเจ้า (~~นาย/นาง~~/นางสาว) ชลิตา กลางเวหา ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ - กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียน ละแมวิทยา อำเภอ ละแม จังหวัด ชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

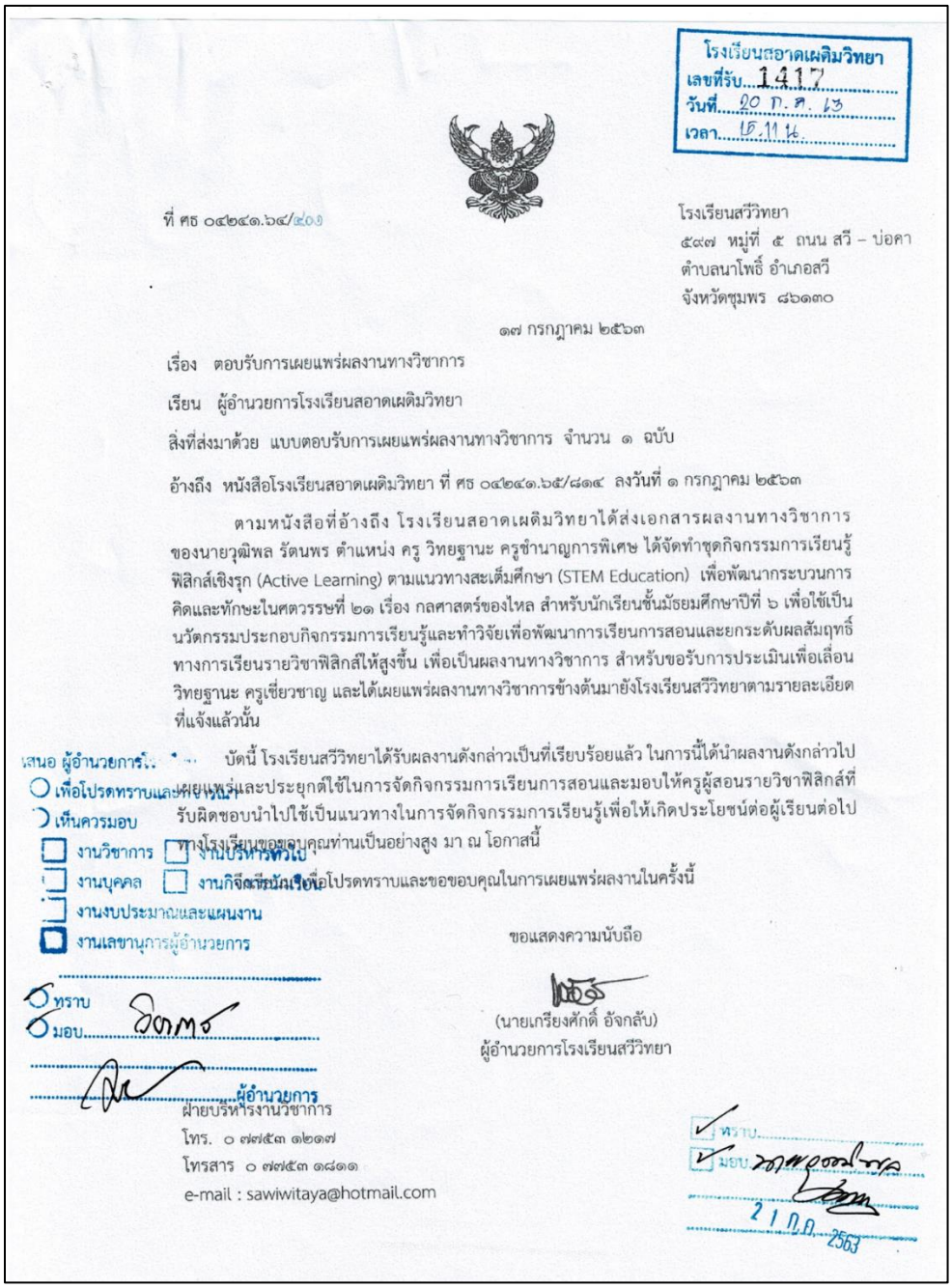
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นางสาวชลิตา กลางเวหา)
9 / ก.ค. / 63

1.3 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนสวีวิทยา จังหวัดชุมพร**



โรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1417
วันที่ 20 ก.ค. 63
เวลา 15.11 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๔/๕๐๑

โรงเรียนสวีวิทยา
๕๙๗ หมู่ที่ ๕ ถนน สวี – บ่อคา
ตำบลนาโพธิ์ อำเภอสวี
จังหวัดชุมพร ๘๖๑๓๐

๑๗ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๔ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนสวีวิทยาตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนสวีวิทยาได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายเกรียงศักดิ์ อัจฉกลับ)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสวีวิทยา

เสนอ ผู้อำนวยการโ...
○ เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
○ เห็นควรมอบ
☐ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ...

ผู้อำนวยการ

ฝ่ายบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐ ๗๗๕๓ ๑๒๑๗
โทรสาร ๐ ๗๗๕๓ ๑๘๑๑
e-mail : sawiwitaya@hotmail.com

ทราบ
มอบ...
21 ก.ค. 2563

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) ยุพร ดำศิลา ตำแหน่ง ครู
วิทยฐานะ ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
โรงเรียน สอาดวิทยา อำเภอ สอง
จังหวัด ชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

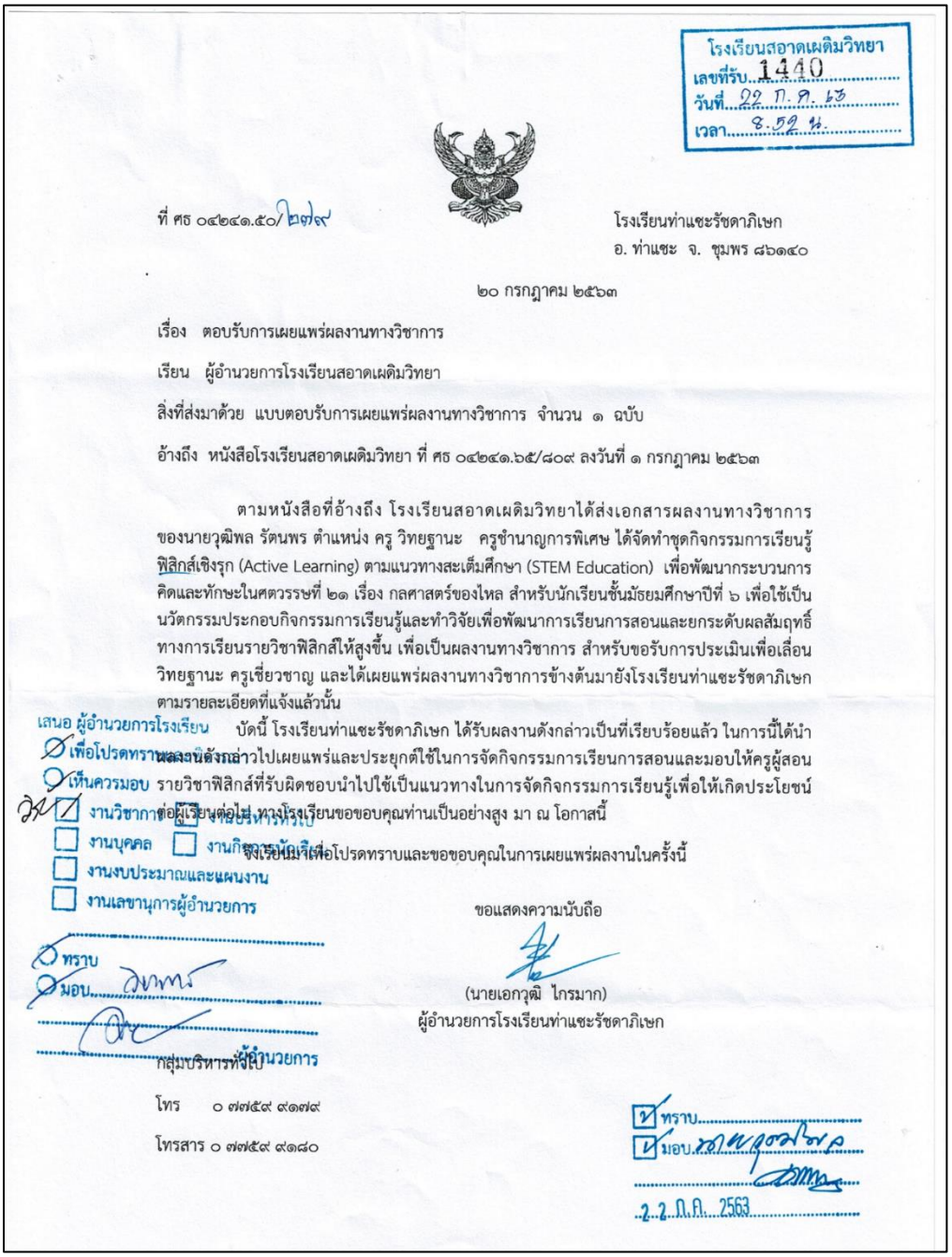
ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เอกสารน่าสนใจมากค่ะ

ลงชื่อ ..... ผู้ตอบรับ
(นางสาวยุพร ดำศิลา)
12 / ก.ค. / 63

1.4 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จังหวัดชุมพร**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1440
วันที่ 22 ก.ค. 63
เวลา 8.52 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๕๐/๒๗๙

โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก
อ. ท่าแซะ จ. ชุมพร ๘๖๑๔๐

๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๐๙ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายเอกวุฒิ ไกรมาก)
ผู้อำนวยการโรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
☑ เพื่อโปรดทราบ
☐ เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

☑ ทราบ
☑ มอบ
กลุ่มบริหารทั่วไป

☑ ทราบ
☑ มอบ
22 ก.ค. 2563

โทร ๐ ๗๗๕๙ ๙๑๗๙
โทรสาร ๐ ๗๗๕๙ ๙๑๘๐

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า นางสาวรุจิระ ขวัญสกุล ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก อำเภอ ท่าแซะ จังหวัด ชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑ ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- [x] มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- [x] มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- [x] กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- [x] มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- [x] มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- [x] มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- [x] เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

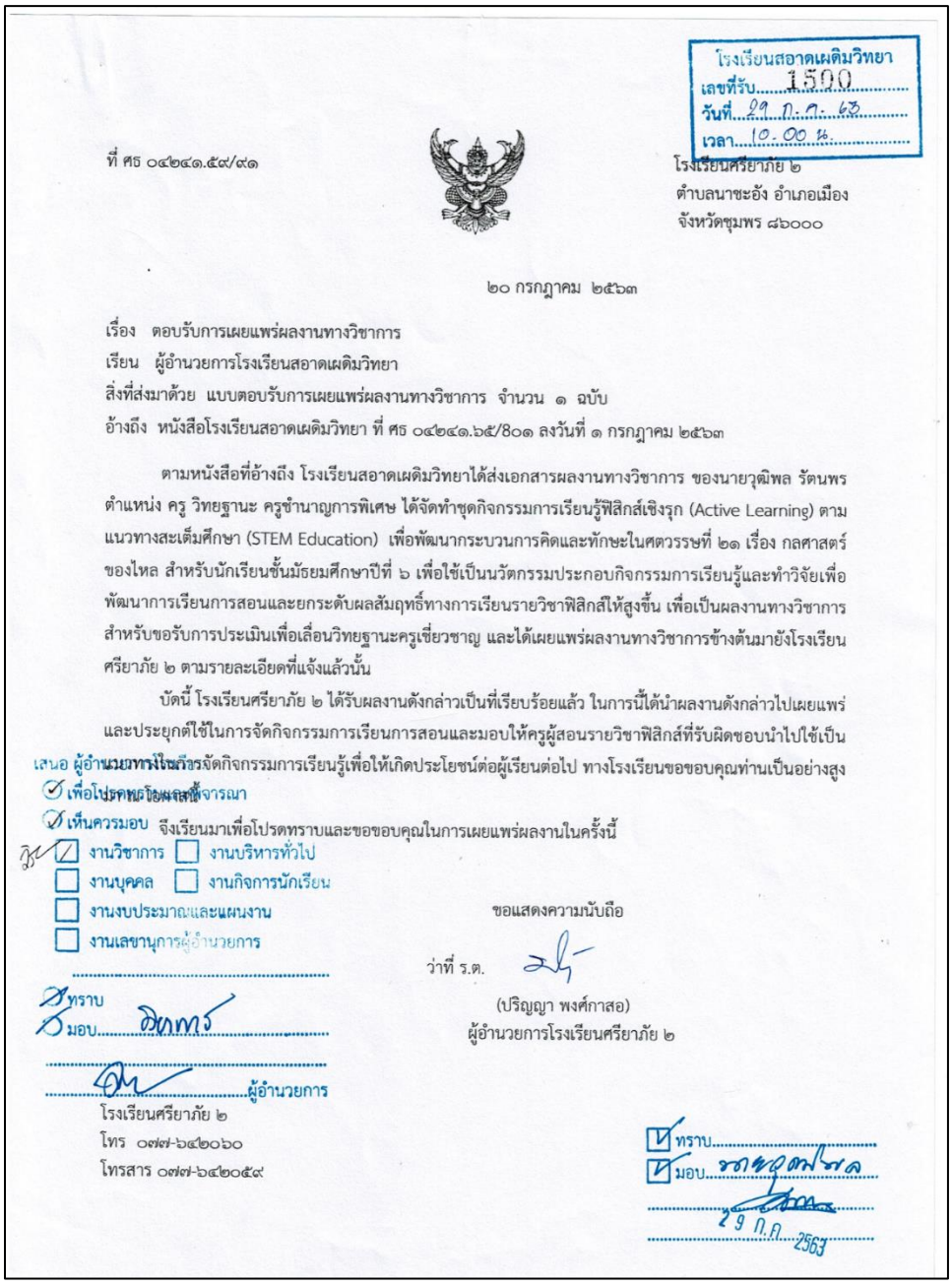
.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ

(นางสาวรุจิระ ขวัญสกุล)

๒๐ / ก.ค. / ๖๓

1.5 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนศรียาภัย 2 จังหวัดชุมพร**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1500
วันที่ 29 ก.ค. 63
เวลา 10.00 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๕๙/๙๑

โรงเรียนศรียาภัย ๒
ตำบลนาชะอัง อำเภอเมือง
จังหวัดชุมพร ๘๖๐๐๐

๒๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ
อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๐๑ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการสำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนศรียาภัย ๒ ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนศรียาภัย ๒ ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
☑ เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
☑ เห็นควรมอบ จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ.....

.....ผู้อำนวยการ
โรงเรียนศรียาภัย ๒
โทร ๐๗๗-๖๔๒๐๖๐
โทรสาร ๐๗๗-๖๔๒๐๕๙

ขอแสดงความนับถือ

ว่าที่ ร.ต.
(ปริญญา พงศ์กาสอ)
ผู้อำนวยการโรงเรียนศรียาภัย ๒

☑ ทราบ.....
☑ มอบ.....

29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11

ปีที่เผยพร่ 2563

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) ศศิธร สิตะนิรัญ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียน ศรียาภัยใต้ อำเภอ เมือง จังหวัด ชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....

ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

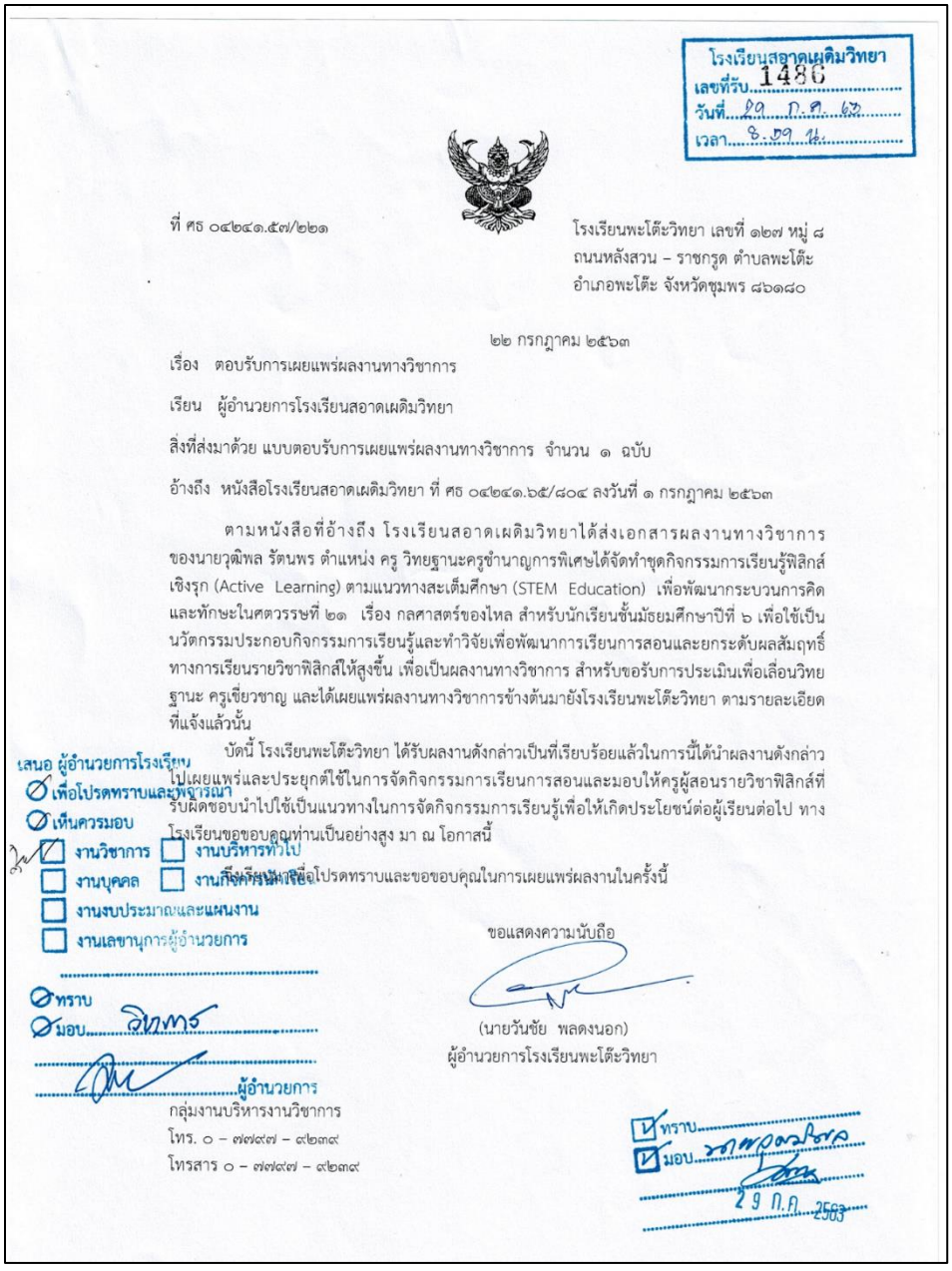
.....

ลงชื่อ ศศิธร ผู้ตอบรับ

(นางสาวศศิธร สิตะนิรัญ)

21 / กรกฎาคม / 2563

1.3 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนพะโต๊ะวิทยา จังหวัดชุมพร**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1486
วันที่ ๒๑ ก.ค. ๖๓
เวลา ๘.๒๑ น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๕๗/๒๒๑

โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา เลขที่ ๑๒๗ หมู่ ๘
ถนนหลังสวน – ราชกรูด ตำบลพะโต๊ะ
อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ๘๖๑๘๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๐๔ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนพะโต๊ะวิทยา ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้วในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายวันชัย พลดงนอก)
ผู้อำนวยการโรงเรียนพะโต๊ะวิทยา

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ
ทราบ
มอบ ลิขิตร
ผู้อำนวยการ
กลุ่มงานบริหารงานวิชาการ
โทร. ๐ – ๗๗๙๗ – ๙๒๓๙
โทรสาร ๐ – ๗๗๙๗ – ๙๒๓๙

ทราบ
มอบ
๒๙ ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา **จังหวัดชุมพร** สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยแพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า นางสาวพรพรรณ คณานุรักษ์ ตำแหน่ง ครู
วิทยฐานะ ชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียน พะโต๊ะวิทยา อำเภอ พะโต๊ะ
จังหวัด ชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก(Active Learning)ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง **จังหวัดชุมพร** เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- [/] มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- [/] มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- [/] กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- [/] มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- [/] มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- [/] มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- [/] เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

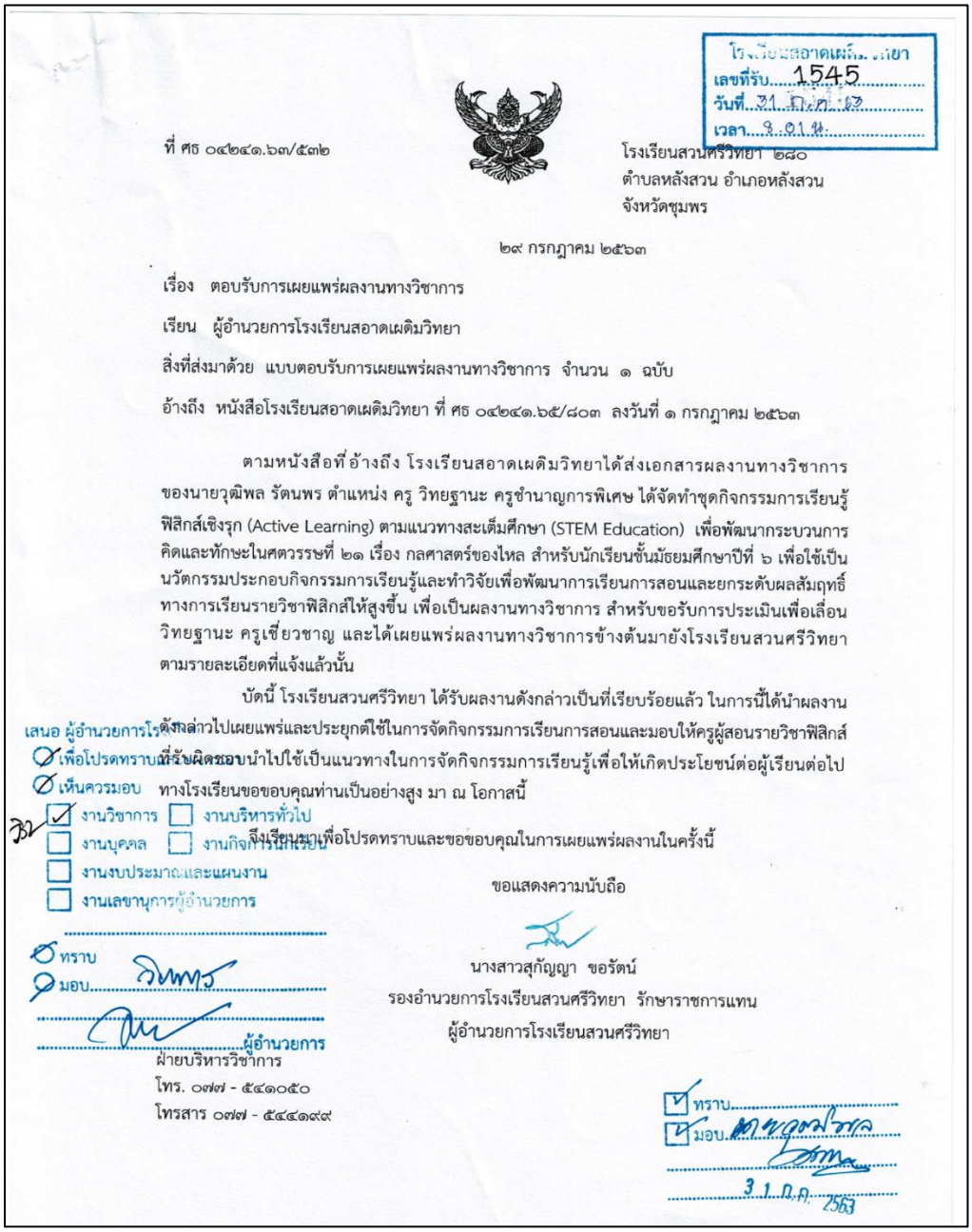
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นางสาวพรพรรณ คณานุรักษ์)
๒๒/กรกฎาคม/๒๕๖๓

1.7 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนสวนศรีวิทยา จังหวัดชุมพร**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1545
วันที่ 31 ก.ค. 63
เวลา 9.01 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๓/๕๓๒

โรงเรียนสวนศรีวิทยา ๒๘๐
ตำบลหลังสวน อำเภอหลังสวน
จังหวัดชุมพร

๒๙ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๐๓ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนสวนศรีวิทยาตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนสวนศรีวิทยา ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวสุกัญญา ขอรัตน์
รองอำนวยการโรงเรียนสวนศรีวิทยา รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการโรงเรียนสวนศรีวิทยา

ทราบ
มอบ

31 ก.ค. 2563

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เพื่อโปรดทราบ
เห็นควรมอบ
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ วิษณุ

ผู้อำนวยการ
ฝ่ายบริหารวิชาการ
โทร. ๐๗๗ - ๕๔๑๐๕๐
โทรสาร ๐๗๗ - ๕๔๔๑๙๙

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า.....นางสีประภา สุทธิสิน..... ตำแหน่ง.....ครู..... วิทยฐานะ.....ครูชำนาญการพิเศษ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... โรงเรียน.....สวนศรีวิทยา..... อำเภอ.....หลังสวน..... จังหวัด.....ชุมพร..... สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....๑๑.... ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

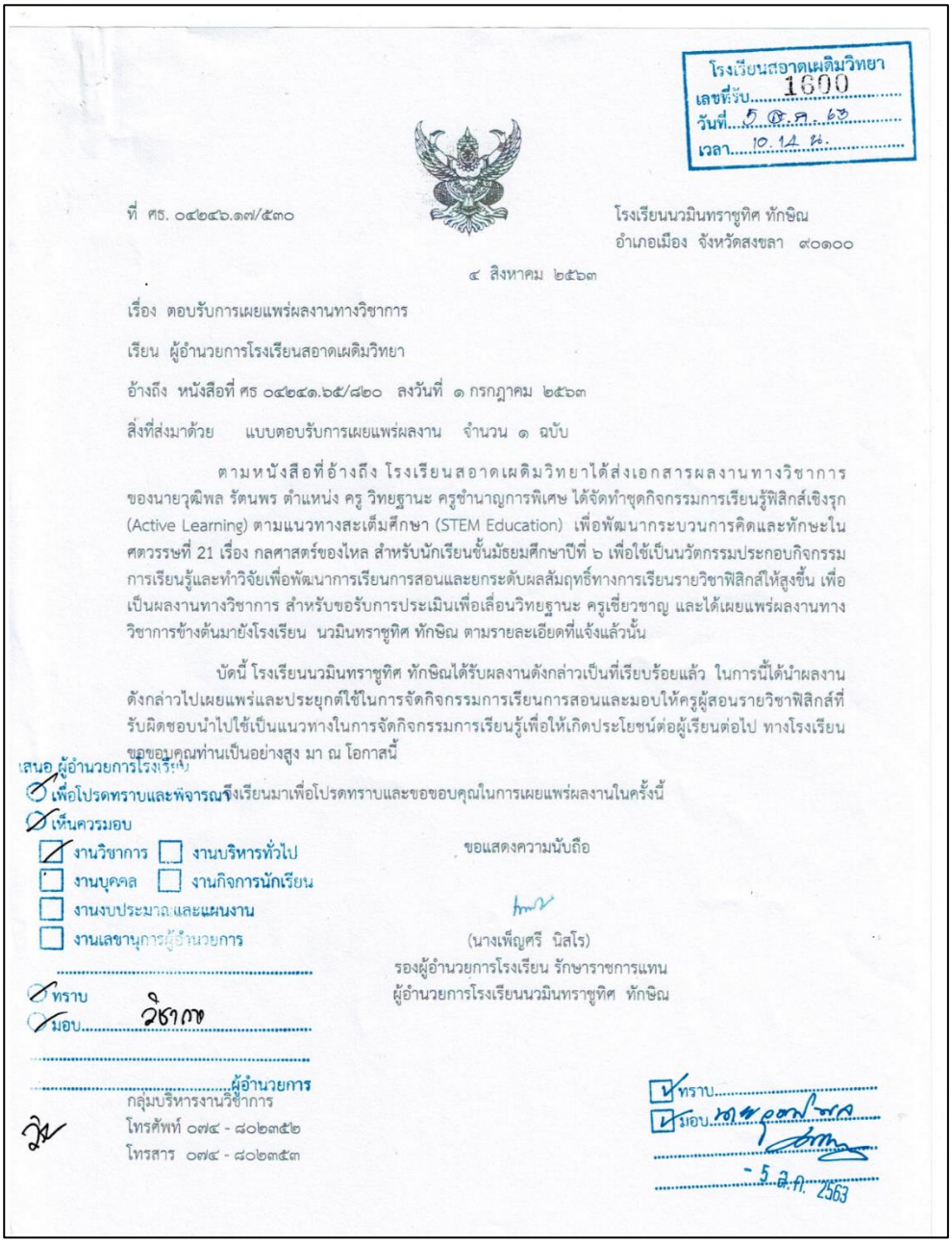
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้เป็นอย่างดี เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมมีความเหมาะสม

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นางสีประภา สุทธิสิน)
24 / ก.ค. / 63

เผยแพร่ในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ส่งให้กับโรงเรียนต่าง ๆ รวมทั้งสิ้นจำนวน 12 โรงเรียน ได้แก่

2.1 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ จังหวัดสงขลา**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1600
วันที่ 5 ธ.ค. 63
เวลา 10.14 น.

ที่ ศธ. ๐๔๒๔๖.๑๗/๕๓๐

โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ๙๐๑๐๐

๔ สิงหาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

อ้างถึง หนังสือที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๒๐ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงาน จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียน นวมินทราชูทิศ ทักษิณ ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
☑ เพื่อโปรดทราบและพิจารณาจึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้
☑ เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

☑ ทราบ
☑ มอบ วิชาการ

ผู้อำนวยการ
กลุ่มบริหารงานวิชาการ
โทรศัพท์ ๐๗๔ - ๘๐๒๓๕๒
โทรสาร ๐๗๔ - ๘๐๒๓๕๓

ขอแสดงความนับถือ

(นางเพ็ญศรี นิสโร)
รองผู้อำนวยการโรงเรียน รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมินทราชูทิศ ทักษิณ

☑ ทราบ
☑ มอบ
5 ธ.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า.....นางอมราลักษณ์ อับดลลาเฮียน .....ตำแหน่ง.....ครู..... วิทยฐานะ.....ครูชำนาญการพิเศษ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้..วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.. โรงเรียน.....นวมินทราชูทิศ ทักษิณ..... อำเภอ.....เมือง..... จังหวัด.....สงขลา.....สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....๑๖..... ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

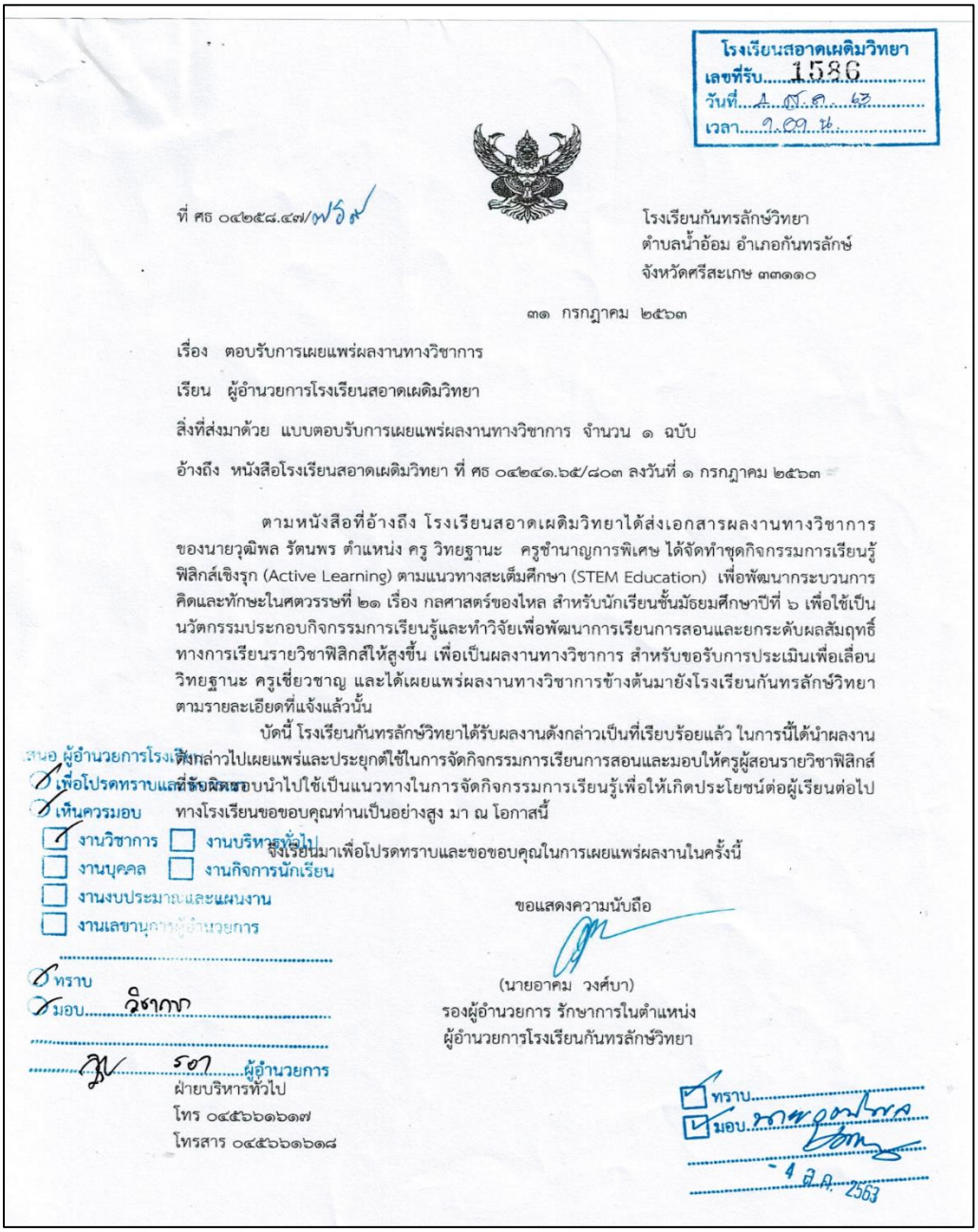
- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความท้าทาย น่าสนใจ ทำให้นักเรียนอยากรู้อยากค้นคว้าทดลอง ช่วยให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ มีความเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน สามารถนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นางอมราลักษณ์ อับดลลาเฮียน)
5 / สิงหาคม / 2563

2.2 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา จังหวัดศรีสะเกษ**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1586
วันที่ 1 ก.ค. 63
เวลา 9.09 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๕๘.๔๗/ฟอ

โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา
ตำบลน้ำอ้อม อำเภอกันทรลักษ์
จังหวัดศรีสะเกษ ๓๓๑๑๐

๓๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๐๓ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนกันทรลักษ์วิทยาได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอาคม วงศ์บา)
รองผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการโรงเรียนกันทรลักษ์วิทยา

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ วิชาการ

ผู้อำนวยการ
ฝ่ายบริหารทั่วไป
โทร ๐๔๕๖๖๑๖๑๗
โทรสาร ๐๔๕๖๖๑๖๑๘

ทราบ
มอบ
- 4 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า.....นางจิตติมา ใจเครือ .....ตำแหน่ง.....ครู..... วิทยฐานะ.....ครูชำนาญการพิเศษ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้.....วิทยาศาสตร์..... โรงเรียน.....กันทรลักษ์วิทยา..... อำเภอ.....กันทรลักษ์..... จังหวัด.....ศรีสะเกษ.....สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....๑๘..... ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

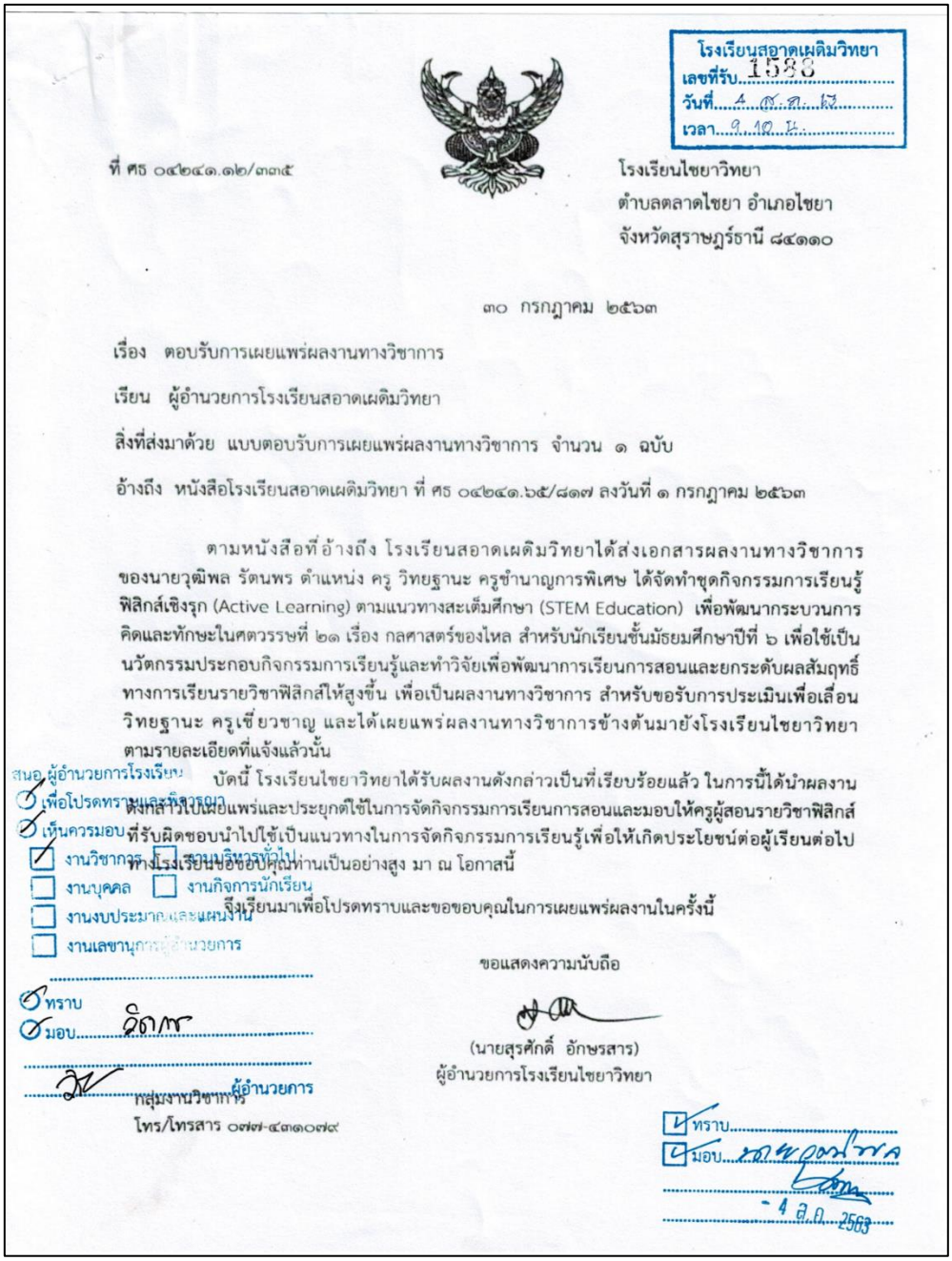
.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ

(นางจิตติมา ใจเครือ)

.....๓๑...../...ก.ค...../....๖๓.....

2.3 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนไชยาวิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1588
วันที่ 4 ส.ค. 63
เวลา 9.10 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๑๒/๓๓๕

โรงเรียนไชยาวิทยา
ตำบลตลาดไชยา อำเภอไชยา
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๘๔๑๑๐

๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๗ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนไชยาวิทยา ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนไชยาวิทยาได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายสุรศักดิ์ อักษรสาร)
ผู้อำนวยการโรงเรียนไชยาวิทยา

สนอ. ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ
ทราบ
มอบ
กลุ่มงานวิชาการ ผู้อำนวยการ
โทร/โทรสาร ๐๗๗-๔๓๑๐๗๙

ทราบ
มอบ
4 ส.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (~~นาย~~/นาง/~~นางสาว~~) จารุวรรณ ฉิ้นเฉลิม ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียน ไชยวิทยา อำเภอ ไชยา จังหวัด สุราษฎร์ธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11 ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

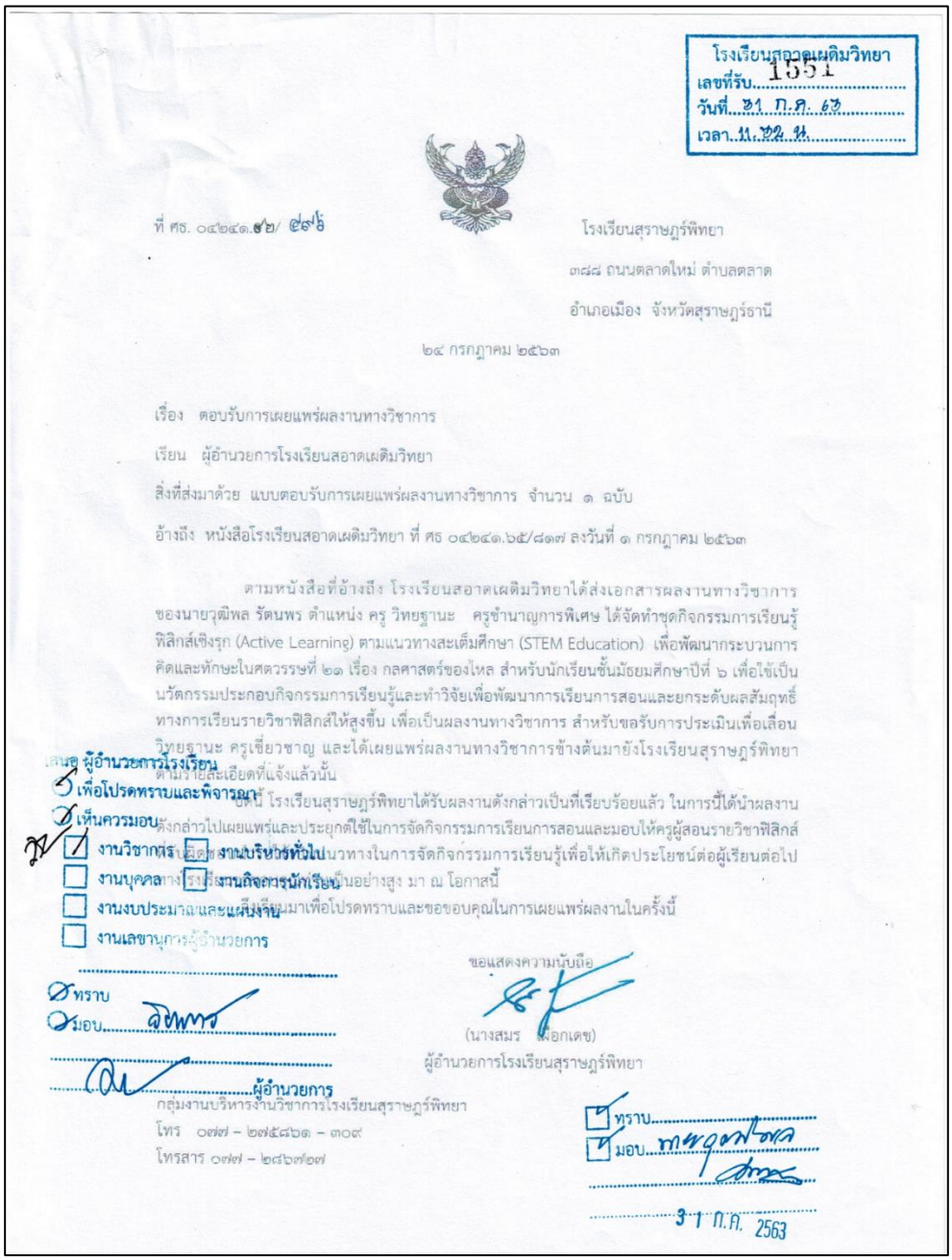
.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ

(นางจารุวรรณ ฉิ้นเฉลิม)

31 / กค. / 2563

2.4 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี**



โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา
เลขที่รับ 1551
วันที่ ๒๑ ก.ค. ๖๓
เวลา ๑๑.๒๒ น.

ที่ ศธ. ๐๔๒๔๑.๖๒/ ๔๙๖

โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา
๓๘๘ ถนนตลาดใหม่ ตำบลตลาด
อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

๒๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๗ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนสุราษฎร์พิทยาได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ [illegible] แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป [illegible] ให้เป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางสมร [illegible])
ผู้อำนวยการโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ [illegible]

ผู้อำนวยการ
กลุ่มงานบริหารงานวิชาการโรงเรียนสุราษฎร์พิทยา
โทร ๐๗๗ – ๒๗๕๘๖๑ – ๓๐๙
โทรสาร ๐๗๗ – ๒๘๖๗๒๗

ทราบ
มอบ [illegible]

31 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11

ปีที่เผยพร่ 2563

ข้าพเจ้า.....นายธีรเดช สกุลอ่อน..... ตำแหน่ง.....ครู..... วิทยฐานะ.....ชำนาญการ.....กลุ่มสาระการเรียนรู้...วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... โรงเรียน.....สุราษฎร์พิทยา..... อำเภอ.....เมือง..... จังหวัด.....สุราษฎร์ธานี.....สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....11..... ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

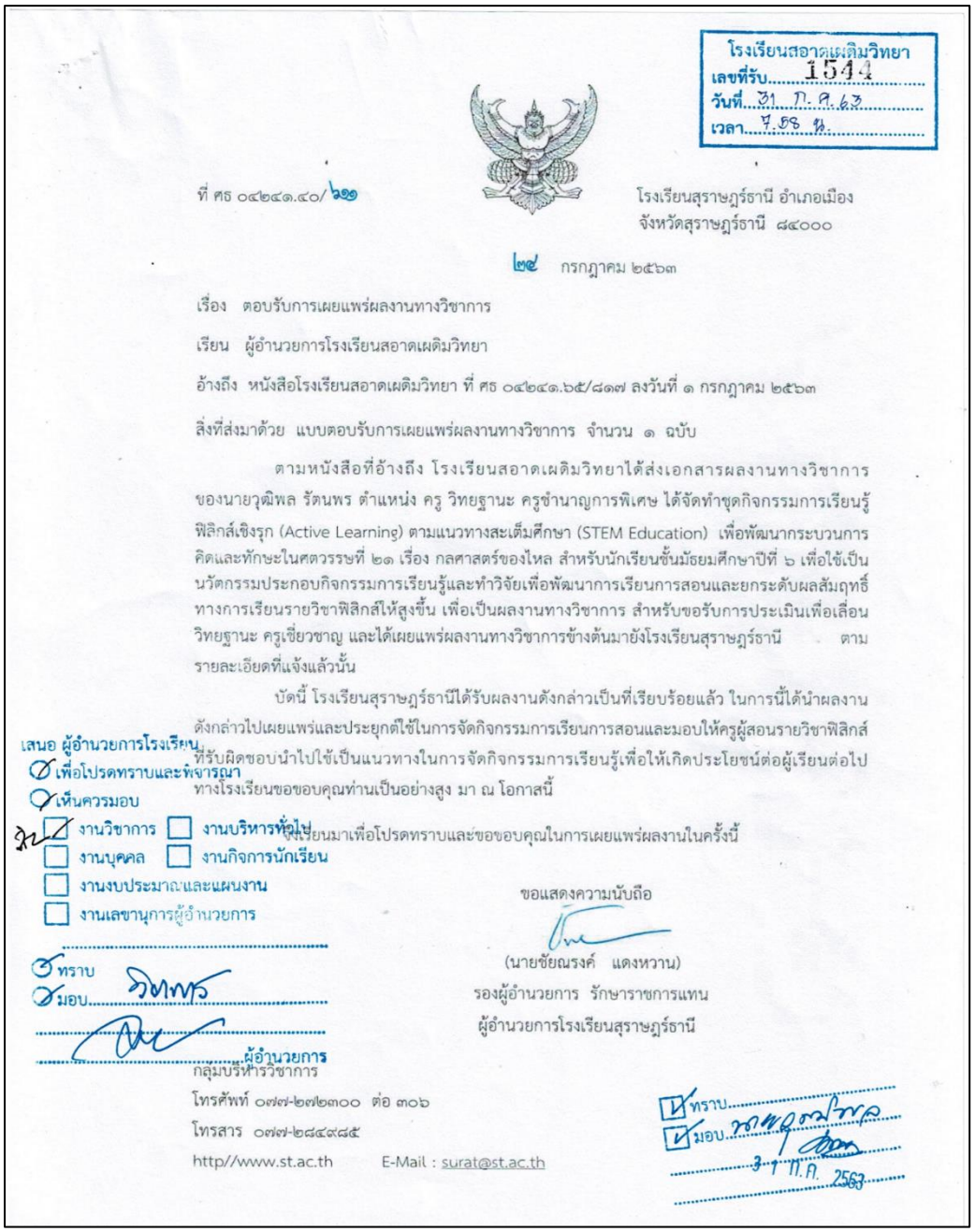
เป็นกิจกรรมที่ดีและสามารถนำไปใช้ได้

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ

(.....นายธีรเดช สกุลอ่อน.....)

.....24...../.....กรกฎาคม..../....2563.....

2.5 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี**



โรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1544
วันที่ 31 ก.ค. 63
เวลา 9.58 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๔๐/๖๑๑

โรงเรียนสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง
จังหวัดสุราษฎร์ธานี ๘๔๐๐๐

๒๙ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๗ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนสุราษฎร์ธานี ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนสุราษฎร์ธานีได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายชัยณรงค์ แดงหวาน)
รองผู้อำนวยการ รักษาราชการแทน
ผู้อำนวยการโรงเรียนสุราษฎร์ธานี

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
☑ เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
☐ เห็นควรมอบ
☐ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

☑ ทราบ
☑ มอบ วิทยฯ
ผู้อำนวยการ
กลุ่มบริหารวิชาการ

☑ ทราบ
☑ มอบ
31 ก.ค. 2563

โทรศัพท์ ๐๗๗-๒๗๒๓๐๐ ต่อ ๓๐๖
โทรสาร ๐๗๗-๒๘๔๙๘๕
http//www.st.ac.th E-Mail : surat@st.ac.th

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพรสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) นุจรี มณีจันทร์ ตำแหน่ง คศ.3
วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียน สุราษฎร์จานี อำเภอ เมือง
จังหวัด สุราษฎร์จานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 11
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

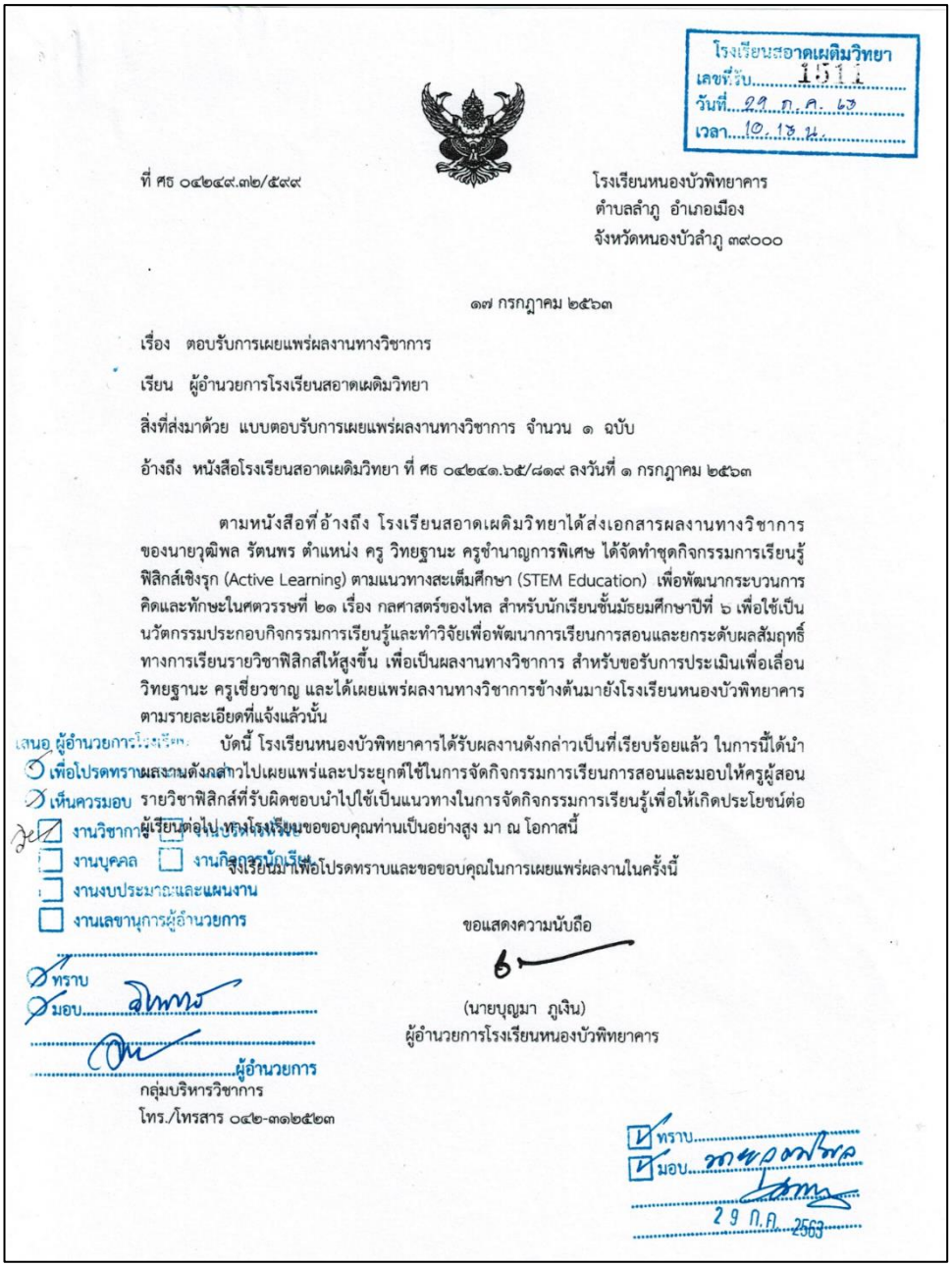
ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
กิจกรรมแปลกใหม่ น่าสนใจ ควรมีกิจกรรมส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ควรมีกิจกรรมพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี สามารถนำกิจกรรมไปปรับใช้ในชั้นเรียน

ลงชื่อ ..... ผู้ตอบรับ
(นางนุจรี มณีจันทร์)
24 / กรกฎาคม / 2563

2.6 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร จังหวัดหนองบัวพิทยา**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1511
วันที่ 29 ก.ค. 63
เวลา 10.18 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๙.๓๒/๕๙๙

โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร
ตำบลลำภู อำเภอเมือง
จังหวัดหนองบัวลำภู ๓๙๐๐๐

๑๗ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๙ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนหนองบัวพิทยาคารได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายบุญมา ภูเงิน)
ผู้อำนวยการโรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
☑ เพื่อโปรดทราบ
☑ เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

☑ ทราบ
☑ มอบ

ผู้อำนวยการ
กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร./โทรสาร ๐๔๒-๓๑๒๕๒๓

☑ ทราบ
☑ มอบ
29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ ๕ ขั้นตอน (๕ STEPs) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) นิเวศน์ ชารี ตำแหน่ง วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียน หนองบัวพิทยาคม อำเภอ เมือง จังหวัด หนองบัวลำภู สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....

ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ด้วยกลวิธีการแก้ปัญหาเชิงตรรกะร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ ๕ ขั้นตอน (๕ STEPs) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- [x] มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- [x] มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- [x] กิจกรรมช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- [x] มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- [x] มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- [x] มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- [x] เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

- .....

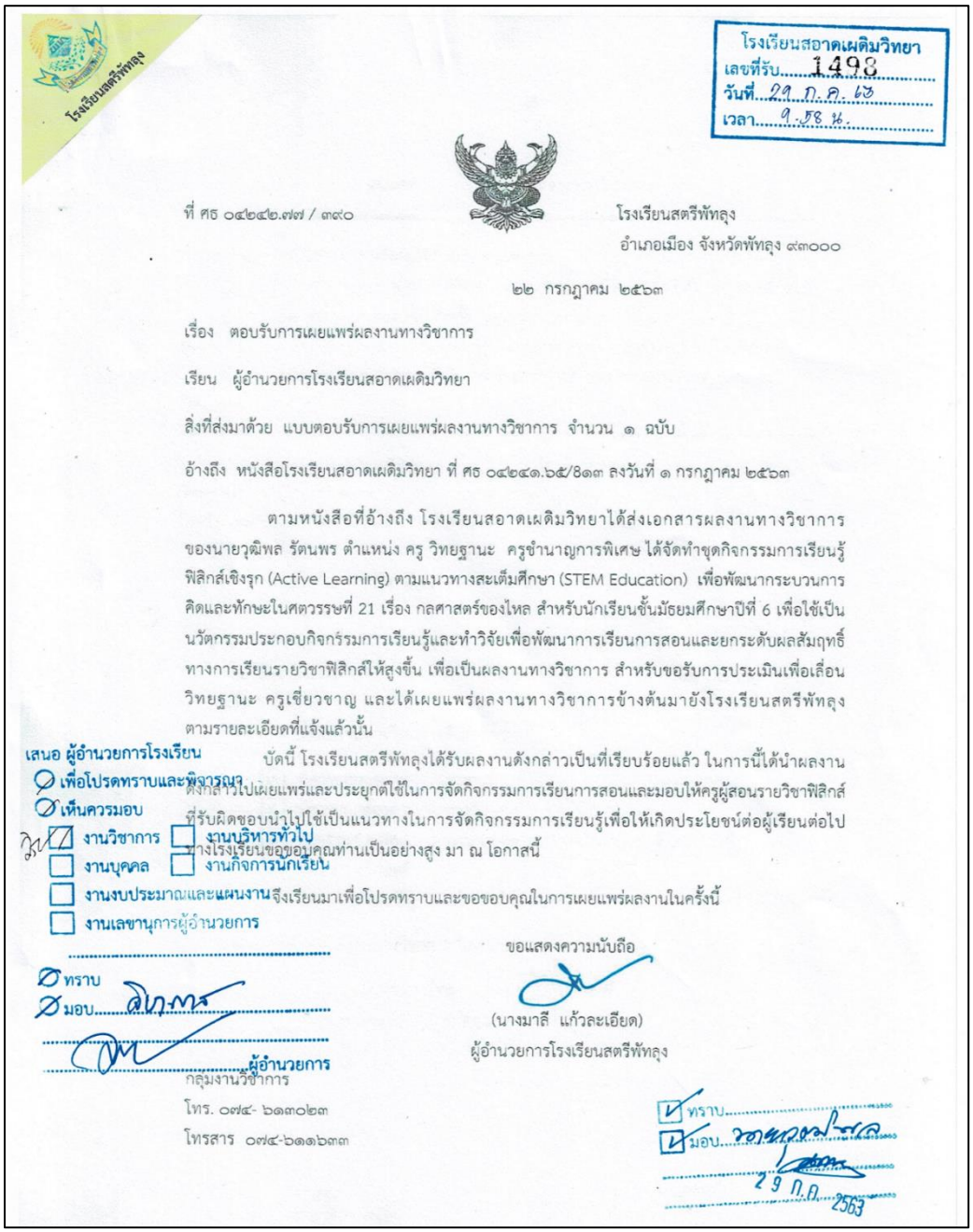
.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ

(นายนิเวศน์ ชารี)

...../...../.....

2.7 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง**



โรงเรียนสตรีพัทลุง

โรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1498
วันที่ 29 ก.ค. 63
เวลา 9.58 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๒.๗๗ / ๓๙๐

โรงเรียนสตรีพัทลุง
อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ๙๓๐๐๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๓ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสาธิตเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนสตรีพัทลุง ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนสตรีพัทลุงได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป

ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางมาลี แก้วละเอียด)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีพัทลุง

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ ผู้อำนวยการ

กลุ่มงานวิชาการ
โทร. ๐๗๔-๖๑๓๐๒๓
โทรสาร ๐๗๔-๖๑๑๖๓๓

ทราบ
มอบ
29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....ปาริชาติ ราษแก้ว..... ตำแหน่ง.....ครู..... วิทยฐานะ.....ครูชำนาญการพิเศษ.....กลุ่มสาระการเรียนรู้.....วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... โรงเรียน.....สตรีพัทลุง..... อำเภอ.....เมือง..... จังหวัด.....พัทลุง.....สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....๑๒..... ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

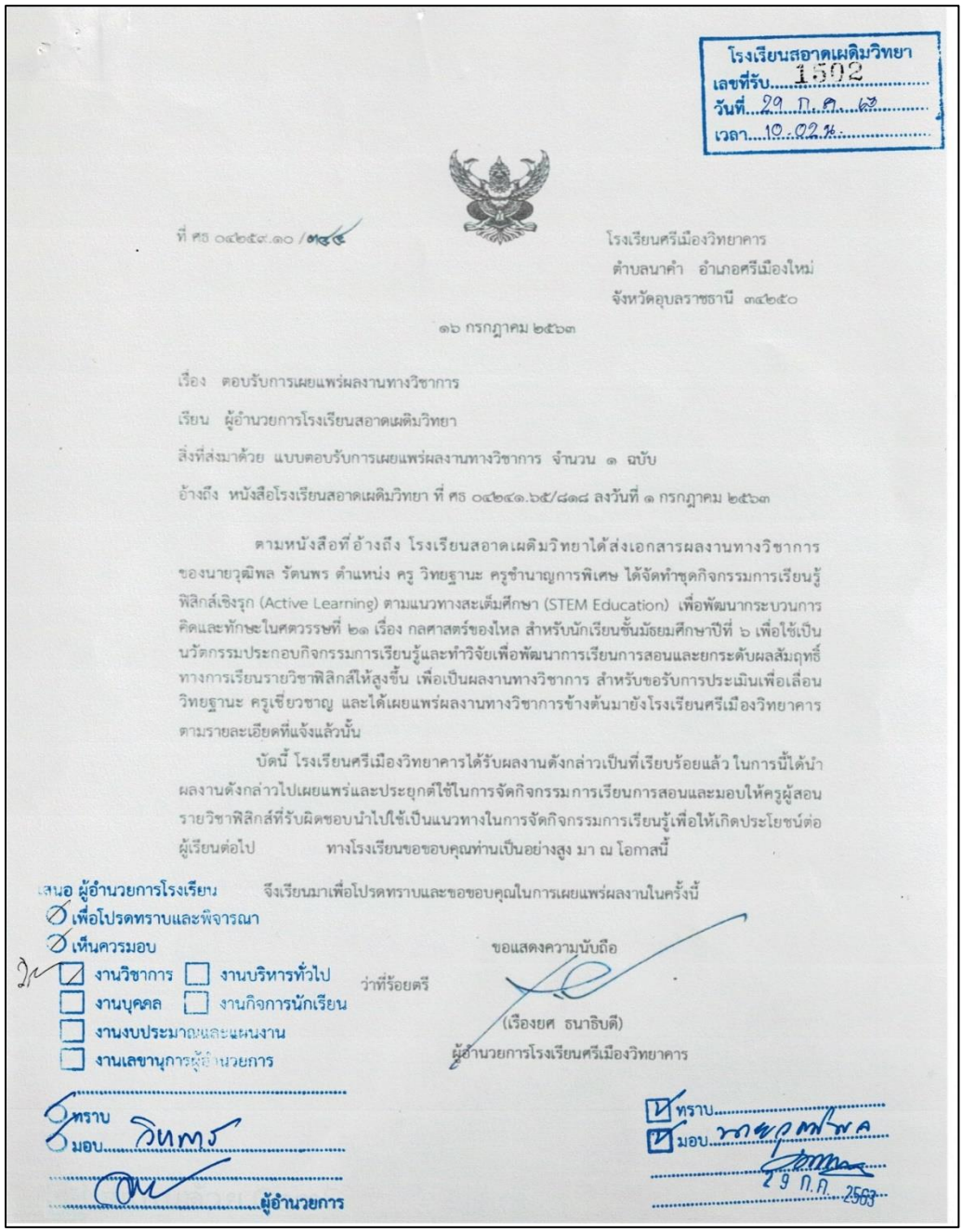
.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ

(นางปาริชาติ ราษแก้ว)

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

2.8 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร จังหวัดอุบลราชธานี**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1502
วันที่ 29 ก.ค. 63
เวลา 10.02 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๕๙.๑๐ /๓๔๕

โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร
ตำบลนาคำ อำเภอศรีเมืองใหม่
จังหวัดอุบลราชธานี ๓๔๒๕๐

๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๘ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนศรีเมืองวิทยาคารได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

☑ เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
☑ เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ วิทยา
ผู้อำนวยการ

ขอแสดงความนับถือ
ว่าที่ร้อยตรี
(เรืองยศ ธนาธิบดี)
ผู้อำนวยการโรงเรียนศรีเมืองวิทยาคาร

☑ ทราบ
☑ มอบ
29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) มาฆศินันจา ทองมูล ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียน ศรีเมืองวิทยาคาร อำเภอ ศรีเมืองใหม่ จังหวัด อุบลราชธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

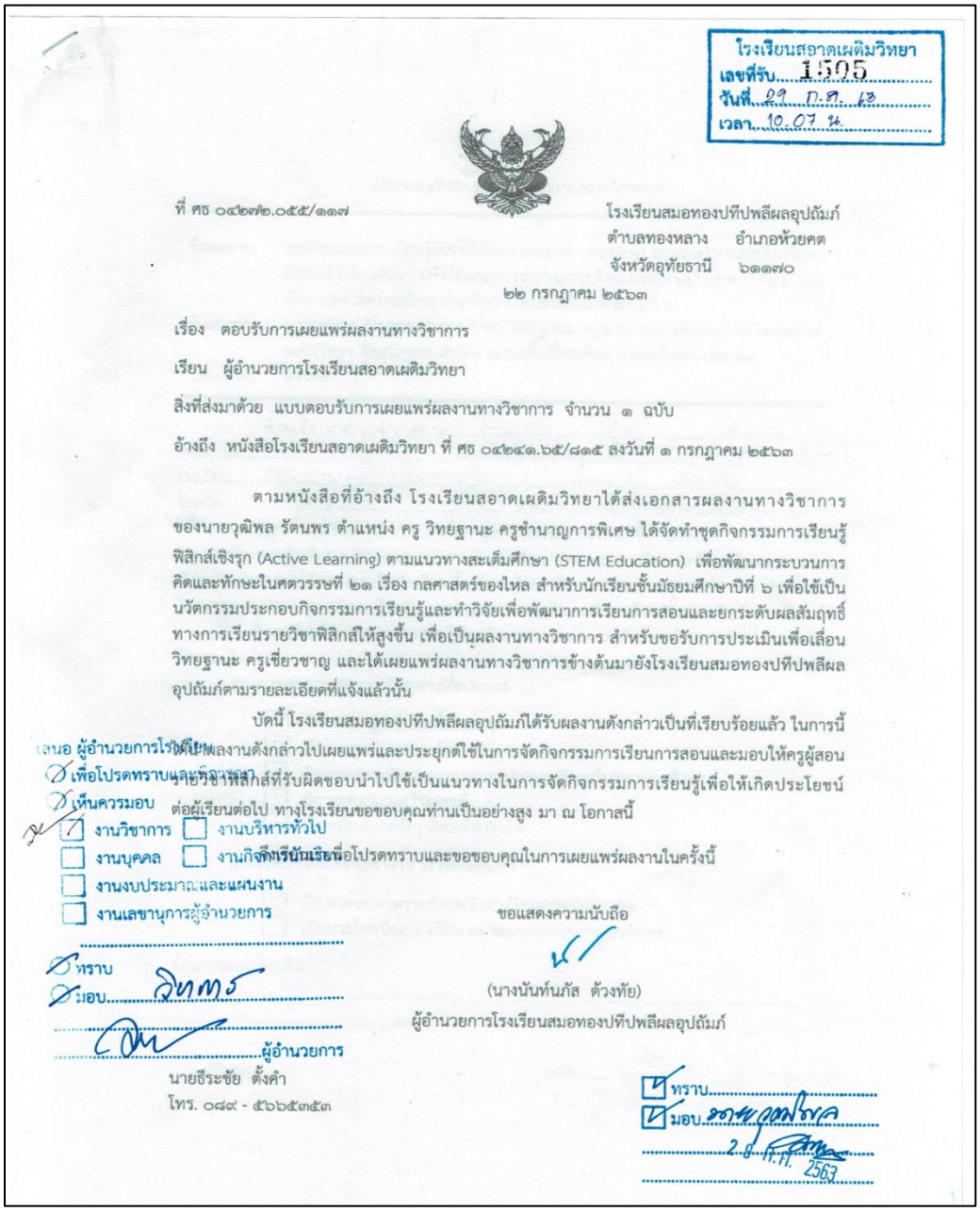
ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เป็นชุดฝึกที่ดีสามารถนำไปใช้ได้จริง

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นางสาวมาฆศินันจา ทองมูล)
๑๖ กรกฎาคม ๒๕๖๓

2.9 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนสมอทองปทีปพลีผลอุปถัมภ์ จังหวัดอุทัยธานี**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1505
วันที่ 29 ก.ค. 63
เวลา 10.07 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๗๒.๐๕๕/๑๑๗

โรงเรียนสมอทองปทีปพลีผลอุปถัมภ์
ตำบลทองหลาง อำเภอห้วยคต
จังหวัดอุทัยธานี ๖๑๑๗๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๕ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนสมอทองปทีปพลีผลอุปถัมภ์ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนสมอทองปทีปพลีผลอุปถัมภ์ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ เห็นควรมอบผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผนงาน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ.....
.....ผู้อำนวยการ
นายธีระชัย ตั้งคำ
โทร. ๐๘๙ - ๕๖๖๕๓๕๓

ขอแสดงความนับถือ

(นางนันท์นภัส ด้วงทัย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนสมอทองปทีปพลีผลอุปถัมภ์

☑ ทราบ
☑ มอบ.....
29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....ตำแหน่ง.....
วิทยฐานะ.....กลุ่มสาระการเรียนรู้.....
โรงเรียน..... อำเภอ.....
จังหวัด.....สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต.....
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

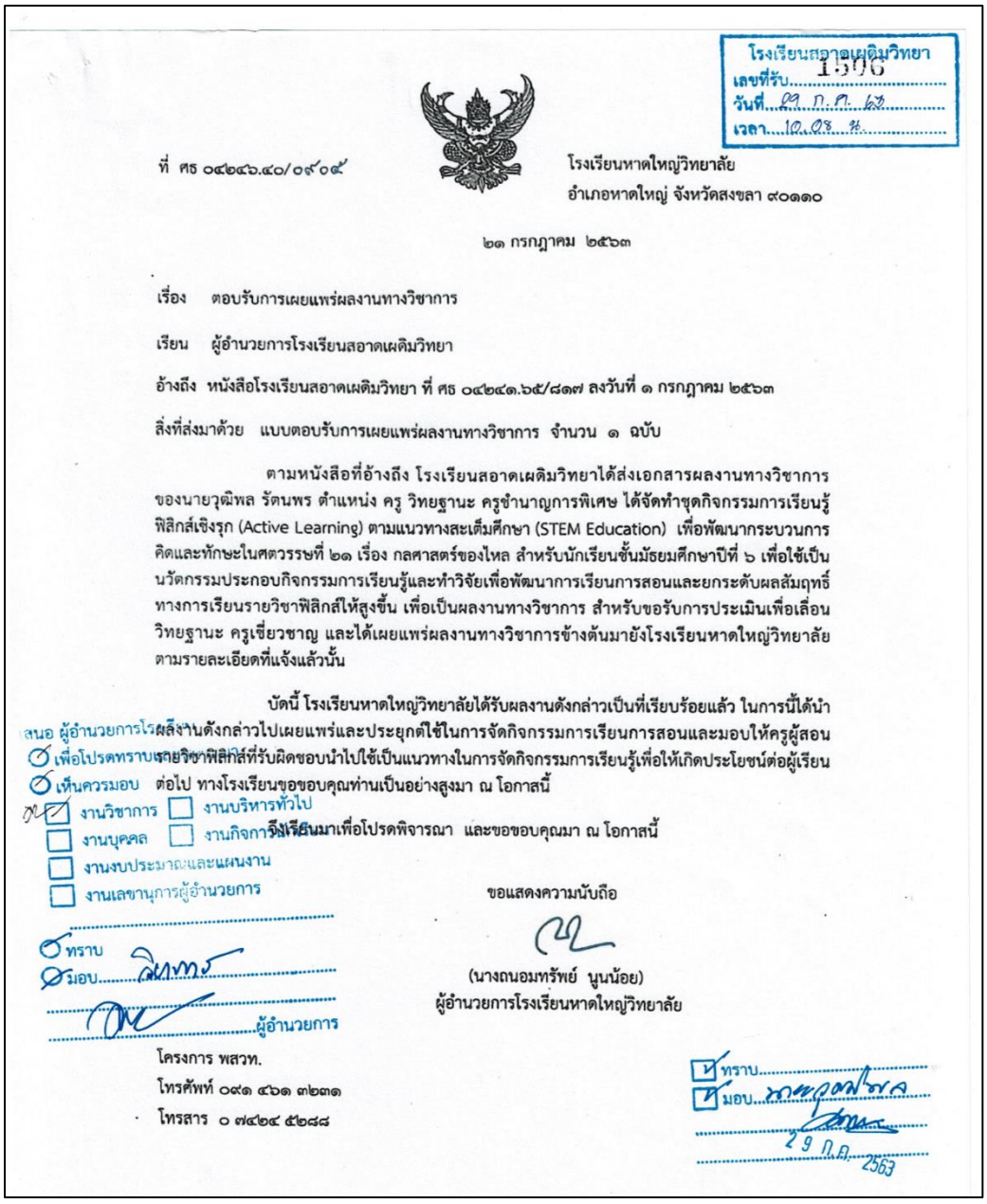
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(.....)
...../...../.....

2.10 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1506
วันที่ 23 ก.ค. 63
เวลา 10.08 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๔๖.๔๐/๐๙๐๕

โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ๙๐๑๑๐

๒๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๗ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางถนอมทรัพย์ นูนน้อย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เพื่อโปรดทราบ
เห็นควรมอบ ต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ
ผู้อำนวยการ
โครงการ พสวท.
โทรศัพท์ ๐๙๑ ๔๖๑ ๓๒๓๑
โทรสาร ๐ ๗๔๒๔ ๕๒๘๘

ทราบ
มอบ
29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย)/นาง/นางสาว) โชคชัย แสงจากน้ำ ตำแหน่ง ครู
วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
โรงเรียน นาดีในหุ่งวิทยาสัย อำเภอ นาดีในหุ่ง
จังหวัด สงขลา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 16
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

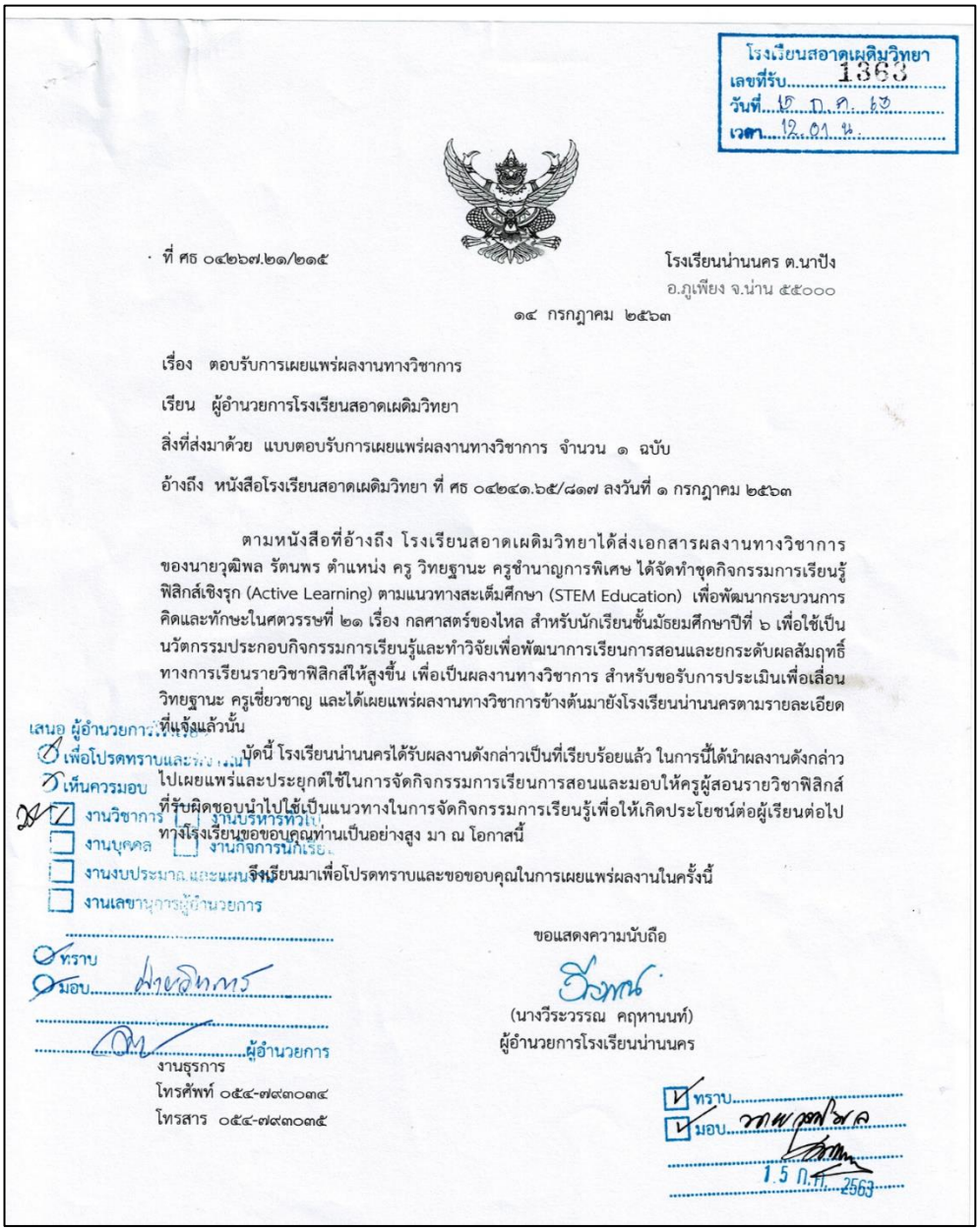
ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
ดูเป็นสื่อที่ดีมาก สามารถนำไปใช้ประกอบการสอนในห้องเรียนได้
ได้เป็นอย่างดี

ลงชื่อ โชค แสง ผู้ตอบรับ
(นายโชคชัย แสงจากน้ำ)
๑๖ / กรกฎาคม / ๒๕๖๓

2.11 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนน่านนคร จังหวัดน่าน**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1363
วันที่ 15 ก.ค. 63
เวลา 12.01 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๖๗.๒๑/๒๑๕

โรงเรียนน่านนคร ต.นาปัง
อ.ภูเพียง จ.น่าน ๕๕๐๐๐

๑๔ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๑๗ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งเอกสารผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้น เพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนน่านนครตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนน่านนครได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนต่อไป ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นางวีระวรรณ คฤหานนท์)
ผู้อำนวยการโรงเรียนน่านนคร

เสนอ ผู้อำนวยการ
เพื่อโปรดทราบและพิจารณา
เห็นควรมอบ
☑ งานวิชาการ ☐ งานบริหารทั่วไป
☐ งานบุคคล ☐ งานกิจการนักเรียน
☐ งานงบประมาณและแผน
☐ งานเลขานุการผู้อำนวยการ

ทราบ
มอบ ฝ่ายวิชาการ

ผู้อำนวยการ

งานธุรการ
โทรศัพท์ ๐๕๔-๗๙๓๐๓๔
โทรสาร ๐๕๔-๗๙๓๐๓๕

☑ ทราบ
☑ มอบ งานพัฒนาวิชาการ
15 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า (นาย/~~นาง~~/นางสาว) ปัณฑิตา ดอนกลิน ตำแหน่ง ครู
วิทยฐานะ ชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียน น่านนคร อำเภอ ภูเพียง
จังหวัด น่าน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๓๗
ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

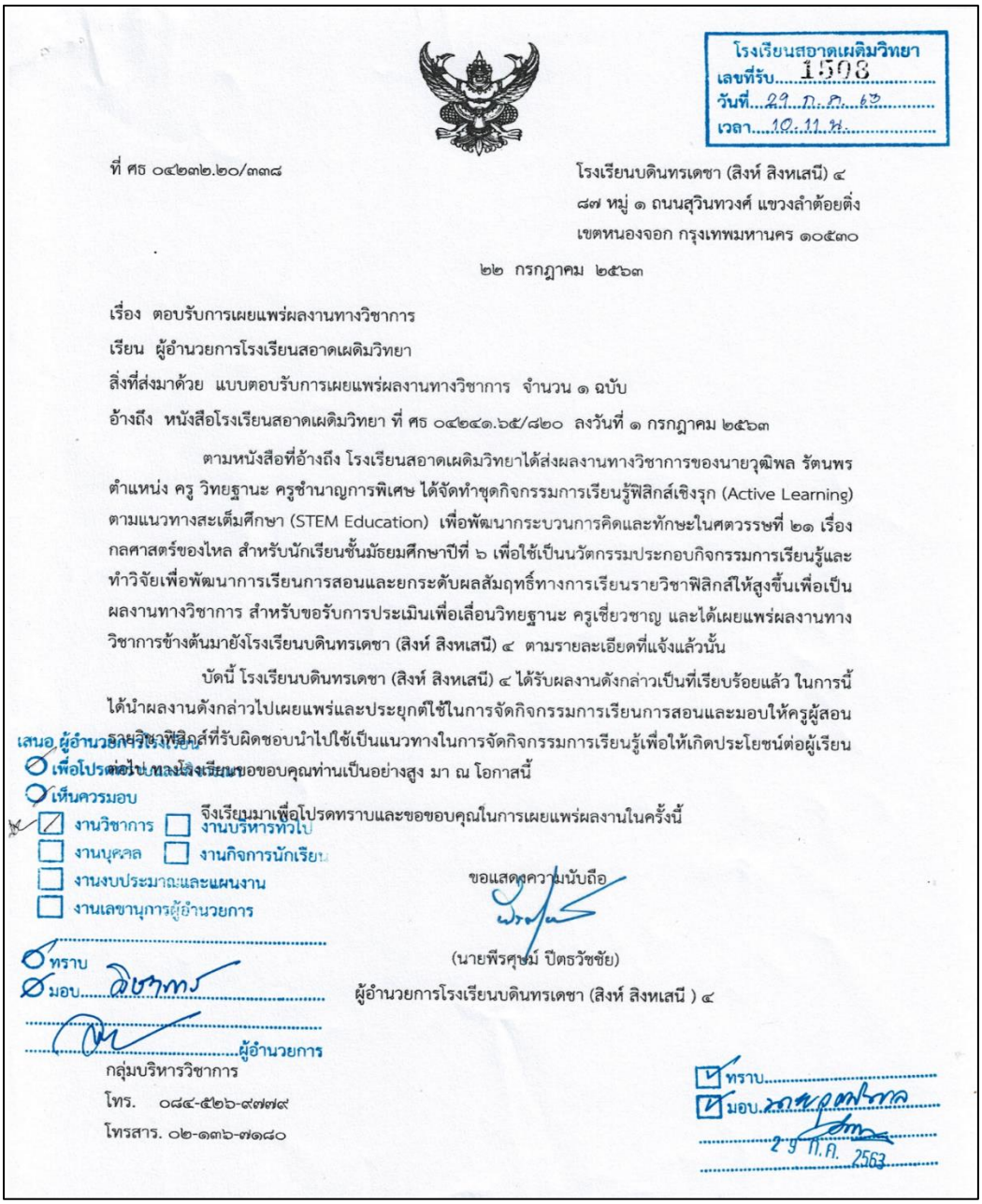
ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
เป็นชุดกิจกรรม ที่ มีกิจกรรม การเรียน รู้หลากหลาย เหมาะสมกับ
นักเรียน ม.ปลาย สามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ดี

ลงชื่อ ..... ผู้ตอบรับ
(นางสาวปัณฑิตา ดอนกลิน)
๑๔ / กรกฎาคม / ๒๕๖๓

2.12 หนังสือตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการในรูปแบบของเอกสาร โดยจัดทำเป็นรูปเล่มประกอบด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 **จากโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) จังหวัดกรุงเทพมหานคร**



โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา
เลขที่รับ 1508
วันที่ 29 ก.ค. 63
เวลา 10.11 น.

ที่ ศธ ๐๔๒๓๒.๒๐/๓๓๘

โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๔
๘๗ หมู่ ๑ ถนนสุวินทวงศ์ แขวงลำต้อยติ่ง
เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร ๑๐๕๓๐

๒๒ กรกฎาคม ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ จำนวน ๑ ฉบับ

อ้างถึง หนังสือโรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา ที่ ศธ ๐๔๒๔๑.๖๕/๘๒๐ ลงวันที่ ๑ กรกฎาคม ๒๕๖๓

ตามหนังสือที่อ้างถึง โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยาได้ส่งผลงานทางวิชาการของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ ได้จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ เพื่อใช้เป็นนวัตกรรมประกอบกิจกรรมการเรียนรู้และทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ให้สูงขึ้นเพื่อเป็นผลงานทางวิชาการ สำหรับขอรับการประเมินเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ และได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการข้างต้นมายังโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๔ ตามรายละเอียดที่แจ้งแล้วนั้น

บัดนี้ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๔ ได้รับผลงานดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ในการนี้ได้นำผลงานดังกล่าวไปเผยแพร่และประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและมอบให้ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ที่รับผิดชอบนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียน ทางโรงเรียนขอขอบคุณท่านเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและขอขอบคุณในการเผยแพร่ผลงานในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายพีรศุษม์ ปีตธวัชชัย)
ผู้อำนวยการโรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ๔

เสนอ ผู้อำนวยการโรงเรียน
เพื่อโปรดทราบ
เห็นควรมอบ
งานวิชาการ งานบริหารทั่วไป
งานบุคคล งานกิจการนักเรียน
งานงบประมาณและแผนงาน
งานเลขานุการผู้อำนวยการ
ทราบ
มอบ
ผู้อำนวยการ
กลุ่มบริหารวิชาการ
โทร. ๐๘๔-๕๒๖-๙๗๗๙
โทรสาร. ๐๒-๑๓๖-๗๑๘๐

ทราบ
มอบ
29 ก.ค. 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖
ผู้เผยแพร่	นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑
ปีที่เผยพร่	๒๕๖๓

ข้าพเจ้า นายนรินทร์ สุขพิลาภ ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบดินเดชา (สิงห์ สิงหเสนี ๔) เขต หนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๒ ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกมีความน่าสนใจและมีการพัฒนา ประยุกต์กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นความสนใจจากนักเรียนได้ดี

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นายนรินทร์ สุขพิลาภ)
22 / ก.ค. / 2563

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า นางสาวนภัค วงษ์หาจักษ์ ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบดินเดชา (สิงห์ สิงหเสนี ๔) เขต หนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๒ ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุกมีการจัดเรียงเนื้อหาที่ดี กิจกรรมมีความหลากหลายรองรับศักยภาพของผู้เรียน

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นางสาวนภัค วงษ์หาจักษ์)
๒๒ / กรกฎาคม / ๒๕๖๓

แบบตอบรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

ชื่อผลงาน ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖

ผู้เผยแพร่ นายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา จังหวัดชุมพร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๑๑

ปีที่เผยพร่ ๒๕๖๓

ข้าพเจ้า นายจักรกฤษณ์ กาญจนศุภศักดิ์ ตำแหน่ง ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบดินเดชา (สิงห์ สิงหเสนี ๔) เขต หนองจอก จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต ๒ ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ เรื่อง ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์เชิงรุก (Active Learning) ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๖ ของนายวุฒิพล รัตนพร ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร เป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าได้ศึกษาและทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวในการเรียนการสอนแล้ว มีความเห็นว่า

คุณภาพของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาสาระ
- ☑ มีความถูกต้องตามหลักทางวิชาการ
- ☑ กิจกรรมช่วยพัฒนากระบวนการคิดและทักษะในศตวรรษที่ ๒๑
- ☑ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- ☑ มีการพิมพ์และจัดรูปเล่มที่น่าสนใจ

ประโยชน์ของผลงานทางวิชาการที่เผยแพร่

- ☑ มีประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ
- ☑ เป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครู และบุคลากรทางการศึกษา

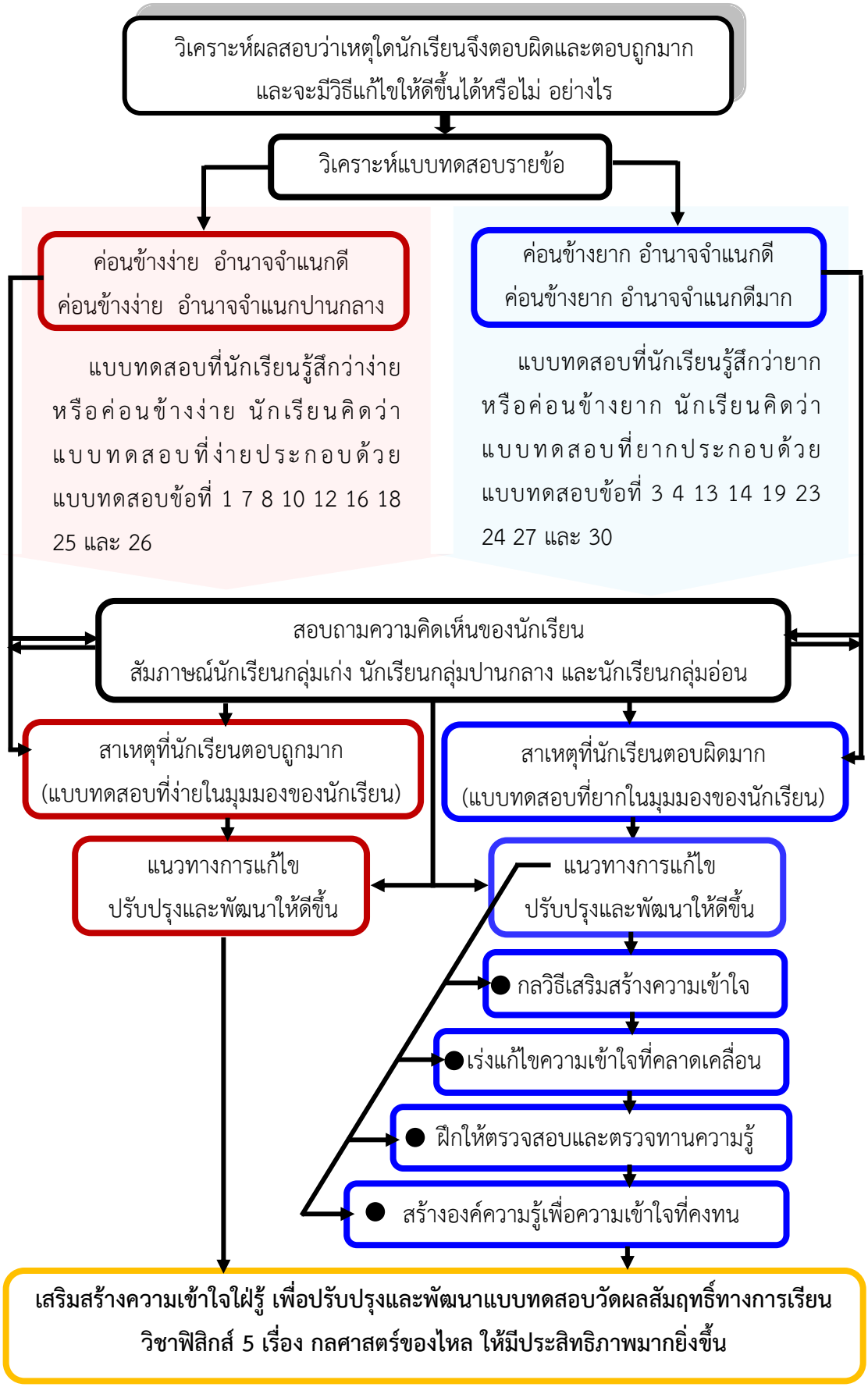
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ออกแบบกิจกรรมได้ดี ซึ่งแต่ละกิจกรรมจะผลักดันความสนใจใคร่รู้ของนักเรียน เน้นการลงมือปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

ลงชื่อ..... ผู้ตอบรับ
(นายจักรกฤษณ์ กาญจนศุภศักดิ์)
23 / ก.ค. / 2563

ภาคผนวก จ

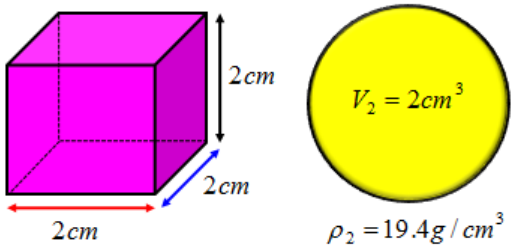
วิเคราะห์ผลสอบว่าเหตุใดนักเรียนจึงตอบผิดและตอบถูกมาก
และจะมีวิธีแก้ไขให้ดีขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร


วิเคราะห์ผลสอบว่าเหตุใดนักเรียนจึงตอบผิดและตอบถูกมาก
และจะมีวิธีแก้ไขให้ดีขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร
วิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ
ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดี
ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง
แบบทดสอบที่นักเรียนรู้สึกว่าง่าย หรือค่อนข้างง่าย นักเรียนคิดว่า แบบทดสอบที่ง่ายประกอบด้วย แบบทดสอบข้อที่ 1 7 8 10 12 16 18 25 และ 26
ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
แบบทดสอบที่นักเรียนรู้สึกว่ายาก หรือค่อนข้างยาก นักเรียนคิดว่า แบบทดสอบที่ยากประกอบด้วย แบบทดสอบข้อที่ 3 4 13 14 19 23 24 27 และ 30
สอบถามความคิดเห็นของนักเรียน
สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน
สาเหตุที่นักเรียนตอบถูกมาก
(แบบทดสอบที่ง่ายในมุมมองของนักเรียน)
สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก
(แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)
แนวทางการแก้ไข
ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
แนวทางการแก้ไข
ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
เสริมสร้างความเข้าใจใฝ่รู้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยให้นักเรียนพิจารณารายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในข้อที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบผิดและตอบถูกมาก ซึ่งข้อของแบบทดสอบนั้นนำมาจากตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบข้อที่นักเรียนรู้สึกว่ายากหรือค่อนข้างยาก นักเรียนคิดว่าระดับความยากมาจากสาเหตุใด และในมุมมองกลับกันแบบทดสอบที่นักเรียนรู้สึกว่าง่ายหรือค่อนข้างง่าย นักเรียนคิดว่าแบบทดสอบที่ง่ายมาจากสาเหตุใด การวิเคราะห์จะนำเสนอใน 2 ส่วน คือ ความคิดเห็นของนักเรียนและความคิดเห็นของครูผู้สอน

จากตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบที่นักเรียนรู้สึกว่าง่ายหรือค่อนข้างง่าย ประกอบด้วยแบบทดสอบข้อที่ 1 7 8 10 12 16 18 25 และ 26 จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเป็นไปดังนี้

แบบทดสอบข้อที่ 1 : โลหะรูปลูกบาศก์มีความยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะมีมวลเท่ากับก้อนทองซึ่งปริมาตร 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าทองมีความหนาแน่น 19.4 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จงหาว่าโลหะมีความหนาแน่นเท่าไร



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาข้อนี้ได้ เนื่องจาก

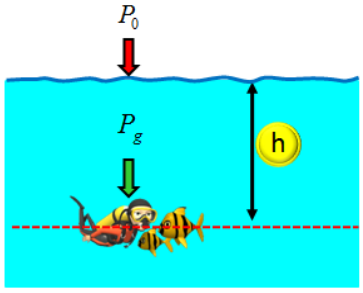
1. ลักษณะของโจทย์ปัญหามีการกำหนดตัวแปรที่ชัดเจน และกำหนดเงื่อนไขว่าโลหะทั้งสองชนิดมีมวลที่เท่ากัน และมีการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาให้เพื่อประกอบการคำนวณ คือ ปริมาตรและความหนาแน่น

2. นักเรียนไม่ต้องเปลี่ยนหน่วยของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง สามารถคำนวณได้จากตัวเลขที่กำหนดให้

3. ตัวเลขที่ใช้ในโจทย์ปัญหาไม่ยากจนเกินไป นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ได้อย่างรวดเร็ว

4. ใช้สมการความสัมพันธ์ที่ตรงกับหลักการ นิยามของเนื้อสาระเรื่องความหนาแน่น ไม่เน้นการประยุกต์ความรู้มากจนเกินไป

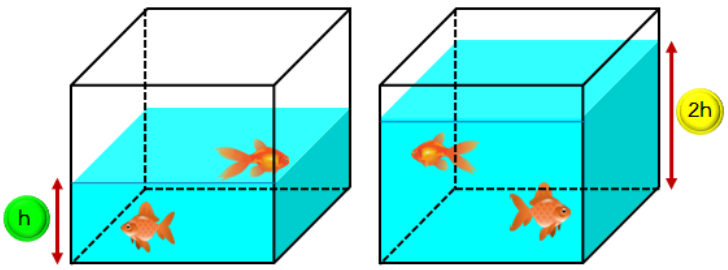
แบบทดสอบข้อที่ 7 : นักประดาน้ำขณะอยู่ใต้ทะเลที่มีความหนาแน่น 1.025×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัดความดันสัมบูรณ์มีค่าเป็น 2.025 เท่าของความดันบรรยากาศ ถ้าความดันบรรยากาศเป็น 10^5 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาว่านักประดาน้ำดำลึกจากผิวเท่าใด



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เนื่องจาก มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาแล้ว โดยเฉพาะแบบทดสอบย่อยและโจทย์ปัญหาประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากประสบการณ์ที่ผ่านมาส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. โจทย์ปัญหาใช้ข้อคำถามที่ตรงกับหลักการในเรื่องที่ต้องการจะวัดความรู้ความเข้าใจ เช่น ข้อนี้จะเป็นการใช้ความสัมพันธ์ของความดันสัมบูรณ์
3. โจทย์ปัญหามีการกำหนดตัวแปรที่ค่อนข้างชัดเจนไม่สลับซับซ้อนจนเกินไป

แบบทดสอบข้อที่ 8 : ถ้าระดับน้ำในตู้ปลารูปสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า แรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อด้านข้างของตู้ปลาจะเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่า

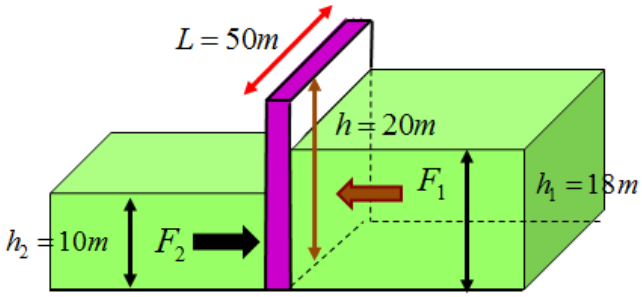


จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เนื่องจากมีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาแล้ว โดยเฉพาะแบบทดสอบย่อยและโจทย์ปัญหาประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากประสบการณ์ที่ผ่านมาส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. แบบทดสอบต้องการวัดความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรตัวใดตัวหนึ่ง ในสมการความสัมพันธ์เรื่องแรงกระทำต่อประตูกั้นน้ำหรือแรงกระทำบริเวณด้านข้างของอ่างปลา นักเรียนจะสามารถแก้ไขโจทย์ปัญหาในลักษณะนี้ได้

แบบทดสอบข้อที่ 10 : เขื่อนกั้นน้ำยาว 50 เมตร สูง 20 เมตร มีระดับน้ำใต้เขื่อนและเหนือเขื่อนลึก 10 เมตร และ 18 เมตร ตามลำดับ จงหาแรงลัพธ์ที่น้ำกระทำต่อตัวเขื่อน



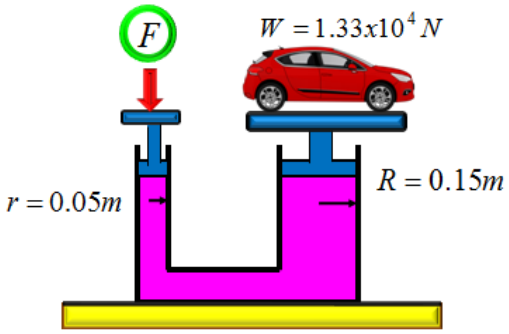
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เนื่องจาก มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาแล้ว โดยเฉพาะแบบทดสอบย่อยและโจทย์ปัญหาประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากประสบการณ์ที่ผ่านมาส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. นักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถเทียบเคียงความสัมพันธ์ของแรงดันที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำหรือประตูเขื่อนตรงได้ดีกว่าเขื่อนเอียง

3. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ เมื่อแบบทดสอบวัดความเข้าใจ กรณีแรงกระทำต่อประตูกั้นน้ำหรือเขื่อนในลักษณะเขื่อนตรงที่มีระดับน้ำทั้งสองข้าง เนื่องด้วยนักเรียนรู้สึกว่าการหาผลเฉลยของแรงลัพธ์ทำได้ง่ายยิ่งขึ้น

แบบทดสอบข้อที่ 12 : เครื่องยกรถยนต์ในสถานีบริการแห่งหนึ่งประกอบด้วยแรงดันที่ใช้อากาศบนลูกสูบเล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดรัศมี 5.0 เซนติเมตร ความดันถูกถ่ายทอดไปสู่ลูกสูบใหญ่ที่มีรัศมี 15.0 เซนติเมตร จะต้องออกแรงดันที่ลูกสูบเล็กกี่นิวตัน เพื่อที่จะยกรถหนัก 13,300 นิวตัน



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสมการความสัมพันธ์ของหลักการทำงานของเครื่องอัดไฮโดรลิกหรือหลักของพาสคัลได้ เนื่องจากนักเรียนสามารถพบเจอสถานการณ์นี้ได้ในชีวิตประจำวัน

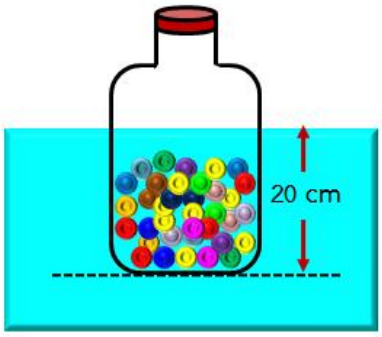
2. เครื่องอัดไฮโดรลิกที่มีระดับของไหลภายในลูกสูบระบบปิดอยู่ในระดับเดียวกัน จะง่ายต่อการทำความเข้าใจ

3. โจทย์ปัญหามีการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องค่อนข้างชัดเจน

4. ตัวเลขประกอบการคำนวณไม่ยากจนเกินไป

5. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เนื่องจาก มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาแล้ว โดยเฉพาะแบบทดสอบย่อยและโจทย์ปัญหาประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากประสบการณ์ที่ผ่านมาส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบทดสอบข้อที่ 16 : ขวดใส่ลูกกวาดทรงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป จงคำนวณว่าขวดและลูกกวาดมีมวลรวมกันเท่ากับเท่าไร



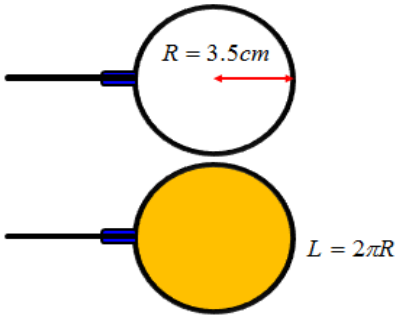
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. แบบทดสอบข้อนี้ ข้อคำถามตรงกับหลักการเรื่องแรงลอยตัวหรือแรงพยุง โจทย์ต้องการให้คำนวณหามวลของขวดรวมกับมวลลูกกวาด ซึ่งไม่ได้เป็นการประยุกต์แต่เป็นคำถามที่ตรงประเด็น นักเรียนสามารถเทียบเคียงความรู้ความเข้าใจได้

2. การอ้างอิงของไหลมาตรฐานอย่างเช่น น้ำ ซึ่งค่าความหนาแน่นคือ 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะไม่สร้างความกังวลในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน

3. ตัวเลขประกอบการคำนวณไม่ยากจนเกินไป ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้

แบบทดสอบข้อที่ 18 : จากการทดลองศึกษาแรงตึงผิว โดยนำลวดโลหะที่ขึ้นรูปเป็นวงกลม รัศมี 3.5 เซนติเมตร จุ่มลงในน้ำสบู่ที่มีความตึงผิวเท่ากับ 0.025 นิวตันต่อตารางเมตร จงหาแรงตึงผิวมีค่ากี่นิวตัน



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

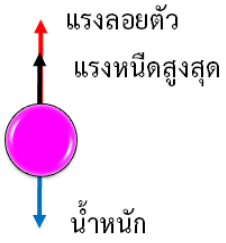
1. โจทย์ปัญหามีการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องค่อนข้างชัดเจน

2. ตัวเลขประกอบการคำนวณไม่ยากจนเกินไป ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้

3. โจทย์ปัญหาใช้ข้อคำถามที่ตรงกับหลักการในเรื่องที่ต้องการจะวัดความรู้ความเข้าใจ เช่น ข้อนี้จะเป็นการใช้ความสัมพันธ์ของแรงตึงผิวโดยตรง ไม่เน้นการประยุกต์

4. นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เนื่องจาก มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะนี้มาแล้ว โดยเฉพาะแบบทดสอบย่อยและโจทย์ปัญหาประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จากประสบการณ์ที่ผ่านมาส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แบบทดสอบข้อที่ 25 : ปล่อยลูกกลมโลหะให้เคลื่อนที่ตกลงไปในน้ำมัน เมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว รูปในข้อใดถูกต้อง



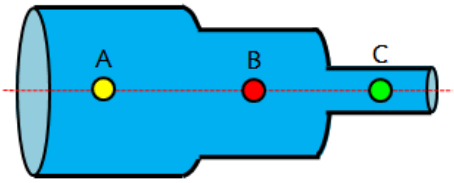
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. แบบทดสอบข้อนี้เป็นการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของแผนภาพอิสระ เรื่องแรงลอยตัว แรงหนืดหรือแรงเสียงทานในของไหลและแรงโน้มถ่วงของโลก

2. ในระหว่างที่มีการศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องแรงลอยตัวและแรงหนืด นักเรียนต้องวาดแผนภาพอิสระเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจหลายครั้ง ส่งผลให้นักเรียนสามารถเข้าใจถึงเวกเตอร์แสดงแรงกระทำต่อวัตถุได้ค่อนข้างชัดเจน คือ

- แรงลอยตัวหรือแรงพยุง จะมีทิศขึ้นตามแนวดิ่ง เมื่อวัตถุลอยหรือจมอยู่ในของไหล
- แรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหล จะมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในขณะที่เคลื่อนที่ผ่านในของไหล
- แรงโน้มถ่วงหรือน้ำหนักของวัตถุ จะมีทิศลงตามแนวดิ่ง

แบบทดสอบข้อที่ 26 : น้ำไหลในท่อดังรูป ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

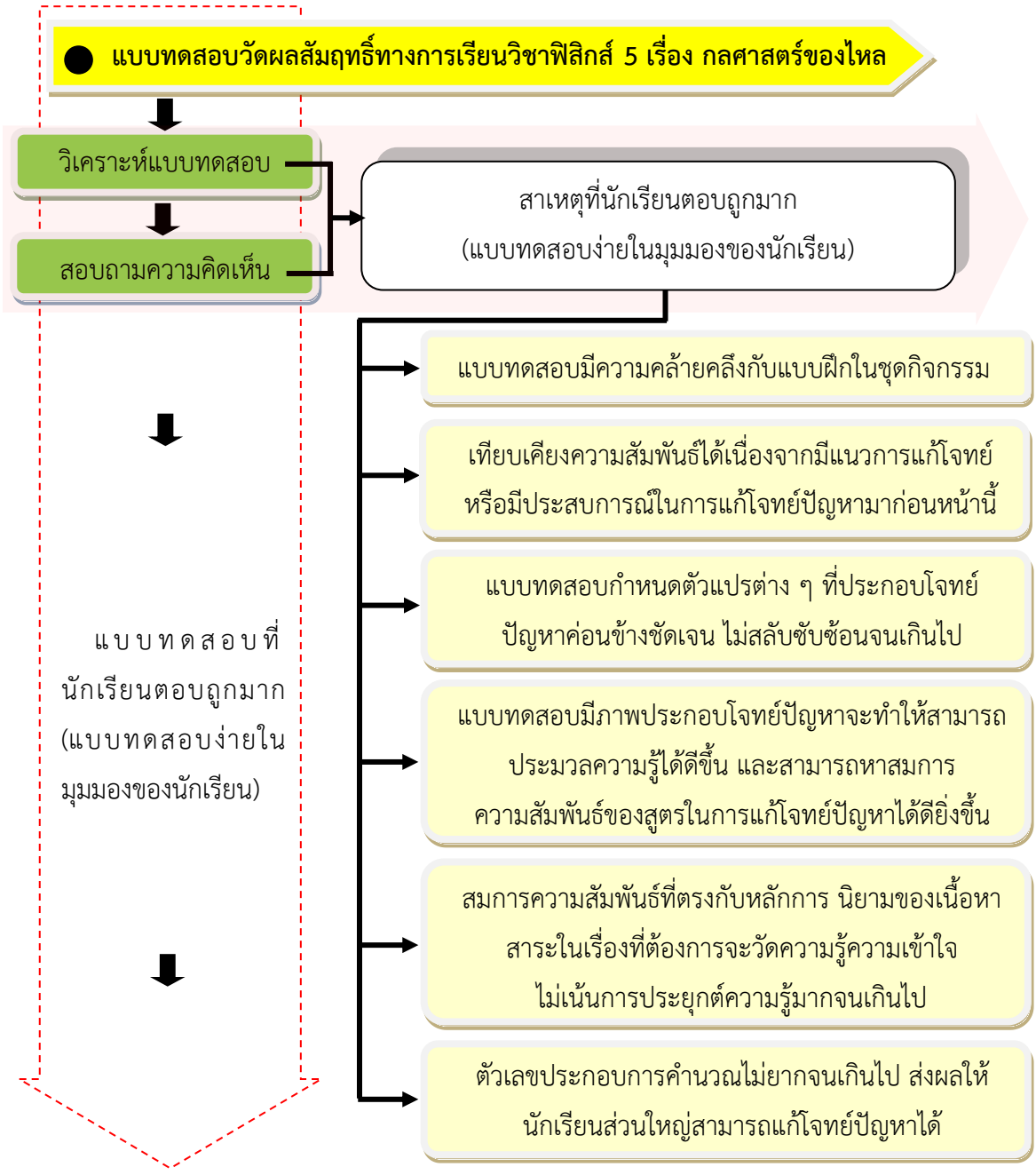


จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการของสมการความต่อเนื่อง เหตุผลเพราะเนื้อหาส่วนนี้สามารถเทียบเคียงกับสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน เช่น การฉีดน้ำ พื้นที่หน้าตัดของสายยางรดน้ำที่มีขนาดใหญ่ ส่งผลให้ความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านบริเวณนั้นมีค่าน้อย

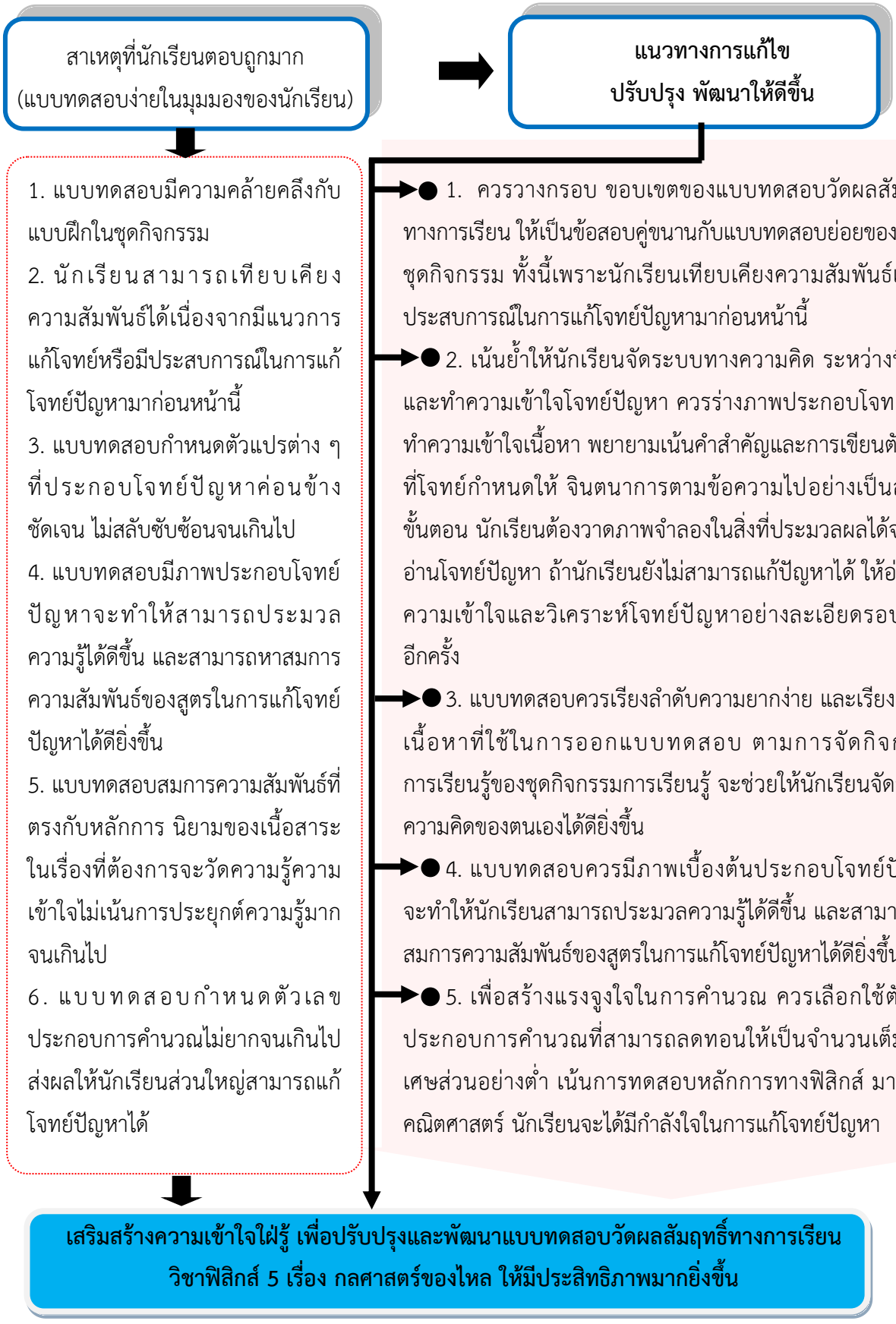
2. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสมการของแบร์นูลลีได้ว่า ความดันจะมีค่ามากเมื่อของไหลเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งนั้นด้วยความเร็วต่ำ และในทางกลับกัน ความดันจะมีค่าน้อยเมื่อของไหลเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งนั้นด้วยความเร็วสูง

ข้อสรุปจากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับแบบทดสอบที่นักเรียนตอบถูกมาก (แบบทดสอบง่ายในมุมมองของนักเรียน)



เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

แนวทางการแก้ไข ปรับปรุง พัฒนาให้ดีขึ้น



จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน โดยให้นักเรียนพิจารณารายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในข้อที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบผิดและตอบถูกมาก ซึ่งข้อของแบบทดสอบนั้นนำมาจากตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบข้อที่นักเรียนรู้สึกว่ายากหรือค่อนข้างยาก นักเรียนคิดว่าระดับความยากมาจากสาเหตุใด และในมุมมองกลับกันแบบทดสอบที่นักเรียนรู้สึกว่าง่ายหรือค่อนข้างง่าย นักเรียนคิดว่าแบบทดสอบที่ง่ายมาจากสาเหตุใด การวิเคราะห์จะนำเสนอใน 2 ส่วน คือ ความคิดเห็นของนักเรียนและความคิดเห็นของครูผู้สอน

จากตารางแสดงการวิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) แบบทดสอบข้อที่นักเรียนรู้สึกว่ายากหรือค่อนข้างยาก ประกอบด้วยแบบทดสอบข้อที่ 3 4 13 14 19 23 24 27 และ 30 นักเรียนคิดว่าระดับความยากมาจากสาเหตุใด จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเป็นไปดังนี้

แบบทดสอบข้อที่ 3 : ข้อความต่อไปนี้

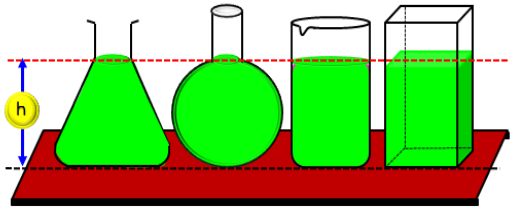
1. ความดันมีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ
2. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับชนิดของของเหลว
3. ความดันเกจในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึกของของเหลว
4. ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของของเหลวที่สัมผัสกับอากาศ

ข้อความที่กล่าวถูกต้องคือ

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนยังมีความสับสนเกี่ยวกับความดันและแรงดัน ว่าปริมาณใดเป็นปริมาณเวกเตอร์หรือปริมาณสเกลาร์ (โดยที่ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์และแรงดันเป็นปริมาณเวกเตอร์)
2. นักเรียนยังมีความสับสนเกี่ยวกับความดันเกจและความดันสัมบูรณ์ ว่าความดันทั้งสองเกี่ยวข้องกับความดันเนื่องจากของเหลวเพียงอย่างเดียว หรือความดันของของไหลคือพิจารณาทั้งความดันเนื่องจากของเหลวและความดันอากาศ
3. จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าแบบทดสอบที่เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าในหลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ จะมีระดับความยากมากกว่าแบบทดสอบเน้นการคำนวณ

แบบทดสอบข้อที่ 4 : ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกันโดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากัน ปริมาณใดต่อไปนี้อาจมีค่าไม่เท่ากัน



ก. น้ำหนักของน้ำ

ข. แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ

ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ

ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

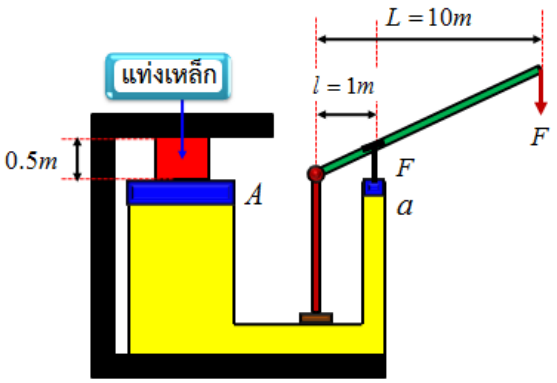
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนคิดว่าแบบทดสอบในลักษณะนี้ จะต้องเกิดจากความรู้ความเข้าใจในหลักการการเทียบเคียงสมการความสัมพันธ์ ตามหลักการของฟิสิกส์ในหลากหลายความรู้ คือ แรงโน้มถ่วงของโลกหรือน้ำหนัก แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ และแรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ

2. ในการแก้โจทย์ปัญหาต้องเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาอื่น ๆ เช่น กฎของนิวตัน เป็นต้น นอกจากนี้นักเรียนต้องพิจารณาตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามที่โจทย์ปัญหากำหนด และหาความสัมพันธ์ว่า น้ำหนักของน้ำ แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ และแรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อก้นภาชนะ ของภาชนะทุกใบที่กำหนดให้มีขนาดเท่ากันหรือไม่

3. จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า แบบทดสอบที่เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจในหลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ จะมีระดับความยากมากกว่าแบบทดสอบเน้นการคำนวณ

แบบทดสอบข้อที่ 13 : จากรูปจงหาว่าแท่งเหล็กพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร จะหดสั้นเท่าไรเมื่อออกแรงกดที่คาน 1,000 นิวตัน เมื่อพื้นที่สูบยกและสูบอัดมีขนาด 10 และ 1 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ และเหล็กมีค่ามอดูลัสของยัง เท่ากับ 2×10^{11} นิวตันต่อตารางเมตร



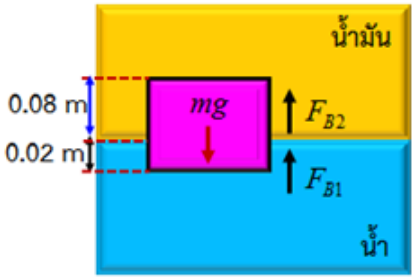
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. ลักษณะของแบบทดสอบเป็นการประยุกต์หลักการของพาสคัลร่วมกับหลักการของคาน ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความสับสน

2. นักเรียนต้องมีความเข้าใจถึงหลักการผ่อนแรงของระบบคาน และนำมาเชื่อมโยงกับหลักการของพาสคัล โจทย์มีระดับความยากมากกว่าปกติ

3. แบบทดสอบข้อนี้ ต้องนำไปประยุกต์ร่วมกับคุณสมบัติการยืดหยุ่นตัวของวัสดุคือมอดูลัสของยัง (Young's Modulus) เพื่อพิจารณาการหดสั้นลงของแท่งเหล็ก เนื่องด้วยไฮโดรลิกแบบเสริมคานหลักการค่อนข้างยาก เมื่อนำไปประยุกต์กับความรู้อื่น ๆ จะเพิ่มระดับความยากมากขึ้น

แบบทดสอบข้อที่ 14 : แท่งไม้รูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 0.1 เมตร ลอยอยู่ระหว่างน้ำและน้ำมัน ดังรูป ขอบด้านล่างอยู่ต่ำกว่าผิวรอยต่อระหว่างน้ำมันและน้ำ 0.02 เมตร น้ำมันมีความหนาแน่น 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงหาน้ำหนักของไม้



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

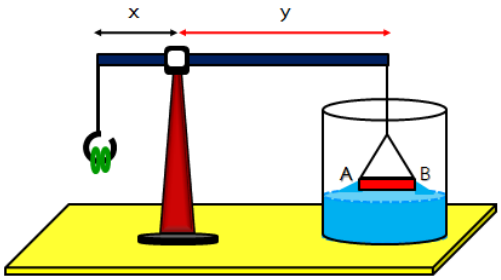
1. นักเรียนส่วนใหญ่เกิดความสับสน เมื่อวัตถุวางตัวอยู่ในของเหลว 2 ชนิดที่ไม่เกิดการผสมกันหรือแยกชั้นกัน

2. นักเรียนไม่สามารถเขียนแผนภาพอิสระประกอบการแก้โจทย์ปัญหา ส่งผลให้ไม่สามารถสร้างสมการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหาข้างต้นได้

3. นักเรียนจะมีความกังวลในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหาในกรณีที่ไม่เคยมีประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหานั้น ๆ มาก่อน

4. ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก

แบบทดสอบข้อที่ 19 : แท่งโลหะ AB มวล 499 กรัม ยาว 20 เซนติเมตร กำลังจะหลุดจากผิวของของเหลวพอดีด้วยมวล m เท่ากับ 1,000 กรัมและระบบคานดังรูป จงคำนวณหาค่าความตึงผิวของของเหลว ถ้าระยะ X และ Y เท่ากับ 0.1 และ 0.5 เมตร ตามลำดับ



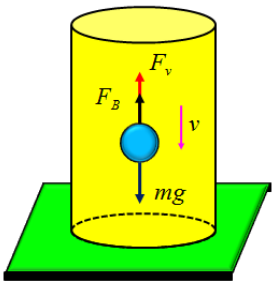
จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่ ไม่เข้าใจหลักการของแรงตึงผิว ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถจดจำสมการความสัมพันธ์ได้

2. โจทย์ปัญหาที่เป็นลักษณะประยุกต์ เช่น นำหลักการของแรงตึงผิวมาประยุกต์ร่วมกับระบบคานจะเพิ่มระดับความยากมากยิ่งขึ้น

3. ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก และต้องตรวจสอบการปรับหน่วยที่ถูกต้อง ยิ่งจะเกิดความสับสนและส่งผลต่อการคำนวณระบบตัวเลขที่ผิดพลาด เพราะเป็นโจทย์ที่ต้องคำนวณอย่างละเอียด

แบบทดสอบข้อที่ 23 : ทิ้งลูกกลมโลหะลงในของเหลวชนิดหนึ่ง โดยที่ลูกกลมโลหะมีมวล 15 กรัม มีรัศมี 2 มิลลิเมตร ถ้าของเหลวมีความหนาแน่น $2x10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จงคำนวณหาแรงหนืดสูงสุดของของเหลว



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า สมการความสัมพันธ์เรื่องแรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหลค่อนข้างยาก

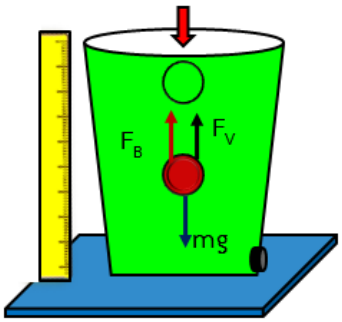
2. การแก้สมการโจทย์ปัญหาเรื่องแรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหล จะเกี่ยวข้องกับแรงลอยตัวหรือแรงพยุงและแรงโน้มถ่วงของโลก ส่งผลให้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาจะมีระดับความยากมากกว่าเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ

3. นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของนิวตัน เนื่องด้วยแรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหลจะมีลักษณะการเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเริ่มต้นวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโดยความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และช่วงหลังวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่าแรงหนืดหรือแรงเสียดทานที่ของไหลกระทำต่อวัตถุมีค่าสูงสุด

4. โจทย์ปัญหาที่เป็นลักษณะประยุกต์ เช่น แรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหล แรงลอยตัวหรือแรงพยุง และกฎของนิวตัน มาประยุกต์ร่วมกัน จะเพิ่มระดับความยากมากยิ่งขึ้น

5. ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก เนื่องจากสมการความสัมพันธ์จะเกี่ยวเนื่องกับแรงหนืดและปริมาตรทรงกลมของลูกกลมโลหะ ยิ่งจะเกิดความสับสนและส่งผลต่อการคำนวณระบบตัวเลขที่ผิดพลาด เพราะเป็นโจทย์ที่ต้องคำนวณอย่างละเอียด

แบบทดสอบข้อที่ 24 : เมื่อปล่อยลูกกลมเหล็กรัศมี 0.5 เซนติเมตร ให้ตกลงในกลีเซอรัลปรากฏว่าวัดความเร็วขั้นสุดท้ายได้ 0.077 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาสัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอรัล กำหนดให้ความหนาแน่นของกลีเซอรัลและเหล็กมีค่า 1.26×10^3 และ 7.86×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่า สมการความสัมพันธ์เรื่องแรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหลค่อนข้างยาก

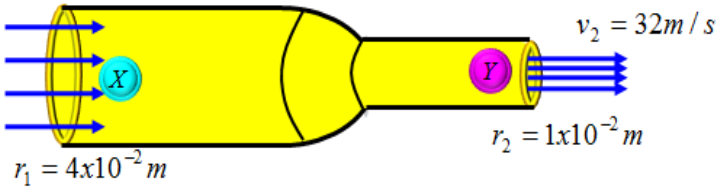
2. การแก้สมการโจทย์ปัญหาเรื่องแรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหล จะเกี่ยวข้องกับแรงลอยตัวหรือแรงพยุงและแรงโน้มถ่วงของโลก ส่งผลให้ขั้นตอนแก้โจทย์ปัญหาจะมีระดับความยากมากกว่าเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ

3. นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎของนิวตัน เนื่องด้วยแรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหลจะมีลักษณะการเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเริ่มต้นวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโดยความเร็วมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และช่วงหลังวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แสดงว่าแรงหนืดหรือแรงเสียดทานที่ของไหลกระทำต่อวัตถุมีค่าสูงสุด

4. โจทย์ปัญหาที่เป็นลักษณะประยุกต์ เช่น แรงหนืดหรือแรงเสียดทานในของไหล แรงลอยตัวหรือแรงพยุง และกฎของนิวตัน มาประยุกต์ร่วมกัน จะเพิ่มระดับความยากมากยิ่งขึ้น

5. ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก เนื่องจากสมการความสัมพันธ์จะเกี่ยวเนื่องกับแรงหนืดและปริมาตรทรงกลมของลูกกลมโลหะ ยิ่งจะเกิดความสับสนและส่งผลต่อการคำนวณระบบตัวเลขที่ผิดพลาด เพราะเป็นโจทย์ที่ต้องคำนวณอย่างละเอียด

แบบทดสอบข้อที่ 27 : ต้องการฉีดน้ำตามแนวราบ ออกจากปลายท่อ Y ด้วยอัตราเร็ว 32 เมตรต่อวินาที จะต้องใช้ความดันบริเวณท่อ X กี่นิวตันต่อตารางเมตร กำหนดท่อ X และ Y ให้มีรัศมี 4 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ กำหนดความดันบรรยากาศเท่ากับ $1x10^5$ นิวตันต่อตารางเมตร



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

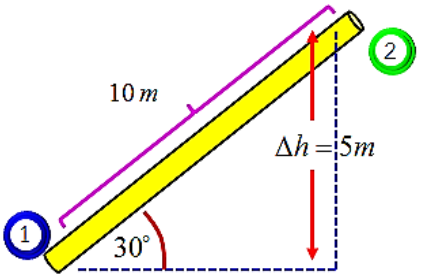
1. นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจใน 2 เรื่อง คือ สมการความต่อเนื่องและหลักการของแบร์นูลลี โดยต้องใช้ความรู้จากทั้งสองส่วนนี้ โจทย์ลักษณะการต่อเชื่อมความรู้แบบนี้จะเพิ่มระดับความยากของแบบทดสอบมากขึ้นกว่าปกติ

2. แบบทดสอบข้อนี้อ้างถึงลักษณะของท่อที่มีบริเวณที่ลดพื้นที่ของท่อลง แต่เป็นการลดพื้นที่หน้าตัดท่อที่ไม่กระทบต่อระดับความสูงของศูนย์กลางมวลของน้ำที่ไหลผ่านท่อทั้งสองขนาด เงื่อนไขเฉพาะแบบนี้อาจทำให้เกิดการคำนวณที่คลาดเคลื่อนได้ง่าย

3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหลักการของแบร์นูลลีมักจะประยุกต์กับสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนจะมีความกังวลมากกว่าเนื้อหาในเรื่องอื่น ๆ

4. ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก เนื่องจากสมการของแบร์นูลลีมีความสัมพันธ์กับตัวแปรหลากหลาย นักเรียนจะเกิดความสับสนและส่งผลต่อการคำนวณระบบตัวเลขที่ผิดพลาด เพราะเป็นโจทย์ที่ต้องคำนวณอย่างละเอียด

แบบทดสอบข้อที่ 30 : ท่อสม่ำเสมอวางทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ มีของเหลวชนิดหนึ่งไหลผ่าน พบว่า ผลต่างของความดันของของเหลวที่ตำแหน่งห่างกัน 10 เมตร ตามความยาวของท่อมีค่า 20 กิโลนิวตันต่อตารางเมตร ถ้าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ 10 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาค่าความหนาแน่นของของเหลวชนิดนี้



จากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า

1. นักเรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจใน 2 เรื่อง คือ สมการความต่อเนื่องและหลักการของแบร์นูลลี โดยต้องใช้ความรู้จากทั้งสองส่วนนี้ โจทย์ลักษณะการต่อเชื่อมความรู้แบบนี้จะเพิ่มระดับความยากของแบบทดสอบมากขึ้นกว่าปกติ

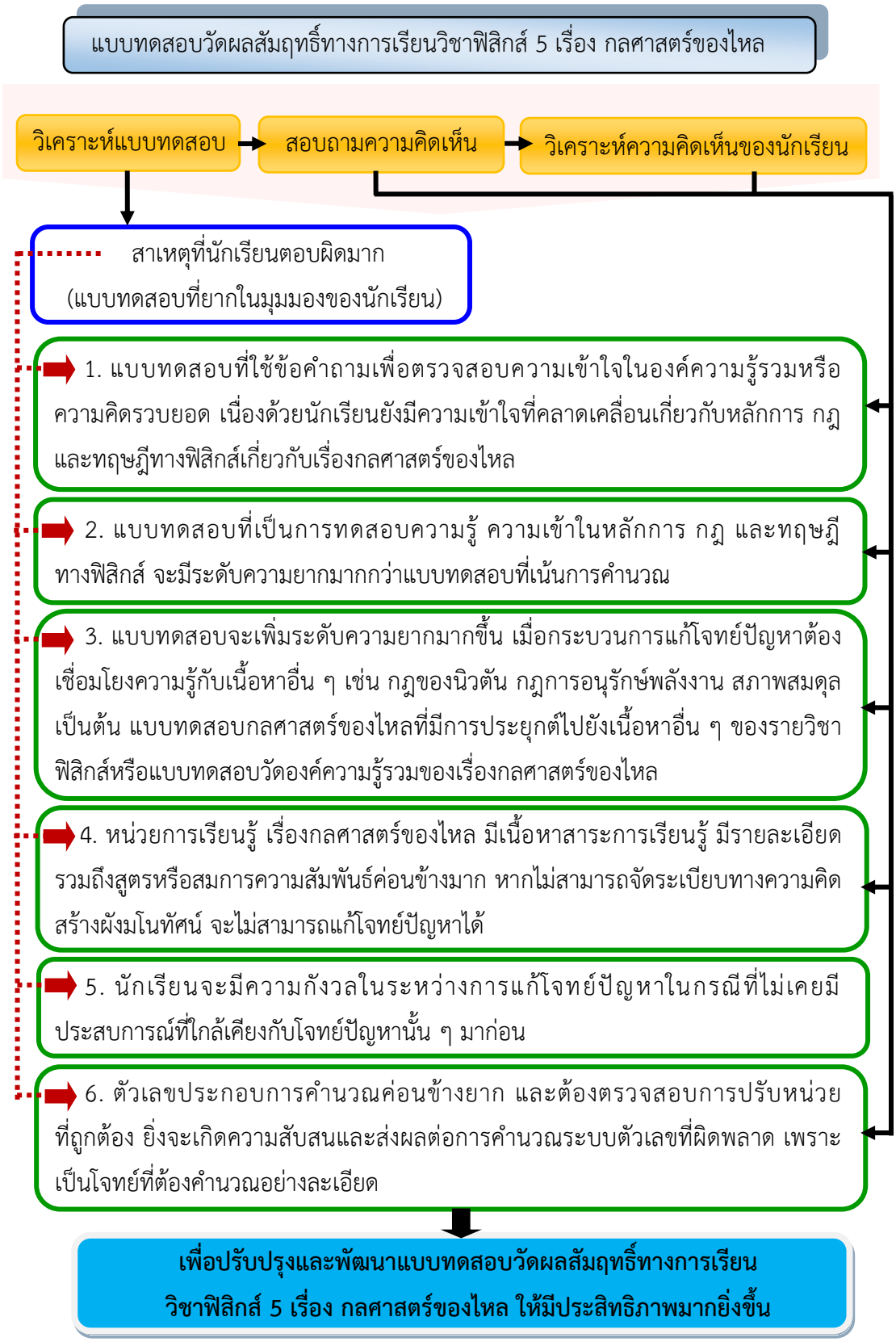
2. แบบทดสอบข้อนี้วางท่อเอียงทำมุม 30 องศากับพื้นราบ นักเรียนมีความกังวลว่าต้องนำไปประยุกต์ในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร

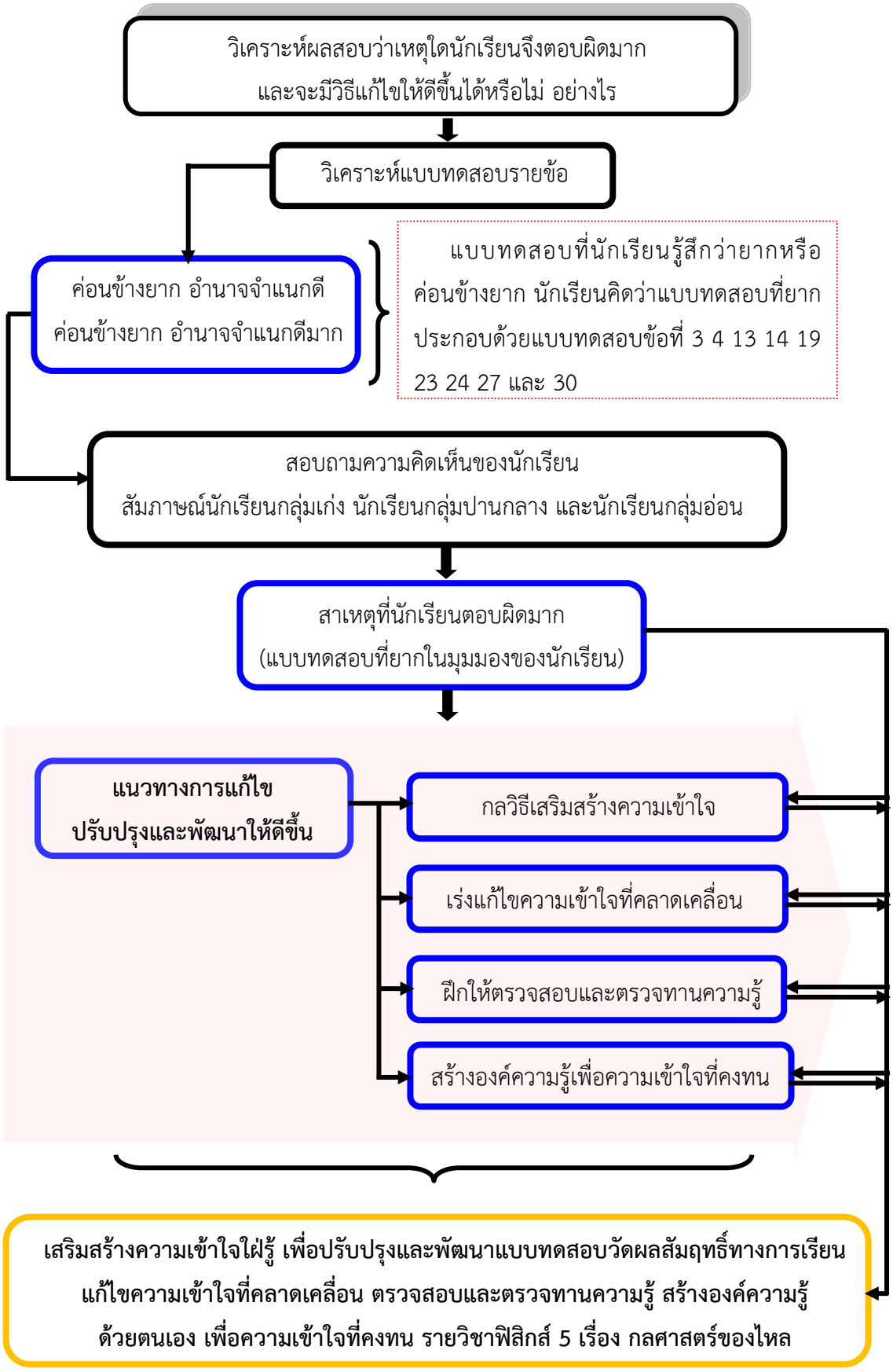
3. การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับหลักการของแบร์นูลลีมักจะประยุกต์กับสถานการณ์ต่าง ๆ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจว่า เพราะเหตุใดของเหลวที่ไหลผ่านตำแหน่งที่ 1 และ 2 จึงมีขนาดของความเร็วที่เท่ากัน

4. นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจ ความดันของของเหลวภายในท่อตำแหน่งที่ 1 และ 2 ตำแหน่งใดมีความดันมากกว่ากัน เนื่องจากสาเหตุใด

5. ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก เนื่องจากสมการของแบร์นูลลีมีความสัมพันธ์กับตัวแปรหลากหลาย นักเรียนจะเกิดความสับสนและส่งผลต่อการคำนวณระบบตัวเลขที่ผิดพลาด เพราะเป็นโจทย์ที่ต้องคำนวณอย่างละเอียด

ข้อสรุปจากการวิเคราะห์แบบทดสอบและการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับแบบทดสอบที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)




วิเคราะห์ผลสอบว่าเหตุใดนักเรียนจึงตอบผิดมาก
และจะมีวิธีแก้ไขให้ดีขึ้นได้หรือไม่ อย่างไร
วิเคราะห์แบบทดสอบรายข้อ
ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
แบบทดสอบที่นักเรียนรู้สึกว่ายากหรือ
ค่อนข้างยาก นักเรียนคิดว่าแบบทดสอบที่ยาก
ประกอบด้วยแบบทดสอบข้อที่ 3 4 13 14 19
23 24 27 และ 30
สอบถามความคิดเห็นของนักเรียน
สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเก่ง นักเรียนกลุ่มปานกลาง และนักเรียนกลุ่มอ่อน
สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก
(แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)
แนวทางการแก้ไข
ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
เสริมสร้างความเข้าใจใฝ่รู้ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
แก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน ตรวจสอบและตรวจทานความรู้ สร้างองค์ความรู้
ด้วยตนเอง เพื่อความเข้าใจที่คงทน รายวิชาฟิสิกส์ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น 1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ 2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้ 4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
- นักเรียนหลายคนให้ข้อมูลว่า นักเรียนพยายามจำสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ให้ได้ โดยไม่ได้เข้าใจว่าที่มาของสูตรหรือสมการความสัมพันธ์นั้นว่ามีที่มาอย่างไร กระบวนการพิสูจน์มีลำดับขั้นตอนอย่างไร ซึ่งนั้นทำให้นักเรียนต้องใช้ความจำค่อนข้างมาก และความรู้ความเข้าใจนั้นมีระยะเวลาในการคงอยู่ ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือนักเรียนอาจจะมองไม่เห็นข้อจำกัดในการใช้สูตรหรือสมการความสัมพันธ์นั้น ๆ อีกด้วย	- ในระหว่างการจัดการเรียนการสอนควรเพิ่มระยะเวลาในการอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับกฎ หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเข้าใจที่มาของสูตรและเข้าใจลำดับขั้นตอนการพิสูจน์สูตรหรือสมการความสัมพันธ์ในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เรื่องกลศาสตร์ของไหลผ่านกิจกรรมที่หลากหลายตามบริบทและศักยภาพของนักเรียน เช่น กิจกรรมระดมสมอง กิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน เป็นต้น เน้นย้ำให้นักเรียนตระหนักว่าควรลดการจดจำให้น้อยลงและเรียนรู้อย่างเข้าใจในทุก ๆ สมการความสัมพันธ์ นักเรียนสามารถแสดงที่มาอย่างเป็นลำดับของการพิสูจน์สูตรได้ หากนักเรียนสามารถแสดงที่มาของสูตรหรือสมการความสัมพันธ์จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และความเข้าใจที่คงทนมากยิ่งขึ้น และนักเรียนจะทราบถึงข้อจำกัดของการใช้สูตรหรือสมการความสัมพันธ์เนื่องด้วยเข้าใจการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ในขั้นตอนการพิสูจน์สูตรอย่างละเอียด
- นักเรียนส่วนใหญ่ ใช้วิธีการตรวจสอบเกี่ยวกับตัวแปรที่โจทย์ปัญหากำหนดให้ และตัวแปรที่โจทย์ปัญหาต้องการทราบหรือถามหา จากนั้นพยายามเลือกสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ที่มีตัวแปรที่ถามหาและมีตัวแปรที่	- กระตุ้นและผลักดันให้นักเรียนทราบถึงแนวทางการเรียนฟิสิกส์ที่ดีและเกิดความเข้าใจที่คงทน นักเรียนต้อง “เรียนรู้ด้วยความเข้าใจและเห็นภาพเหตุการณ์ที่โจทย์ปัญหากำหนดให้” จากนั้นจึงค่อยตัดสินใจ

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น 1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ 2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้ 4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
โจทย์กำหนดให้เพื่อนำมาแก้สมการ ซึ่งถ้าเป็นแบบทดสอบที่ไม่ได้ประยุกต์ความรู้ความเข้าใจมากจนเกินไปนักเรียนสามารถหาคำตอบได้ แต่ถ้าโจทย์ปัญหามีความซับซ้อนขึ้น มีตัวแปรที่ให้มาโดยไม่ใช้ประกอบการคำนวณ เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ด้วยตนเองว่าตัวแปรใดควรใช้ในการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะเกิดความสับสนและความคลาดเคลื่อนในการแก้โจทย์ปัญหา	เลือกสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ที่สามารถอธิบายเหตุการณ์ดังกล่าวเพื่อนำมาแทนค่าหาคำตอบ ถ้านักเรียนสามารถจัดระบบความคิดของตนเองแล้ว ถึงแม้ว่าโจทย์ปัญหามีการกำหนดตัวแปรที่หลากหลายและเกินความจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อทดสอบความเข้าใจ นักเรียนจะสามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้เช่นเดิม
- นักเรียนส่วนใหญ่ ให้ข้อคิดเห็นว่า ในช่วงต้นของการศึกษาเรียนรู้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้หรืออาจแก้ไขโจทย์ปัญหาได้บางส่วน แต่เมื่อนักเรียนได้รับฟังการเฉลยแบบทดสอบหรือทราบแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาในภาคผนวกของชุดกิจกรรมแล้วผ่านกระบวนการฝึกฝนมากขึ้น จะทำให้เกิดประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาเหล่านั้นได้เมื่อพบเจอโจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียง แต่สิ่งที่สำคัญคือต้องศึกษาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ศึกษาอย่างละเอียดรอบคอบ	- ครูผู้สอนในฐานะเป็นผู้สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในทุกขั้นตอน ควรเป็นพี่เลี้ยงคอยให้คำปรึกษาร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเป็นแหล่งข้อมูลให้นักเรียน หากนักเรียนมีข้อสงสัยในการแก้โจทย์ปัญหา มีข้อสงสัยในการพิสูจน์สูตรหรือลำดับขั้นตอนการได้มาซึ่งสมการความสัมพันธ์ จากข้อคิดเห็นของนักเรียนในประเด็นที่ว่า “เมื่อนักเรียนได้รับฟังการเฉลยแบบทดสอบ หรือทราบแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาในภาคผนวกของชุดกิจกรรม แล้วผ่านกระบวนการฝึกฝนมากขึ้น จะทำให้เกิดเป็นประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหาเหล่านั้นได้เมื่อพบเจอโจทย์ปัญหาในลักษณะใกล้เคียง” กระบวนการสร้างความเข้าใจนี้ นักเรียนต้องเห็นความสำคัญหรือตระหนักว่า “นักเรียนต้องทราบว่าเพราะเหตุใดโจทย์ปัญหาข้อนี้จึงแทนสูตรหรือสมการความสัมพันธ์นี้”

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น 1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ 2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้ 4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
	หรือ “การแทนสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ในโจทย์ปัญหาข้อนี้มีข้อยกเว้นที่แตกต่างจากการแทนสูตรเดียวกันในข้ออื่นอย่างไร” การพิจารณาตามเหตุผลข้างต้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจและสามารถนำองค์ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นไปปรับใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาครั้งต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- นักเรียนบางส่วน ให้ข้อคิดเห็นว่า เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาเรื่องกลศาสตร์ของไหลเรื่องใดเรื่องหนึ่งไม่เข้าใจ นักเรียนเหล่านี้มีความคิดเห็นส่วนบุคคลว่า เรื่องที่กำลังศึกษาไม่เข้าใจแล้วนักเรียนค่อยเริ่มทำความเข้าใจใหม่ในเนื้อสาระเรื่องถัด ๆ ไป	- ครูผู้สอนต้องเน้นย้ำนักเรียนและสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องว่า เนื้อหาสาระรายวิชาฟิสิกส์ไม่ว่าเรื่องใด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องกลศาสตร์ของไหล ในทุกเรื่องของหน่วยการเรียนรู้มีความเชื่อมโยง มีความเกี่ยวข้องขององค์ความรู้การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ การสร้างเครือข่ายองค์ความรู้ที่จะเกิดขึ้นในตัวของผู้เรียนจำเป็นต้องใช้พื้นฐานความรู้ของเนื้อหาสาระก่อนหน้านี้ ดังนั้นถ้ามีจุดไหนในการเรียนฟิสิกส์ที่นักเรียนไม่เข้าใจเกิดความสับสนนักเรียนต้องรีบแก้ไขให้เรียบร้อยด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น ทบทวนความรู้ความเข้าใจ สอบถามอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอน ตรวจสอบความเข้าใจจากกิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน การศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น การเรียนรู้ในปัจจุบันมีหลากหลายช่องทางที่ผู้เรียนสามารถเลือกและปรับประยุกต์ในการสร้างองค์ความรู้ให้ตนเอง สิ่งสำคัญที่สุดคือ นักเรียนต้องเรียนรู้

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น 1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ 2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้ 4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
	อย่างเป็นลำดับขั้นตอน การเรียนรู้อย่างเป็นระบบ นักเรียนควรให้ความสำคัญกับทุกเนื้อหาสาระ นักเรียนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่และการต่อยอดความรู้บทเรียนใหม่ในการศึกษาครั้งต่อไป ปลูกฝังให้นักเรียนตระหนักเสมอว่า “เรียนรู้อย่างสนุก มีความสุขกับฟิสิกส์”
- นักเรียนบางส่วน ให้ข้อคิดเห็นว่า นักเรียนมีความกังวลในการศึกษาเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เนื่องด้วยสูตรหรือสมการความสัมพันธ์หลักการ กฎและทฤษฎีค่อนข้างมากและยากต่อการจดจำ อีกทั้งในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต้องตีความหมายของโจทย์ที่ซับซ้อนเพื่อเชื่อมโยงไปยังหลักการทางฟิสิกส์ ตลอดจนการกำหนดตัวแปรจากข้อมูลที่เป็นตัวลวง ตัวแปรลักษณะเชื่อมโยง ตัวแปรที่เกินความจำเป็น รวมไปถึงการแทนค่าตัวเลข การคำนวณในการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ และการตีความด้วยความเข้าใจอย่างแท้จริงในการสรุปคำตอบสุดท้าย นักเรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาสาระที่หลากหลาย สามารถจดจำขอบเขตและหลักการที่เป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญของโจทย์แต่ละประเภท เชื่อมโยงไปสู่การเลือกสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ที่จะนำมาใช้ในการหาคำตอบที่โจทย์ปัญหาต้องการ	- ครูผู้สอนสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องและปลูกฝังให้นักเรียนทราบว่า ฟิสิกส์คือเรื่องใกล้ตัว ให้นักเรียนปรับแนวความคิดและมุมมองเชิงบวก เนื้อหาฟิสิกส์ในทุก ๆ หน่วย การเรียนรู้มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน เน้นย้ำเสมอว่าการเรียนรู้ฟิสิกส์ควรเรียนรู้จากพื้นฐานสู่การเชื่อมโยง การสร้างองค์ความรู้ให้กับตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย มุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
	1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
	2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
	3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
	4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
- นักเรียนส่วนใหญ่ ให้ข้อคิดเห็นว่า แบบทดสอบที่ใช้ข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในองค์ความรู้รวมหรือความคิดรวบยอด เนื่องด้วยนักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับหลักการ กฎและทฤษฎีทางฟิสิกส์เกี่ยวกับเรื่องกลศาสตร์ของไหล	- ครูผู้สอนกำหนดขอบเขตของเนื้อหาสาระให้ชัดเจน แบบทดสอบควรเป็นโจทย์ปัญหาที่ถามเกี่ยวกับหลักการ กฎและทฤษฎีทางฟิสิกส์ในเนื้อหาสาระของเรื่องที่ต้องการจะทดสอบวัดความสามารถไม่เน้นการประยุกต์มากจนเกินไป ควรเริ่มจากความรู้ย่อยไม่ควรใช้ข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในองค์ความรู้รวมหรือความคิดรวบยอด เนื่องจากเรื่องกลศาสตร์ของไหลมีรายละเอียดค่อนข้างมาก อาจสร้างความสับสนให้กับนักเรียน - แบบทดสอบควรเรียงลำดับความสามารถจากระดับที่ง่ายไปสู่ระดับที่ยาก ท้าทายความสามารถและความสนใจอย่างเป็นลำดับขั้น - สร้างความรู้และทดสอบความรู้แบบขั้นบันได ลดการทดสอบความรู้แบบก้าวกระโดดพยายามเสริมเพิ่มเติมแบบทดสอบวัดความรู้ความสามรถที่หลากหลาย เน้นการทบทวน ต่อยอดความรู้เพื่อทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับตัวแปรต่าง ๆ ให้มากยิ่งขึ้น มีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา ฝึกฝนการคิดคำนวณให้คล่องแคล่ว รวมทั้งการให้นักเรียนศึกษาโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมผ่านช่องทางต่าง ๆ ที่ช่วยกระตุ้นทางการเรียนรู้	

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น 1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ 2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน 3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้ 4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
- นักเรียนส่วนใหญ่ ให้ข้อคิดเห็นว่า แบบทดสอบที่เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจในหลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์ จะมีระดับความยากมากกว่าแบบทดสอบที่เน้นการคำนวณ	- ครูผู้สอนควรสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียนว่า การศึกษาหาความรู้หรือการวัดและประเมินผลความรู้เรื่องกลศาสตร์ของไหลนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือนักเรียนต้องเข้าใจในหลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์อย่างถ่องแท้ เข้าใจความหมายการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสมการต่าง ๆ นักเรียนต้องวิเคราะห์ได้ว่าโจทย์ปัญหานั้น ๆ เกี่ยวข้องกับหลักการ กฎ และทฤษฎีทางฟิสิกส์อย่างไร การกล่าวอ้างถึงมีความสมเหตุสมผลหรือไม่ การที่นักเรียนเข้าใจในหลักการจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ในลำดับถัดไปด้วย - ครูผู้สอนเน้นย้ำให้นักเรียนทราบว่าวิชาฟิสิกส์ไม่ใช่วิชาท่องจำแต่เป็นวิชาที่เน้นความเข้าใจ การที่นักเรียนเข้าใจโจทย์ปัญหาและประยุกต์ใช้ได้ถือเป็นหัวใจสำคัญของวิชาฟิสิกส์มากกว่าการท่องจำ เพราะถ้านักเรียนเข้าใจว่าโจทย์ปัญหาถามหาตัวแปรใด ทราบถึงความเหมาะสมในการเลือกใช้สูตรหรือค่าคลาดเคลื่อน ทบทวนความรู้อย่างสม่ำเสมอ โดยอาจสอบถาม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นโดยตรงกับครูผู้สอน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกัน การศึกษาสถานการณ์จำลองผ่านช่องทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ขั้นตอนการศึกษาเหล่านี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจในวิชาฟิสิกส์มากขึ้น

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
	1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
	2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
	3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
	4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
- นักเรียนส่วนใหญ่ ให้ข้อคิดเห็นว่า แบบทดสอบจะเพิ่มระดับความยากมากขึ้น เมื่อกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาต้องเชื่อมโยงความรู้กับเนื้อหาอื่น ๆ เช่น กฎของนิวตัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน สภาพสมดุล เป็นต้น แบบทดสอบกลศาสตร์ของไหลที่มีการประยุกต์ไปยังเนื้อหาอื่น ๆ ของรายวิชาฟิสิกส์หรือแบบทดสอบวัดองค์ความรู้รวมของเรื่องกลศาสตร์ของไหล	- กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใฝ่รู้ในกระบวนการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้นและทบทวนทำความเข้าใจ ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและฝึกให้นักเรียนสังเกตทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเพื่อเชื่อมโยงความรู้ - อธิบายให้นักเรียนทราบถึงกรอบและขอบเขตของเนื้อหาว่า การเคลื่อนที่ในลักษณะเช่นนี้โจทย์ปัญหาสามารถเชื่อมโยงความรู้ในหลักการกฎและทฤษฎี รวมถึงประยุกต์ร่วมกับเนื้อหาสาระเรื่องใดของฟิสิกส์ได้บ้าง เช่น กฎของนิวตัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน สภาพสมดุล คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ เป็นต้น การเชื่อมโยงเช่นนี้ต้องเกิดจากความเข้าใจ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง สร้างผังมโนทัศน์ให้กับตนเองอย่างต่อเนื่อง - เรียงลำดับแบบทดสอบที่ต้องการจะเชื่อมโยงความรู้จากง่ายไปสู่ระดับที่ยากขึ้น ไม่ประยุกต์ความรู้มากจนเกินไปอาจสร้างความสับสนให้กับนักเรียน

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
	1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
	2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
	3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
	4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
- นักเรียนส่วนใหญ่ให้ข้อคิดเห็นว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่องกลศาสตร์ของไหล มีเนื้อสาระการเรียนรู้ที่ค่อนข้างมาก มีรายละเอียดรวมถึงสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ค่อนข้างมาก หากไม่สามารถจัดระเบียบทางความคิด สร้างผังมโนทัศน์จะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้	- ครูผู้สอนควรสรุปเนื้อหาร่วมกับนักเรียนหลังเรียนหรือการทำกิจกรรมการทดลองเสร็จสิ้นในแต่ละคาบทุกครั้งเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น เนื่องด้วยหน่วยการเรียนรู้ เรื่องกลศาสตร์ของไหล มีเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มีรายละเอียดรวมถึงสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ค่อนข้างมาก เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์ในแต่ละหน่วยย่อยเพื่อจัดระบบทางความคิด - สร้างความเข้าใจที่ถูกต้องให้กับนักเรียน เน้นย้ำนักเรียนเสมอว่าการนำสูตรหรือสมการความสัมพันธ์มาใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องถือเป็นสิ่งสำคัญ ครูผู้สอนควรสร้างเสริมความคิดที่ว่าการเรียนวิชาฟิสิกส์ไม่ใช่เพียงแค่สามารถแก้โจทย์ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่สิ่งที่สำคัญคือนักเรียนต้องเข้าใจและทราบที่มา เหตุผลของการได้มาซึ่งสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ของเรื่องที่ศึกษาเรียนรู้ สามารถแสดงขั้นตอนลำดับการพิสูจน์ที่มาของสูตรต่าง ๆ เมื่อนักเรียนรู้ที่มาของสูตรหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในสูตรแล้ว นักเรียนจะเข้าใจวิธีการนำไปใช้และช่วยให้สามารถจดจำสูตรนั้นได้ดีขึ้นด้วย

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
	1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
	2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
	3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
	4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
- นักเรียนส่วนใหญ่ ให้ข้อคิดเห็นว่า นักเรียนจะมีความกังวลในระหว่างการแก้โจทย์ปัญหาในกรณีที่ไม่เคยมีประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับโจทย์ปัญหานั้น ๆ มาก่อน	- ครูผู้สอนควรควรเลือกใช้แบบทดสอบที่เป็นลักษณะคู่ขนานกับแบบทดสอบย่อยประจำหน่วยการเรียนรู้ หรือสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันกับโจทย์ปัญหาประกอบแต่ละชุดกิจกรรมเป็นโจทย์ปัญหาที่นักเรียนเคยมีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ลักษณะนี้มาก่อน ซึ่งนักเรียนสามารถเทียบเคียงความสัมพันธ์ได้เนื่องจากมีแนวทางการแก้โจทย์หรือมีประสบการณ์ในการแก้โจทย์ปัญหา - หากครูผู้สอนต้องการปรับประยุกต์ให้มีความยาก ท้าทายความสามารถของนักเรียนมากขึ้น ควรเป็นโจทย์ปัญหาที่มีการจัดเรียงลำดับเนื้อหาสาระตามเรื่องหรือหน่วยย่อยที่สอดคล้องกับชุดกิจกรรม เนื่องด้วยนักเรียนสามารถคาดการณ์ถึงสูตรหรือสมการความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งนี้ไม่ควรประยุกต์ในหลากหลายเนื้อหาสาระหรือมีระดับความยากมากจนเกินไป
- นักเรียนส่วนใหญ่ ให้ข้อคิดเห็นว่า ตัวเลขประกอบการคำนวณค่อนข้างยาก และต้องตรวจสอบการปรับหน่วยที่ถูกต้อง ยิ่งจะเกิดความสับสนและส่งผลต่อการคำนวณระบบตัวเลขที่ผิดพลาด เพราะเป็นโจทย์ที่ต้องคำนวณอย่างละเอียด	- กำหนดกรอบและขอบเขตของแบบทดสอบว่าเป็นการทดสอบความรู้ความสามารถทางฟิสิกส์ ดังนั้นควรเป็นโจทย์ปัญหาที่เลือกใช้ตัวเลขประกอบการคำนวณไม่ยากจนเกินไป เมื่อแก้สมการทางคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์ถามหาและตัวแปรที่โจทย์กำหนดมาให้ แล้วผลเฉลยที่ได้เป็นจำนวนเต็ม หรือเป็นตัวเลขเศษส่วน

สาเหตุที่นักเรียนตอบผิดมาก (แบบทดสอบที่ยากในมุมมองของนักเรียน)	แนวทางการแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น
	1. กลวิธีเสริมสร้างความเข้าใจ
	2. เร่งแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน
	3. ฝึกให้ตรวจสอบและตรวจทานความรู้
	4. สร้างองค์ความรู้เพื่อความเข้าใจที่คงทน
	อย่างต่ำที่ไม่ยากจนเกินไป รวมไปถึงตัวเลขชุดข้อมูลที่สามารถตัดทอนได้ ส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ - อธิบายวิธีการคำนวณให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือผลเฉลยตามที่โจทย์ปัญหากำหนดให้กับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์อย่างละเอียดอีกครั้ง และปลูกฝังให้นักเรียนนำสิ่งที่ตนเองต้องพัฒนากลับไปฝึกฝนในการคำนวณให้คล่องแคล่วแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพราะความรู้ทางคณิตศาสตร์ถือเป็นเครื่องมือขั้นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาเรียนรู้ทางฟิสิกส์ - ครูผู้สอนควรวางกรอบ ขอบเขตของการศึกษาทางฟิสิกส์ในเนื้อหาเรื่องนั้น ๆ ว่า เกี่ยวข้องกับหลักการและสาระสำคัญ โดยเกี่ยวเนื่องกับคณิตศาสตร์ในเรื่องใดบ้าง และกำหนดให้เป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ เป็นการทบทวนความรู้ด้วยการปูพื้นฐานความรู้คณิตศาสตร์สำหรับฟิสิกส์ นักเรียนจะได้รู้ว่าตนเองต้องทบทวนฝึกฝนทักษะและเตรียมพร้อมทางคณิตศาสตร์ประกอบการศึกษาเรียนรู้ฟิสิกส์ในเนื้อหานั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

รายวิชาฟิสิกส์ โดยเฉพาะหน่วยการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไหล เนื้อหาสาระโดยส่วนใหญ่ต้องใช้ทักษะการคำนวณ สิ่งสำคัญที่สุด คือ การฝึกฝนที่ดี การทบทวนความรู้ความเข้าใจอย่างสม่ำเสมอ การฝึกทำโจทย์ปัญหาในมุมมองที่หลากหลายและต่อเนื่อง พยายามจดจำรูปแบบและหลักการ สร้างความเข้าใจถึงแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ การท่องจำเป็นวิธีที่ดีในหลาย ๆ ครั้ง แต่สำหรับวิชาคำนวณที่ซับซ้อนอย่างฟิสิกส์นี้ การท่องจำเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ การฝึกฝนทำความเข้าใจในสถานการณ์ที่โจทย์ให้มา แนวคิดในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากโจทย์ปัญหาและตัวแปรต่าง ๆ ในสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ที่เลือกใช้ นักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์เหตุผลหรือที่มาในการเชื่อมโยงรูปแบบนั้น ๆ ตลอดจนลำดับขั้นในการแทนค่าการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ เมื่อโจทย์เปลี่ยนหัวข้อหรือเปลี่ยนรูปแบบ หลักการที่ใช้อาจมีความแตกต่างกัน ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงในรายละเอียดของการเลือกสูตรรวมไปถึงการแทนค่า การท่องจำว่าโจทย์ลักษณะนี้ ข้อมูลให้มาแบบนี้แล้วต้องมาใช้สูตรตามแบบเดิมอาจไม่ได้ให้คำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนต้องเข้าใจในหลักการและกระบวนการคิดเพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาแล้วเลือกสูตรหรือสมการความสัมพันธ์ที่ถูกต้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ การทบทวนบทเรียนในวิชาฟิสิกส์ทำได้หลากหลายวิธี เช่น การสอบถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในประเด็นข้อสงสัย หรือในส่วนที่นักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนกับครูผู้สอน การทบทวนความรู้แลกเปลี่ยนมุมมองความคิดเห็นกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน (กิจกรรมเพื่อนช่วยเพื่อน) การศึกษาแนวคิด หลักการสถานการณ์จำลองเสมือนจริงหรือสื่อที่นักเรียนสนใจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นับเป็นตัวช่วยที่ดีมากเพราะอาจทำให้นักเรียนรู้สึกผ่อนคลาย ได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความเข้าใจในหัวข้อที่สงสัย หรือแม้กระทั่งได้ตรวจสอบ ตรวจทานความเข้าใจของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่ในหลาย ๆ ครั้ง นักเรียนจะพบว่าตนเองได้รับแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งเทคนิควิธีการที่หลากหลายมุมมองในการแก้โจทย์ปัญหาดี ส่งผลให้นักเรียนเรียนรู้อย่างสนุก มีความสุขกับฟิสิกส์

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ สกุล	นายวุฒิพล รัตนพร
วัน เดือน ปีเกิด	22 มิถุนายน 2526
สถานที่เกิด	อำเภอ เมือง จังหวัด ชุมพร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 29/1 หมู่ที่ 3 ตำบลหาดพันไกร อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
ตำแหน่งและประวัติในการทำงาน	พ.ศ.2550 ถึง ปัจจุบัน ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญพิเศษ โรงเรียนสอาดเผดิมวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต วท.บ (ฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา นักศึกษาทุนโครงการส่งเสริมความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษาฟิสิกส์) มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี นักศึกษาทุนโครงการส่งเสริมความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)