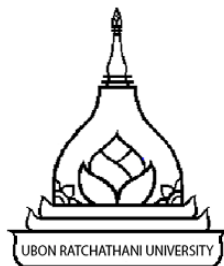




การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กานดา สุภาพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



INTEGRATION OF STEM EDUCATION INTO CLASSROOMS ON
FLUID MECHANICS FOR HIGH SCHOOL

KANDA SUPAPUNT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2018
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย นางสาวกานดา สุภาพันธ์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวงศ์ ภูปัญญา	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ศิวเลิศพร	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราช	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ศิวเลิศพร)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรีดา ปุกหุต)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ศิวเลิศพร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และเมตตาศิษย์ คอยช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวงศ์ ภูปัญญา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่าน ที่ช่วยกรุณาสละเวลา ให้คำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้สนับสนุนเงินทุน ในการศึกษาระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต และค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบึงบอระเพ็ด พร้อมทั้งคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และนักเรียนทุกคน ที่ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า เป็นอย่างดี ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ได้ให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมี จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาท ความรู้แก่ผู้วิจัย ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย จงดลบันดาลให้ทุกท่านมีแต่ความสุข ความเจริญตลอดไป

กานดา สุภาพันธ์

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย : กานดา สุภาพันธ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ศิวเลิศพร

คำสำคัญ : การบูรณาการ, สะเต็มศึกษา, กลศาสตร์ของไหล, มัธยมศึกษาตอนปลาย

เราได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือเพื่อพัฒนาความเข้าใจวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ สร้างความรู้
คงทนแก่ผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วยการทดลองเกี่ยวกับความหนาแน่น ความดัน
แรงลอยตัว ความดันบรรยากาศ และพลศาสตร์ของไหล บทเรียนได้มีการบูรณาการตามหลักของ
สะเต็มศึกษา จากการจัดการเรียนรู้เราพบว่า นักเรียนมีความกระตือรือร้น และตั้งใจเรียนมาก
ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีเจตคติต่อการเรียนฟิสิกส์เพิ่มขึ้น
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05. และนักเรียนมีความรู้ที่คงทนมากขึ้น

ABSTRACT

TITLE : INTEGRATION OF STEM EDUCATION INTO CLASSROOMS ON
FLUID MECHANICS FOR HIGH SCHOOL

AUTHOR : KANDA SUPAPUNT

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : ASST. PROF. KANCHANA SIVALERTPORN, Ph.D.

KEYWORDS : INTEGRATION, STEM EDUCATION, FLUID MECHANICS, HIGH SCHOOL

Learning activities in Physics on Fluid Mechanics were designed and constructed. The purposes of this study were to enhance students' understanding in Physics on Fluid Mechanics, to promote their scientific attitudes, and to strengthen their learning retention. The learning activities consisted of experiments on density, pressure, buoyancy, atmosphere, and fluid dynamics. The lessons were integrated through STEM Education. The findings showed that the students were enthusiastic and attentive towards the learning activities. The students' learning achievement and attitude towards the Physics learning activities increased with a statistical significance level of 0.05 and the retention rate also increased.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สะเต็มศึกษา (STEM Education)	4
2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement)	9
2.3 เจตคติ	13
2.4 ความคงทนทางการเรียน	19
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
2.6 เนื้อหาเกี่ยวกับความดันและพลศาสตร์ของไหล (Pressure and Fluid Dynamics)	27
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	31
3.2 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	33
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 บทเรียนสะเต็มศึกษา	36
4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการสะเต็มศึกษา	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test	37
4.4 การขยายความรู้ความคงทนในการเรียนของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test	37
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	41
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป	41
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก	
ก เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	50
ข เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	57
ค การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ	65
ง ภาพกิจกรรมการเรียนรู้	68
ประวัติผู้วิจัย	73

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการบูรณาการสะเต็มศึกษากับชุดการทดลอง	31
4.1	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนก่อนเรียน - หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	36
4.2	แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน	37
4.3	ค่าเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียน และความคงทน	37
ค.1	คะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการกิจกรรม ด้วยการทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไหล	66
ค.2	คะแนนความรู้ความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการกิจกรรม ด้วยการทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไหล	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	6
2.2	กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์	7
2.3	องค์ประกอบของเจตคติ	15
2.4	ของไหลในท่อที่มีขนาดภาคตัดขวางต่างกัน	28
2.5	ของไหลพุ่งออกจากถังสูง h	29
4.1	แผนผังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยวิธี STEM ในรายวิชาฟิสิกส์: เรื่อง กลศาสตร์ของไหล	39
ง.1	นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ความหนาแน่น	69
ง.2	นักเรียนสังเกตการพุ่งของน้ำที่ออกจากรูเล็ก ๆ	70
ง.3	นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง แรงตึงผิว	70
ง.4	บันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงพยุง	71
ง.5	นักเรียนสร้างแบบจำลองสะพานยก	71
ง.6	นักเรียนสร้างแบบจำลองสะพานยก	72

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากในสังคมโลกปัจจุบัน และอนาคต ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทั้งในการดำรงชีวิตประจำวัน และงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนผลผลิตต่าง ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในทุกด้าน วิทยาศาสตร์ทำให้คนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งคิดวิเคราะห์ คิดริเริ่ม คิดสร้างสรรค์ คิดเป็นเหตุเป็นผล ทำให้ทุกคนมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล สื่อสารข้อมูลและสิ่งที่ค้นพบจากการเรียนรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจได้ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการพัฒนานักเรียนให้ได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวท้าทายกับการเผชิญสถานการณ์หรือปัญหาที่มีการร่วมกันคิด ลงมือปฏิบัติจริง ก็เข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับวิชาอื่น และชีวิต ทำให้สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ จะเป็นแรงกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ มุ่งมั่นที่จะสังเกต สำรวจตรวจสอบ สืบค้นความรู้ ที่มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้ง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลาย และคำนึงถึงนักเรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (ฉบับที่ 2) มาตรา 22 กล่าวว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545)

ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางธรรมชาติ เช่น แสง สี เสียง การตกของวัตถุ เคลื่อน ของไหล ความร้อน ฯลฯ ซึ่งในการเรียนรู้เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์จะต้องเข้าใจหลักการ ทฤษฎี การวิเคราะห์ และแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ การออกแบบการทดลอง รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำมาช่วยแก้ปัญหาได้ จากการเรียนการสอนที่ผ่านมา ผู้สอนไม่มีกลวิธีในการสอนและขาดเทคนิคการสอนที่ทำให้นักเรียนสนใจ ใฝ่เรียนใฝ่รู้ กระตือรือร้น ส่วนมากสอนด้วยการบรรยายตามตำรา มุ่งเน้นให้นักเรียนท่องจำอ่านเพื่อสอบ มากกว่ามุ่งให้นักเรียน

คิดวิเคราะห์ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนจำนวนมากคิดไม่เป็น ไม่รู้วิธีในการเรียนรู้ ไม่ชอบอ่านหนังสือ ไม่สามารถนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ไม่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540) นักเรียนยังขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาที่นักเรียนเผชิญอยู่อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการทั้งเนื้อหา และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน เรียกว่า สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education: STEM Education) (ธานี จันทรวง, 2556) การบูรณาการวิชาทั้ง 4 ในสะเต็มศึกษา โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 วิชากับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ไม่เน้นการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสืบค้นข้อมูลและวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ พร้อมทั้งสามารถนำสิ่งที่ค้นพบนั้นไปใช้แก้ปัญหาหรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำแนวคิดการบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างถ่องแท้ ได้ลงมือปฏิบัติจริงสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหามในชีวิตจริงได้ และสร้างเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน สร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์และขยายความรู้ความคงทนของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้น จะมีความเข้าใจมากขึ้นและมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความรู้ความคงทนทางการเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้บูรณาการการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับชุดการทดลอง ซึ่งชุดการทดลองประกอบด้วย การทดลอง เรื่อง ความหนาแน่น ความดันแรงลอยตัว บรรยากาศและพลศาสตร์

ของไพล ใช้สอนในระยะเวลา 4 สัปดาห์ รวม 12 คาบ (50 นาที/คาบ) เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน และเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความรู้ความคงทนของนักเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 แผนการเรียน วิทย์ – คณิต โรงเรียนบึงบอระเพ็ด ตำบลบึงบอระเพ็ด อำเภอบึงบอระเพ็ด จังหวัดศรีสะเกษ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28 (ศรีสะเกษและยโสธร) กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 27 คน เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีการคลุกคลีระหว่างเด็กเก่ง ปานกลาง และอ่อน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยในครั้งนี้สามารถเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับ เรื่อง กลศาสตร์ของไพล และเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ตลอดจนมีความรู้ความคงทนทางการเรียน และนำผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเนื้อหาอื่น ๆ หรือรายวิชาอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงต่อไปเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้บูรณาการสะเต็มศึกษากับกิจกรรมการทดลองมาเป็นสื่อการเรียนรู้เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงบурพ์ จังหวัดศรีสะเกษ โดยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัย ตามลำดับหัวข้อดังนี้

2.1 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.1.1 ที่มาและความสำคัญของ STEM Education

เมื่อปี ค.ศ. 1980 ประเทศสหรัฐอเมริกาประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Student Assessment: PISA) และการทดสอบด้านคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study: TIMSS) ของประเทศสหรัฐอเมริกาต่ำกว่าหลายประเทศ ส่งผลต่อขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม เนื่องจากปัญหาการขาดความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์ จนทำให้การเข้าศึกษาต่อและประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์มีจำนวนลดลง ต่อมาปี ค.ศ. 1985 สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สร้างโปรเจกต์ 2016 และดำเนินการจัดพิมพ์หนังสือชื่อ วิทยาศาสตร์เพื่อพลเมืองอเมริกา (Science for All Americans) ในปี ค.ศ. 1989 เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ จนกระทั่งหน่วยงานต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกาเรียกร้องให้กระทรวงการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ในยุคนั้นสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติได้กำหนดเป็นคำว่า SMET Education ต่อมาปี ค.ศ. 2001 ได้เปลี่ยนเป็นคำว่า STEM Education หมายถึง แนวทางการเรียนการสอนที่มีลักษณะของการบูรณาการเรียนการสอนทั้งสี่สาขาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathematics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และเทคโนโลยี (Technology) (สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ, 2556) ต่อมารัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการพัฒนา STEM ขึ้นเพื่อจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ให้สูงขึ้น และเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

2.1.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเนื้อหา 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) คณิตศาสตร์ (M) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และเทคโนโลยี (T) เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงไปใช้ค้นคว้า สร้างสรรค์สิ่งใหม่ รวมถึงสามารถแก้ปัญหาในโลกแห่งความจริงได้ (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, 2558: 11-12; อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ, 2555: 15-18; มนตรี จุฬาวัฒนทล, 2556: 3-14) และยังเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่เป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถจะดำรงชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานความรู้ และเติมไปด้วยเทคโนโลยี (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556: 49-56; รัชพล ธนานุวงศ์, 2556: 15-20) และสามารถนำไปใช้ออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปความหมายของ สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระทั้ง 4 ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาคณิตศาสตร์ (M) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และเทคโนโลยี (T) โดยนำความรู้ของแต่ละวิชามาผสมผสานเข้าด้วยกันให้ผู้เรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ และสามารถนำความรู้ของทั้ง 4 วิชาไปใช้ในการค้นคว้า สร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2.1.3 ลักษณะของสะเต็มศึกษา

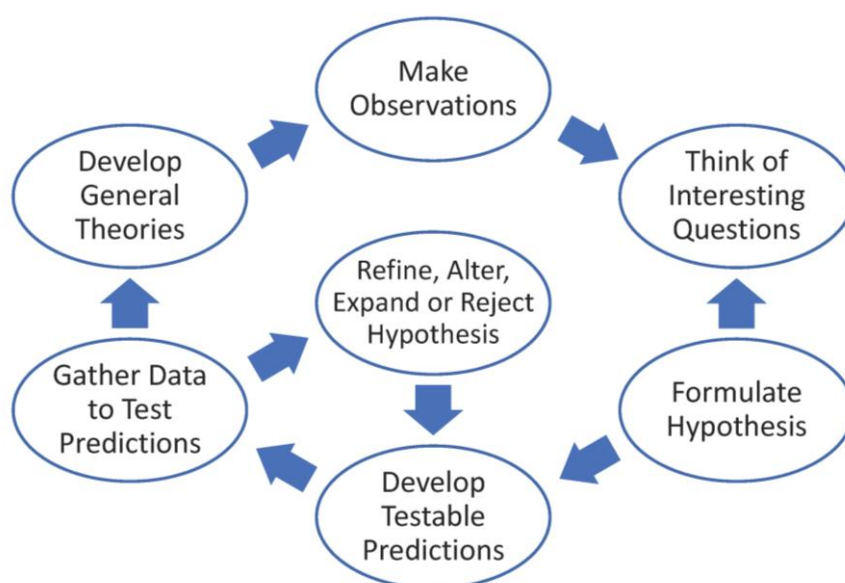
สะเต็มศึกษา (STEM Education) ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนา ทักษะสำคัญในโลกยุคโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 จึงเป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิด ดังนี้

2.1.3.1 การบูรณาการข้ามสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) คือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติวิชาตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา ผสมผสานกัน คือ

วิชาวิทยาศาสตร์ (S) ศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยมุ่งเน้นใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียน ระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย และไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ในแบบสะเต็มศึกษา จะทำให้นักเรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทาย และสามารถส่งผลให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นไป และสามารถนำความรู้ไปอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติได้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แสดงดังภาพที่ 2.1 โดยเริ่มจากการสังเกต คิดหรือถามคำถามที่เป็นไปได้ ตั้งสมมติฐานหรือคิดหาคำตอบที่เป็นไปได้ การพัฒนาการทดลองเพื่อหาคำตอบ การทดลองเพื่อเก็บ

รวบรวมข้อมูล หรืออาจทดลองซ้ำและละเอียดขึ้น นำไปสู่การพัฒนาเป็นกฎ หลักการหรือทฤษฎี เป็นต้น

วิชาเทคโนโลยี (T) เน้นเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ เพื่อตอบสนองความต้องการ หรือความจำเป็นของมนุษย์ในการดำรงชีวิต

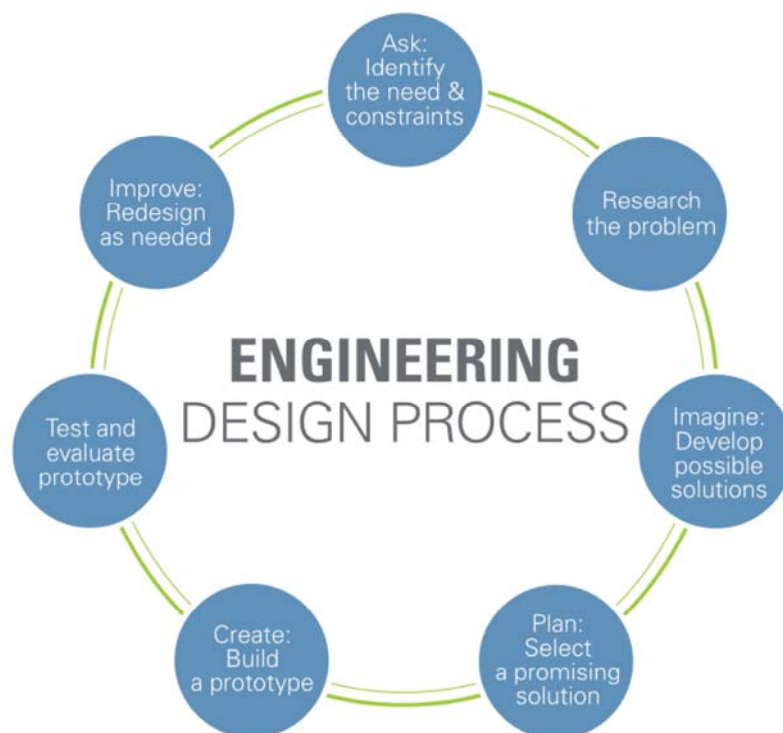


ภาพที่ 2.1 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรม หรือสร้างสิ่งต่าง ๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น กระบวนการทางวิทยาศาสตร์แสดงดังภาพที่ 2.2 กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์เริ่มจากปัญหาและความต้องการทางสังคม การวิจัยค้นหาแนวทางแก้ปัญหา การจินตนาการพัฒนาแนวทางที่เป็นไปได้ การวางแผน การสร้าง และการทดสอบงานที่สร้างขึ้น การนำไปใช้และการปรับปรุง

วิชาคณิตศาสตร์ (M) เน้นการคำนวณเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษา และต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์ ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่ต้องประกอบอื่นที่สำคัญประการแรก คือ กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ จัดกลุ่ม การจำแนก การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สอง ภาษาคณิตศาสตร์ ผู้เรียนจะสามารถถ่ายทอดความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น น้อยกว่า มากกว่า

เล็กกว่า ใหญ่กว่า เท่ากับ ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ชั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการเผชิญสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน



ภาพที่ 2.2 กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์

2.1.3.2 การบูรณาการที่สามารถจัดการเรียนรู้ได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ พัฒนาชิ้นงานได้ดี

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา นอกจากจะเป็นการบูรณาการ วิชาทั้ง 4 สาขาแล้วนั้น ยังเป็นการบูรณาการ ด้านบริบท (Context Integration) ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน อีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และสามารถนำไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

2.1.3.3 สะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

- 1) ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาทำให้เกิดปัญญา
- 2) ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์

คิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3) ผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

2.1.4 สะเต็มศึกษาในต่างประเทศ

จุดเริ่มของสะเต็มศึกษามาจากประเทศสหรัฐอเมริกาเนื่องจากมีขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศต่ำลง สังเกตได้จากผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนที่สนใจ และต้องการเข้าศึกษาต่อทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมีจำนวนลดลงรวมทั้งประชาชนวัยทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมก็มีจำนวนลดลงด้วย เมื่อเกิดการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ก็ส่งผลต่อปัญหาทางเศรษฐกิจตามมา จึงมีการนำนโยบายการศึกษาทางด้านสะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น ประกาศสนับสนุนโรงเรียนทางด้านสะเต็มศึกษาใหม่จำนวนหลายแห่งทั่วประเทศ และผลิตครูให้มีความเชี่ยวชาญทางด้านสะเต็มศึกษา เป็นต้น และคาดหวังว่าสิ่งเหล่านี้จะช่วยยกระดับผลการทดสอบทางการเรียนของนักเรียนในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556: 49-56) นอกจากนี้ยังมีประเทศอื่น ๆ ที่เจอกับปัญหาเช่นเดียวกัน เช่น ออสเตรเลีย อังกฤษ อินเดีย จีน ที่พยายามหาวิธีเสริมสร้างความรู้และทักษะกระบวนการทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม โดยการใช้สะเต็มศึกษา เพื่อให้สามารถแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ ได้ ในปี ค.ศ. 2015 ประเทศจีนสามารถผลิตบัณฑิตด้านสะเต็มศึกษาได้มากถึง 3.5 ล้านคนต่อปีซึ่งผลิตได้มากกว่าประเทศสหรัฐอเมริกาส่งผลให้ประเทศมีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว สำหรับประเทศออสเตรเลีย การนำสะเต็มศึกษาไปพัฒนาต้องเริ่มต้นตั้งแต่โรงเรียนเชื่อมโยงกับสถาบันอุดมศึกษาและอุตสาหกรรม โดยรัฐบาลเริ่มดำเนินการตั้งแต่การกำหนดนโยบายและมาตรฐาน ปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางการศึกษา เครือข่ายสะเต็มศึกษา เพิ่มการพัฒนาและผลิตครูขยายแหล่งเรียนรู้ให้มากขึ้น สร้างความตระหนักทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อเร่งพัฒนาแรงงาน (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, 2558: 13-15)

2.1.5 สะเต็มศึกษาในประเทศไทย

ประเทศไทยจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมแบบเดิม ๆ มาเป็นการบูรณาการด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เนื่องจากการประเมินผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ของนักเรียนไทยโดยภาพรวมต่ำกว่าหลายประเทศสาเหตุมาจากการสอนแบบบรรยาย ให้นักเรียนท่องจำ ขาดทักษะการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และขาดความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทำให้กำลังคนด้านนี้รองรับการแข่งขันในอนาคตไม่ได้ จึงมีการนำสะเต็มศึกษามาใช้ในประเทศไทยภายใต้การดำเนินงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยการสร้างเครือข่ายร่วมกันทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เช่นภาคเอกชนอยู่ในฐานะนายจ้าง ผู้สำเร็จการศึกษาทุกสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาจะเรียกว่า “กำลังคนด้านสะเต็ม” สำหรับนายจ้าง

เหล่านี้จะมีผู้เชี่ยวชาญทำหน้าที่เป็น “ทูตสะพาน” ที่คอยเชื่อมโยงระหว่างสถานประกอบการ กับหน่วยงานทางการศึกษา ทำหน้าที่ถ่ายทอดประสบการณ์ทำงาน ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกแก่ครูและนักเรียนในโรงเรียนและสถานศึกษา ให้รู้จักงานที่ใช้ความรู้และทักษะในการวิเคราะห์ เพื่อพัฒนากำลังคนในประเทศให้มีความสามารถเทียบเท่ากับประเทศอื่น ๆ ได้

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement)

2.2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) หมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2542: 4) คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544: 20) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Learning Achievement In Science) หมายถึง ความรู้ความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทราบว่าปริมาณมากน้อยเพียงใด ก็อาจจะกระทำได้โดยวัดได้จากการสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

พรธณี ชูทัย เจนจิต (2545: 58) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาอบรม หรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

(1) การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น ซึ่งการวัดต้องใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance Test)

(2) การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนรวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (ไพศาล หวังพานิช, 2523: 137)

สถาบันส่งเสริมการสอนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกระทรวงศึกษาธิการ ได้ปรับปรุงหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ ให้เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยยึดวัตถุประสงค์ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546)

- (1) เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการ และทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
- (2) เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์
- (3) เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- (4) เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- (5) เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และ อิทธิพลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อมวลมนุษย และสภาพแวดล้อม

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2545: 16) กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นแบบทดสอบ ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนหรือการสอน หรือแบบทดสอบมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดทักษะ หรือความรู้ที่เรียนมาเพื่อใช้ในการวัดผลของการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถ ทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยมต่าง ๆ

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสามารถของบุคคลที่ต้องอาศัยทักษะ ความรอบรู้ ทศนคติที่ได้จากการเรียน การสอน การฝึกฝน อบรมสั่งสอน ทำให้เกิดความสำเร็จหรือความสามารถในด้านต่าง ๆ ความสามารถในการนำมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้น โดยเป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.2.2 จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ในเนื้อหาจาก คะแนนสอบ เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนได้รับการพัฒนาการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ความเข้าใจเชิงลึก ในเนื้อหาได้อย่างแท้จริงบนพื้นฐานการพัฒนาผู้เรียน และตัดสินผลการเรียนในการพัฒนาคุณภาพ ผู้เรียนตามตัวชี้วัด (อุดม ทิพราช และคณะ, 2560: 67)

2.2.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พฤติกรรมที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รับ ทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องวัดผล ทั้งสองส่วน และเพื่อความสะดวกในการประเมิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชา วิทยาศาสตร์ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สำหรับเป็นเกณฑ์วัดผล ว่านักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด 4 พฤติกรรม ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 11)

(1) ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

(2) ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้เมื่อปรากฏการณ์อยู่ในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่สัญลักษณ์หนึ่ง

(3) การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือจากที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน

(4) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านการสังเกต การจำแนกประเภท การจัดกระทำสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล

ซึ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พิจารณาให้ครอบคลุม จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2.2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอสรุป ได้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2542: 9) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า “เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดว่านักเรียนมีความรู้ หรือความสามารถที่เกิดจากการเรียนการสอนมากน้อยปานใด”

วรพจน์ นวลสกุล (2540: 25) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน หลังจากที่คุณเรียนศึกษาบทเรียนนั้นจบแล้ว แบบทดสอบที่ใช้วัดจะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2542: 34) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถด้านต่าง ๆ เมื่อได้รับประสบการณ์เฉพาะอย่างไปแล้ว ซึ่งจะเป็นการวัดความสามารถทางวิชาการต่าง ๆ โดยมุ่งวัดว่านักเรียนมีความรู้หรือมีทักษะในวิชานั้นมากน้อยเพียงใด

ชาติรี เกิดธรรม (2542: 16) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการ ที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้วเพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลอย่างไร

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา

2.2.5 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2532: 47) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ ดังนี้

(1) ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพ เพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือวัดได้ตรง และครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

(2) มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

(3) ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้ายคือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

(4) มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยากปานกลาง และค่อนข้างง่าย

(5) มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่ง และคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ค่า r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกไม่ได้ คนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกได้ คนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่มีค่า r ใกล้ศูนย์ ($r = -0.19$ ถึง $+0.19$) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ เพราะคนเก่งตอบถูก พอ ๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

(6) มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุดเชื่อถือได้มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย

(7) มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

(8) ใช้คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

(9) ใช้คำถามยั่วยุ (Exemplary) มีลักษณะที่ท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบ และทำด้วยความเต็มใจ

(10) คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีลักษณะดังนี้ มีความเที่ยงตรง มีความเชื่อมั่นสูง มีความเป็นปรนัย มีความยากง่ายพอเหมาะ มีอำนาจจำแนก มีประสิทธิภาพ มีความยุติธรรม ใช้คำถามถามลึก ใช้คำถามยั่วยุ และคำถามจำเพาะเจาะจง

จากที่กล่าวมาแล้วเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นผลการวัดพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน คุณลักษณะด้านจิตพิสัย ความสนใจ ทักษะคติต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน และระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ และคุณภาพการสอน การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และการเสริมแรงของครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ดีถูกต้องหรือไม่

ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ความพึงพอใจเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย หรือต้องการปฏิบัติให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ซึ่งในปัจจุบันครูผู้สอนเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก หรือให้คำแนะนำปรึกษาจึงต้องคำนึงถึงความพึงพอใจในการเรียนรู้

2.3 เจตคติ

2.3.1 ความหมายของเจตคติ

คำว่า “เจตคติ” เป็นคำศัพท์ที่มีความหมาย เช่นเดียวกับคำว่า ทัศนคติ ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Attitude” ได้มีนักจิตวิทยา และนักศึกษาวไทย และชาวต่างประเทศ ได้ให้ความหมายของ “เจตคติ” ไว้ดังนี้

บุญธรรม กิจปรีดาภิรุต (2531: 53) อธิบายความหมายว่า เจตคติ หมายถึง กิริยาท่าทางที่รวม ๆ ของบุคคลที่เกิดจากความพร้อมหรือความโน้มเอียงของจิตใจซึ่ง แสดงออกต่อสิ่งเร้าหนึ่ง ๆ โดยแสดงออกมาในทางสนับสนุนซึ่งมีความรู้สึกเห็นดีเห็นชอบต่อสิ่งเร้านั้น

ชาญชัย อาจิณสมาจาร (2535: 78) อธิบายคำว่า “เจตคติ” หมายถึง ความรู้สึกของเอกัต บุคคลที่มีต่อวัตถุอย่างใดอย่างหนึ่ง คำว่าวัตถุในที่นี้ ใช้ในรูปของความหมายทั่ว ๆ ไป อาจเป็นวัตถุ ทางกายภาพ หรือวัตถุนิตหนึ่ง เช่นคุณมีความรู้สึกอย่างไรต่อรถยนต์ที่ผลิตจากต่างประเทศ

สุชาติ ประเสริฐรัฐสินธุ์ และคณะ (2529: 101) ให้ความหมายของเจตคติว่า หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของบุคคลในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งแสดงออกให้เห็นจากคำพูด หรือพฤติกรรมของ และ คนแต่ละ คนมีเจตคติต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมาน้อยแตกต่างกัน เจตคติแม้จะเป็นนามธรรมแต่ก็เป็น สิ่งจำเป็นสำ สำหรับบุคคลที่มีเจตคตินั้น ๆ

พชนี วรกวิน (2526: 78) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็น ความรู้สึก ความคิด ความเชื่อหรือแนวโน้มที่พร้อมจะกระทำต่อสิ่งแวดล้อม โดยการตอบสนองในลักษณะที่ชอบหรือไม่ชอบ

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526: 3) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นความคิดเห็นที่มี อารมณ์เป็นส่วนประกอบ และพร้อมที่จะมีปฏิกิริยาเฉพาะอย่างต่อสถานการณ์ภายนอก

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528: 21) เจตคติ หมายถึง ความพร้อมของร่างกาย และจิตใจที่มี แนวโน้มจะตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสถานการณ์ใด ๆ ด้วยการเข้าหาหรือถอยหนีออกไป

Wohlman (1973: 34) ให้ความเห็นว่า เจตคติคือ สภาพของจิตที่ผ่านประสบการณ์ การเรียนรู้แบบแน่น และผลักดันให้มนุษย์ตอบสนองต่อบุคคล วัตถุหรือแนวคิดเฉพาะอย่างในลักษณะ ที่สอดคล้อง หรือขัดแย้งได้ เจตคติประกอบด้วยส่วนที่เป็นระดับพุทธิพิสัย จิตพิสัย หรือระดับ พฤติกรรม

Robbins (1993: 177) อธิบายว่า เจตคติ คือการประเมินสิ่งที่ชอบหรือไม่ชอบ เกี่ยวกับ วัตถุบุคคล หรือเหตุการณ์ ซึ่งสะท้อนถึงความรู้สึก เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่าง เช่นเมื่อฉันพูดว่า “ฉันชอบงานของฉัน” เป็นการแสดงความรู้สึกของฉันที่เกี่ยวข้องกับงาน

Thurtone (1958: 73) เจตคติ เป็นการแสดงออกทางด้านผลรวมความโน้มเอียง หรือความรู้สึก ความมีอคติ ที่เกิดขึ้นอยู่ในใจก่อนความคิดความกังวล การลงความเห็นเกี่ยวกับเรื่องใด เรื่องหนึ่ง

Good (1973: 48) เจตคติ คือ ความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ที่จะ สนับสนุนหรือต่อต้านสถานการณ์บางอย่างของบุคคลหรือสิ่งใด ๆ เช่นรักเกลียด หรือกลัว หรือ ไม่พอใจ มาน้อยเพียงใดต่อสิ่งนั้น ๆ

สรุปได้ว่า เจตคติ คือ ความรู้อันเป็นสภาวะความพร้อมของจิตใจ ที่เกิดจากประสบการณ์ ซึ่งมีส่วนที่เป็นต่อนามธรรม วัตถุธรรม หรือสมมุติธรรมที่กำหนดต่อบุคคลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งในแง่ว่าชอบ หรือไม่ชอบอย่างไร และพร้อมที่จะแสดงออกมาเป็นความคิดเห็น

2.3.2 องค์ประกอบของเจตคติ

วรรณเพ็ญ อินทร์แก้ว (2529: 18) อ้างถึงการแบ่งองค์ประกอบของเจตคติ ของ Rosenberg แบ่งออกเป็น 3 อย่างคือ

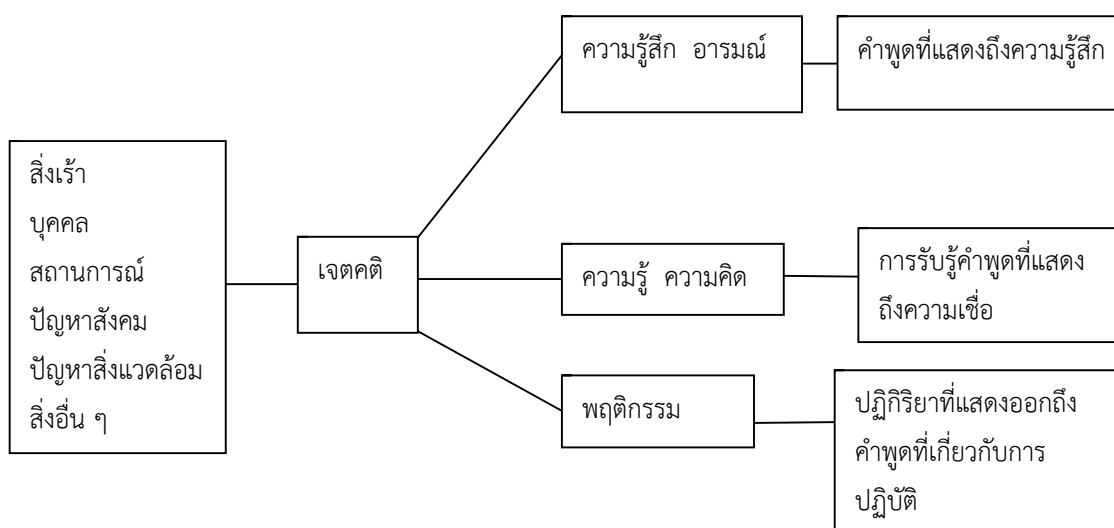
(1) องค์ประกอบทางด้านพุทธิปัญญา ได้แก่ความเชื่อหรือแนวคิด หรือความรู้ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่ง อาจเป็นไปได้ทั้งในแง่ดี และแง่ไม่ดี

(2) องค์ประกอบทาง ด้านปฏิบัติ เป็นองค์ประกอบที่มีแนวโน้มที่จะกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งต่อสิ่ง บุคคล หรือสถานการณ์ ถ้ามีสิ่งเร้าที่เหมาะสม ก็จะทำให้เกิดการปฏิบัติ หรือปฏิกิริยาอย่างใดอย่างหนึ่งตอบสนอง

(3) องค์ประกอบทางด้านความรู้สึก เป็นส่วนประกอบด้านอารมณ์ ความรู้สึกที่จะเป็นสิ่งที่เร้า ความคิดอีกต่อหนึ่ง และความรู้สึกนี้อาจแสดงออกโดยทางสีหน้า ท่าทางที่เราคิดถึงสิ่งนั้น เช่น โกรธ เกลียด รัก ชอบ

ดังนั้นองค์ประกอบของเจตคติทั้ง 3 องค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันระหว่างเจตคติกับพฤติกรรม แต่ เป็นที่เข้าใจอย่างง่ายว่าเจตคติมีความสำคัญอยู่ที่องค์ประกอบด้านจิตพิสัย

ไพบุรย์ อินทวิชา (2517: 47) อธิบายเพิ่มเติมแนวคิดนี้ว่า เจตคติ จะเกิดขึ้นเมื่อองค์ประกอบทั้งสามนี้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การพัฒนาเจตคติจึงเกิดการเรียนรู้ และประสบการณ์ของบุคคลการติดต่อสัมพันธ์ กับผู้อื่น การเรียนแบบในสังคม การปรับตัวให้เข้ากับสังคม สิ่งเหล่านี้จะรวมตัวกันเป็นรูปแบบของ เจตคติ ของแต่ละบุคคล เจตคติ จะต้องเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการทางจิตวิทยาสังคม ได้แก่ การสนใจ การตั้งใจเรียน การรับรู้



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของเจตคติ

2.3.3 ที่มาของเจตคติ

Foster (1952: 789) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับเจตคติ ว่า ขึ้นอยู่กับสาเหตุ 2 ประการ

(1) ประสบการณ์ที่บุคคลมีกับสิ่งของบุคคล หมู่คณะหรือเรื่องราวต่าง ๆ หรือสถานการณ์เจตคติ จึงเกิดขึ้นในตัวบุคคล จากการได้พบเห็นคุ้นเคย ซึ่งถือได้ว่าเป็นประสบการณ์ โดยตรง และจากการได้ยินได้ฟัง ได้เห็น รูปภาพหรือได้อ่านข่าวสารเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ แต่ไม่ได้พบเห็น ไม่ได้ทดลองเกี่ยวกับของจริงด้วยตนเอง ซึ่งถือว่า เป็นประสบการณ์โดยอ้อม ดังนั้นบุคคลจะไม่มีเจตคติต่อสิ่งที่เขาไม่มีประสบการณ์ทั้งทางตรง และทางอ้อมเลย ซึ่งในเรื่องประสบการณ์ของบุคคลนั้น ถ้าบุคคลหนึ่งบุคคลใดมีความพอใจในการได้มีประสบการณ์หนึ่งแล้ว ก็ถือได้ว่าบุคคลนั้นมีแนวโน้มที่จะมีเจตคติที่ดีต่อสิ่งนั้น แต่ตรงกันข้ามก็ถือว่าแนวโน้มเจตคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นด้วย

(2) ระบบค่านิยม และการตัดสินใจ เนื่องจากคนแต่ละกลุ่มมีค่านิยมและการตัดสินใจตามค่านิยมไม่เหมือนกัน ดังนั้นกลุ่มคนแต่ละกลุ่ม จึงอาจมีเจตคติต่อสิ่งเดียวกันแตกต่างกันได้ การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดจะมีเจตคติที่ดีหรือไม่ดีต่อสิ่งหนึ่ง หรือมีความรู้ว่สิ่งนั้นถูกสิ่งนั้นผิด ย่อมขึ้นอยู่กับวัฒนธรรม ค่านิยม หรือมาตรฐานของกลุ่มที่บุคคลนั้น ใช้ชีวิตร่วมกันอยู่เพราะเมื่อบุคคลแต่ละคนอยู่ในสังคมย่อย ได้เห็นตัวอย่างการกระทำต่าง ๆ จากสังคม เช่นสิ่งที่สั่งสอน อบรมถ่ายทอดกันทางวัฒนธรรมของสังคมนั้น ๆ นอกจากเป็นแนวปฏิบัติให้แก่คนในสังคมนั้น ๆ แล้ว ยังมีระบบการให้รางวัล และการลงโทษอยู่ด้วย ดังนั้นเจตคติของบุคคลจึงเกิดขึ้นจากการเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมที่เขาอยู่ ความรู้สึกและข่าวสารต่าง ๆ จากบุคคล และสิ่งแวดล้อม ที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเจตคติเฉพาะตัว และจากการที่บุคคลมีการติดต่อสัมพันธ์กันกับกลุ่มต่าง ๆ ทางสังคม ความต้องการที่จะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดนั้น ทำให้บุคคลต้องเรียนรู้ถึงการสร้างเจตคติบางอย่าง ให้เหมือนกลุ่มที่ตนอยู่ ซึ่งต่อมาเจตคติที่ได้จากกลุ่มอาจกลายมาเป็นเจตคติเฉพาะตัว

2.3.4 ลักษณะของเจตคติ

เชดคัคส์ โฆวาลินส์ (2527: 66-67) กล่าวถึงลักษณะของเจตคติ สรุปได้ดังนี้

- (1) เจตคติเป็นความรู้สึกทางจิตใจที่มีต่อสิ่งเร้าสิ่งใดสิ่งหนึ่ง
- (2) เจตคติเป็นผลที่ขึ้นอยู่กับบุคคลประเมินผลจากสิ่งเร้าแล้วแปรเปลี่ยนมาเป็นความรู้สึกภายในที่ก่อให้เกิด แรงจูงใจที่จะแสดงพฤติกรรม
- (3) เจตคติเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้มากกว่าเป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นเองหรือมีมาโดยตั้งแต่กำเนิด
- (4) เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแล้วมีลักษณะคงที่ และเปลี่ยนแปลงได้ยากแต่เมื่อการเรียนรู้หรือประสบการณ์เปลี่ยนไปเจตคติด้อย่อมเปลี่ยนแปลงได้ไปด้วย
- (5) เจตคติของบุคคลแปรค่าได้ทั้งคุณภาพ และความเข้มข้นโดยจะครอบคลุมช่วงของเจตคตินั้นคือ ทางบวก ทางลบ หรือเป็นกลาง

วณิช บรรจง (2515 :13-14) กล่าวถึงลักษณะของเจตคติที่สำคัญ ๆ ดังนี้ เจตคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้หรือประสบการณ์ของคนหาใช่เป็นสิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด เมื่อเด็กเกิดการเรียนรู้จะมีความรู้สึก และความคิดเห็นต่อสิ่งที่เรียนรู้นั้น เจตคติเป็นสภาพจิตใจที่มี อิทธิพลต่อการคิด และการกระทำของมนุษย์เป็นอันมาก เพราะมันจะเป็นส่วนประกอบที่กำหนดแนวทางได้ว่าคนประสบสิ่งใดแล้ว คนนั้น ๆ จะมีท่าทีต่อสิ่งนั้นอันจำกัด เจตคติเป็นสภาพทางจิตใจที่มีความถาวรพอสมควร มิฉะนั้นแล้วคงไม่สามารถกำหนดท่าทีของคนได้เป็นประจำเจตคติเป็นสิ่งที่มิมีอิทธิพลต่อความคิด และการกระทำของบุคคลเป็นอันมาก ถ้าเรามีเจตคติที่มั่นคงต่อสิ่งใดแล้ว เรามักมีแนวความคิดวนเวียนไปตามเจตคติของเราบางครั้งมีอิทธิพลมากถึงขนาดที่ทำให้คนไม่ยอมรับข้อเท็จจริงบางอย่างที่ขัดต่อเจตคติของตนเอง

2.3.5 การเปลี่ยนแปลงของเจตคติ

Kolesnik (1970: 484-486) กล่าวว่า เจตคติของบุคคลจะพัฒนาไปได้เกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ บุคคลได้มีโอกาสสัมผัสกับบุคคลอื่น เกิดจากการที่บุคคลถ่ายทอดแบบอย่างการกระทำหรือความคิดของคนอื่นมาเป็นของตนเอง การที่บุคคลพยายามที่จะสนองความต้องการของตน

Mc Guire (1996: 185-186) อธิบายถึงขั้นตอนของกระบวนการเปลี่ยนแปลงเจตคติซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- (1) การใส่ใจ (attention)
- (2) ความเข้าใจ (comprehension)
- (3) การมีสิ่งใหม่เกิดขึ้น (yielding)
- (4) การเก็บเอาไว้ (retention)
- (5) การกระทำ (action)

อธิบายเพิ่มเติมว่า ตัวกระบวนการสื่อความหมาย หรือการติดต่อข่าวสาร ทำให้ผู้รับเกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติได้แล้วก็จะเกิดขั้นตอนต่าง ๆ ทุกขั้นตอนไม่ใช่เกิดขึ้นเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งเท่านั้น การที่ขั้นตอนเหล่านี้จะเกิดในบุคคลหรือไม่นั้นจะต้องอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น ความสามารถทางสติปัญญาความขัดแย้งของข่าวสารหลาย ๆ อย่างทางเศรษฐกิจ และอื่น ๆ และสิ่งเหล่านี้จะมีส่วนทำให้ขั้นตอนบางขั้นตอนไม่เกิดขึ้นก็ได้

การวัดเจตคติ

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2534: 7-8) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการวัดเจตคติไว้ดังนี้

- (1) การศึกษาเจตคติเป็นการศึกษาความคิดเห็นความรู้สึกของบุคคลที่มีลักษณะคงเส้นคงวาหรืออย่างน้อยเป็นความคิดหรือความรู้สึกที่จะไม่เปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้นเนื้อหาหรือสิ่งเร้าให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาต้องมีโครงสร้างแน่นอน

(2) เจตคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้โดยตรง ฉะนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดหรือสังเกตได้โดยตรง ดังนั้นการวัดเจตคติจึงเป็นการวัดทางอ้อมจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติปฏิบัติอย่างมีระเบียบแบบแผนคงที่ไม่ใช่พฤติกรรมโดยตรงของมนุษย์

(3) การศึกษาเจตคติของบุคคลนั้นไม่ใช่เป็นการศึกษาแต่เฉพาะทิศทางเจตคติของบุคคลเท่านั้น แต่ต้องศึกษาถึงระดับความมากน้อยหรือความเข้มของเจตคตินั้นด้วย โดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติมีทิศทางเป็นเส้นตรง และต่อเนื่อง

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์ และคณะ (2529: 108) ได้กล่าวถึงการวัดเจตคติว่าทำได้หลายวิธีคือบางวิธีเน้นความเป็นมิติเดียวกันมากกว่าวิธีอื่น บางวิธีเน้นทางด้านการกำหนดช่วงคะแนนเท่ากัน บางวิธีเน้นในการสร้างทฤษฎีผู้วิจัยสามารถที่จะเลือกตัดสินใจใช้วิธีวัดแบบใดแบบหนึ่งหรือหลายแบบก็ได้ แต่ที่นิยมกันได้แก่การวัดของ Likert เพราะมาตรการวัดเจตคติแบบวัดโดยใช้ข้อความเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สอบถามความคิดเห็นของบุคคลที่มีต่อเรื่องนั้นแล้วให้บุคคลนั้นแสดงความรู้สึกต่อข้อความดังกล่าว การตอบสนองข้อความนั้นอาจเป็นไปได้ทั้งเห็นด้วย และไม่เห็นด้วยกับข้อความนั้นหรือแสดงความไม่แน่ใจ กับข้อความนั้น มีวิธีการสร้างข้อความ โดยเขียนข้อความเกี่ยวกับคุณลักษณะของเรื่องที่จะสอบถามให้ครอบคลุมลักษณะที่สำคัญให้ครบถ้วนทุกแง่มุมโดยให้มีข้อความที่แสดงคุณค่าทั้งทางด้านบวกและด้านลบ กำหนดระดับ (Scale) ของการตอบสนองในแต่ละข้อความที่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ

- (1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (strongly agree)
- (2) เห็นด้วย (agree)
- (3) ไม่แน่ใจ (uncertain)
- (4) ไม่เห็นด้วย (dis agree)
- (5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ให้ผู้ตอบอ่านข้อความที่กำหนดขึ้นในแต่ละข้อ แล้วแสดงความรู้สึกว่าเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากน้อยเพียงใดหรือระดับใด หรืออีกในแง่หนึ่งให้พิจารณาแต่ละข้อความนั้นกล่าวถึงเรื่องต่าง ๆ ตรงกับความรู้สึกของผู้ตอบในระดับใด ในระดับการให้น้ำหนักคะแนนเพื่อแทนระดับ เจตคติตามวิธีการของ Likert สามารถให้ได้ 3 วิธี คือวิธี ใช้หลักของคะแนนมาตรฐาน วิธีการกำหนดค่าน้ำหนัก และวิธีหาผลรวมของน้ำหนัก ความเปี่ยงเบนทั้งสามวิธีจะได้ค่าน้ำหนักความคิดเห็นของบุคคลได้สอดคล้องสัมพันธ์กัน ในเชิงปฏิบัตินิยมกำหนดค่าน้ำหนักเป็นค่าประจำระดับของแต่ละระดับความเห็น คือ กำหนด 5-4-3-2-1 หรือแบบ 4-3-2-1-0 แต่ถ้าข้อความใดกล่าวในลักษณะลบ การให้น้ำหนักความเห็นของข้อความนั้นจะให้กลับเป็น 1-2-3-4-5 หรือ 0-1-2-3-4 เมื่อแต่ละระดับความเห็นของแต่ละข้อความ วัดเจตคติมีค่าประจำตัวการที่จะหาว่าบุคคลใด มีเจตคติเป็นอย่างไรก็ใช้วิธีรวมน้ำหนักหรือคะแนนการตอบทุกข้อความของแต่ละคน ถ้าน้ำหนักรวมจากการตอบข้อความ

ทั้งหมด มีค่าสูงแสดงว่าระดับเจตคติของบุคคลนั้นต่อสิ่งนั้นเป็นไปในลักษณะพอใจหรือคล้อยตาม แต่ถ้าได้คะแนนหรือน้ำหนักรวมต่ำแสดงว่าบุคคลนั้นมีเจตคติไม่ดีต่อสิ่งนั้นหรือมีความรู้สึกไม่พอใจ คัดค้าน สิ่งนั้น

2.3.6 เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์

เจตคติ คือ เจตคติที่เกิดจากความรู้สึกเป็นสถานภาพทางอารมณ์ของบุคคลที่เกิดจากความเชื่อในด้านดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์เป็นความเชื่อในเชิงนิมิตต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือมีความคิดเห็นที่ดีในด้านทั่วไปรู้สึกถึงความสำคัญชอบ และสนใจรวมทั้งความตั้งใจที่จะเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีทางการศึกษาในการดำรงชีวิต

มีงานวิจัยอีกมากมายที่สนับสนุนว่า เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กล่าวคือ นักเรียนที่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ทางด้านบวกจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นไป เช่น ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2523: 65) พบว่าเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ และเจตคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้ และอวยชัย วัชรสุวรรณ (2521: 120) ได้ศึกษาการพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยอาศัยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่นอกเหนือความสามารถทางสติปัญญา กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ทศนคติที่นิสิตมีต่อการเรียนต่อวิชาที่เรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าจะมีข้อคำถามที่เนื้อหาครอบคลุมองค์ประกอบของเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ 5 ด้านดังนี้

- (1) ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิชาวิทยาศาสตร์
- (2) การเห็นความสำคัญต่อวิชาวิทยาศาสตร์
- (3) ความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
- (4) การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์
- (5) การนิยมชมชอบต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2.4 ความคงทนทางการเรียน

2.4.1 ความหมายของความคงทนในการเรียนรู้

อดัมส์ (Adams, 1976: 9) กล่าวว่า การคงไว้ซึ่งผลการเรียนหรือความสามารถที่จะระลึกได้ต่อสิ่งที่เราที่เคยเรียน หรือเคยมีประสบการณ์รับรู้มาแล้ว หลังจากที่ได้ทอดทิ้งไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งก็คือ ความคงทนในการจำ และในการประเมินผลการเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ถ้าเราประเมินผลทันทีที่ผู้เรียนเรียนจบ ผลการประเมินที่เราได้คือ ผลของการเรียนรู้ แต่ถ้าเราคอยให้เวลา

ล่วงหน้าไประยะหนึ่ง อาจเป็น 2 นาที 5 นาที หรือหลาย ๆ วันค่อยประเมินผลการเปลี่ยนแปลงที่ได้จะเป็นผลของการเรียนรู้ และความคงทนในการจำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2520: 19) สรุปไว้ว่าความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการระลึกเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเคยได้รับการเรียนรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อนในระยะเวลาที่ทิ้งช่วงห่างออกไป

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528: 19) สรุปไว้ว่าความคงทนทางการเรียนรู้ หมายถึง การรวบรวมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการเรียนรู้ทั้งทางตรง และทางอ้อม และเก็บไว้ได้นาน

สุภัททา ปิณฑะแพทย์ (2534: 168) กล่าวว่า การจำ หมายถึง กระบวนการที่สมองสามารถเก็บสะสมสิ่งที่รับรู้โดยเก็บบันทึกไว้เป็นความจำซึ่งสามารถจะนึกขึ้นมาได้ในใจ

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถในการจำหรือระลึกได้จากสิ่งเร้าหรือประสบการณ์ที่ได้รับรู้มาหลังจากทิ้งช่วงระยะหนึ่ง

2.4.2 การจำ

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528: 238) ให้ความหมายของการจำ หมายถึง ความสามารถสะสมประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม แล้วสามารถถ่ายทอดออกมาในรูปของการระลึกได้หรือการจำได้

ประสาธ อิศรปริดา (2523: 137) กล่าวว่า การจำคือการรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ตลอดไป

สถิต วงศ์สุวรรณ (2525: 26) กล่าวว่า การจำหมายถึงความสามารถในการแสดงให้รู้ได้ว่าได้รู้ ได้ประสบ ได้จำสิ่งใดมาบ้าง คือการที่จิตใจ สมอง เก็บรวบรวมพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ได้พบเห็นมาแล้ว และได้รู้สึกว่ายังรู้จัก ยังระลึกได้ไม่ว่าวันเวลาผ่านไปเร็วหรือช้า

ปราณี รามสูต (2528: 48) กล่าวว่า การจำหมายถึง การที่บุคคลสามารถนำการตอบสนองที่เกิดจากการเรียนรู้มาแล้วออกมาแสดงในปัจจุบัน

ศิริโสภาคย์ บุรพาเดชะ (2528: 26) กล่าวว่า การจำ หมายถึง ปริมาณการเรียนรู้ที่คงเหลือในสมองหลังจากที่ได้หยุดการฝึกฝนมาแล้ว โดยการสังเกตจากการกระทำของบุคคลนั้น

กาเย่ (Gagne, 1977: 24-46) ได้อธิบายถึงขั้นตอนของกระบวนการที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

- (1) การจูงใจ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจอยากเรียนรู้
- (2) ความสัมพันธ์ของการรับรู้กับการคาดหวัง ซึ่งผู้เรียนจะเลือกเรียนรู้สิ่งที่สอดคล้องกับความตั้งใจของตน
- (3) การปรับขยายการรับรู้เป็นการจัดขยายการรับรู้ ซึ่งมีทั้งการจำระยะสั้น และการจำระยะยาว

(4) การสั่งสมสิ่งที่เป็นการเรียนรู้ เป็นการเก็บสะสมสิ่งที่เรียนรู้ให้คงอยู่ หรือเป็นการจำระยะยาว ซึ่งคงทนถาวร

(5) การระลึกจำได้เป็นความสามารถที่ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว

(6) การประยุกต์ใช้ความรู้ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หรือกฎเกณฑ์ที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

(7) การแสดงพฤติกรรมตอบสนองการเรียนรู้ ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ความสามารถที่ได้เรียนรู้มา

(8) การแสดงผลย้อนกลับ เป็นการแจ้งผลการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทราบ เพื่อผู้เรียนจะได้เกิดกำลังใจ หรือปรับตัวเองให้ดีขึ้น

(9) การฝังตัวในความจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่มีอยู่ในความจำระยะยาวกับสิ่งที่ต้องการจำ

วารินทร์ สายโอบเชื้อ และสุณีย์ ธีรดากร (2522: 135-136) ได้จำแนกชนิดของการจำออกเป็น 4 ชนิด คือ

(1) การระลึกถึงเหตุการณ์ในอดีตที่เกี่ยวข้องกัน (Reintegration) เมื่อมีเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ที่คล้ายคลึงกัน ทำให้ระลึกถึงเหตุการณ์ในอดีตได้

(2) การจำได้ (Recognition) หมายถึง การจำสิ่งที่เราพบในอดีตได้ ถ้าเราได้พบอีก

(3) การระลึกได้ (Recall) เป็นการสร้างเหตุการณ์ต่าง ๆ จากความจำ และจำเหตุการณ์ที่สร้างขึ้นได้

(4) การเรียนรู้ซ้ำ (Relearning) คือความพยายามทำซ้ำ ๆ อ่านซ้ำ ๆ เพื่อต้องการให้สิ่งที่ต้องการจำนั้นอยู่ในความทรงจำ

ชัยพร วิชชาวุธ (2525: 287) จำแนกระบบการจำออกเป็น 3 ชนิดคือ

(1) ระบบการจำความรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) หมายถึง ความคงอยู่ของความรู้สึกสัมผัส หลังจากการเสนอสิ่งเร้าได้สิ้นสุดลง

(2) ระบบความจำระยะสั้น (Short-Term Memory หรือ STM) หมายถึง การจำหลังจากการรับรู้สิ่งเร้าที่ได้รับจนเกิดการรับรู้ แล้วจะอยู่ในความจำระยะสั้น เราใช้การจำระยะสั้นสำหรับการจำชั่วคราว

(3) ความจำระยะยาว (Long-Term Memory หรือ LTM) ความจำคงคนถาวร เราไม่รู้สึกในสิ่งที่จำอยู่ แต่เมื่อต้องการให้หรือมีสิ่งใดมาสะกิดใจก็สามารถรื้อฟื้นได้

ประโยชน์ของการจำ มีดังนี้

(1) ทำให้เรียนรู้ในสิ่งใหม่ได้ดี เข้าใจง่าย

(2) ทำให้สามารถนำประสบการณ์ที่เรียนรู้ และจำได้แล้วไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

(3) ทำให้ประหยัดเวลาและกำลังงานในการเรียนรู้ และการทำงานต่าง ๆ ทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และประสบความสำเร็จ

สุภัททา บิณฑะแพทย์ (2534: 79-80) จำแนกตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการจำ และยาวนาน เป็น 5 ข้อ คือ

(1) ความเข้มข้นของข้อมูล ข้อมูลที่ทำให้เกิดความกระตือรือร้นทางอารมณ์ เช่น สิ่งทำให้เกิดความดีใจมาก หรือเสียใจมาก ก็จะทำให้จำได้ และยาวนานกว่าข้อมูลที่มีความเข้มข้นน้อย

(2) ความสำคัญของข้อมูล ถ้าข้อมูลนั้น ๆ มีความสำคัญต่อบุคคลมาก ก็จะทำให้บุคคลพยายามที่จะจำให้ได้แม่นยำ และจำได้เป็นเวลานาน

(3) ความเข้าใจในความหมายหรือลำดับขั้นตอน ในกรณีที่ข้อมูลมีความซับซ้อน การเข้าใจลำดับขั้นตอน และหยั่งเห็นก็จะทำให้จำสิ่งนั้นได้แม่นยำ และยาวนาน

(4) ทักษะในการจำ ทักษะในการจำได้ ได้แก่ การได้รับการฝึกฝนการจำอยู่เสมอ มีการทดสอบ และฝึกปฏิบัติทางด้านการจำ ก็จะทำให้เกิดเป็นความเคยชิน สามารถมีวิธีปฏิบัติทางด้านการจำอย่างชำนาญ และรวดเร็ว

2.4.3 ระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้

นันทาลลี (Nunnally, 1959: 105-108) กล่าวว่า เพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการทำแบบทดสอบ จะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง

ชัยพร วิชชาวุธ (2525: 118) ได้กล่าวว่า การศึกษาทบทวนสิ่งที่จำได้อยู่แล้วซ้ำอีก จะช่วยให้ความจำถาวรมากยิ่งขึ้น ช่วงระยะเวลาที่ความจำระยะสั้นฝังตัวกลายเป็นความจำระยะยาว หรือความคงทนในการจำในเวลาประมาณ 14 วัน หลังจากได้เรียนรู้ผ่านไปแล้ว

ขวาล แพร์ตกุล (2536: 1) กล่าวว่าในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปลองสอบกับกลุ่มบุคคลเดียวกัน เวลาในการทดสอบครั้งแรก และครั้งที่สองควรเว้นให้ห่างกันประมาณ 2-4 สัปดาห์

กล่าวโดยสรุป ความคงทนในการเรียนรู้เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อผู้เรียน เพราะหากผู้เรียนจำสิ่งที่เรียนรู้ไปแล้วได้อย่างดีก็นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาใช้ประโยชน์ได้เมื่อต้องการ การวิจัยครั้งนี้จากแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้ระยะเวลา 3 สัปดาห์ เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เพราะความคงทนในการเรียนรู้เป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูงของลำดับเนื้อหาที่ต่อเนื่องต่อไป

เยียม วรอินทร์ (2534: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการใช้แบบทดสอบย่อยแตกต่างกัน และการบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มโรงเรียนบึงนาราง สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอโพทะเล สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดพิจิตร จำนวน 90 คน แบ่งเป็น 6 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1, 2, 3 ได้รับการบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนการสอน กลุ่มที่ 4, 5, 6 ไม่ได้รับการบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนการสอน และกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 4 ได้รับการทดสอบย่อยด้วยแบบทดสอบเลือกตอบมีตัวถูกตัวเดียว กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 5 ได้รับการทดสอบย่อยด้วยแบบทดสอบเลือกตอบมีตัวถูกหลายตัว และกลุ่มที่ 3 กับกลุ่มที่ 6 ได้รับการทดสอบย่อยด้วยแบบทดสอบเลือกตอบแบบไม่กำหนดตัวถูก พบว่า

(1) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างการใช้แบบทดสอบย่อยที่ต่างกับการบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนการสอน ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

(2) นักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยที่ต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

(3) นักเรียนที่ได้รับการบอก และไม่บอกจุดประสงค์การเรียนรู้ก่อนการสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฑามาศ มนตรี (2543: 69-70) ได้ศึกษาผลของความถี่ในการทดสอบย่อยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองพอกวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 111 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 ได้รับการทดสอบย่อยทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ กลุ่มที่ 2 ได้รับการทดสอบย่อยทุกเนื้อหาย่อย และกลุ่มที่ 3 ได้รับการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้คือ แบบทดสอบย่อย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามวัดความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

(1) นักเรียนที่ได้รับความถี่ในการทดสอบย่อยที่ต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์มีค่าเฉลี่ยคะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยทุกเนื้อหาย่อย และนักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยทุกจุดประสงค์การเรียนรู้

(2) นักเรียนที่ได้รับความถี่ในการทดสอบย่อยที่ต่างกันมีเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

(3) นักเรียนที่ได้รับความถี่ในการทดสอบย่อยที่ต่างกัน มีความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยทุกสัปดาห์มีความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการทดสอบย่อยทุกเนื้อหาย่อย

บุญเรือน พุฒทอง (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างวิธีการสอนแบบมีการทดสอบย่อยกับวิธีการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนสายไหม (ทัศนารมย์อนุสรณ์) เขตสายไหม กรุงเทพมหานคร จำนวน 70 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้แบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ค 012 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 มีจำนวน 30 ข้อ ฉบับที่ 2 มีจำนวน 40 ข้อ สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) การเปรียบเทียบคะแนน การทดสอบหลังการสอน (Posttest) ค่าความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยใช้คะแนนการทดสอบก่อนสอน (Pretest) เป็นตัวแปรร่วม (Covariance) ผลการวิจัยพบว่า

(1) คะแนนการทดสอบก่อนการสอนที่ใช้เป็นตัวแปรปรวนร่วม (Covariate) ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการสอบหลังการสอน (Posttest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ .05 และคะแนนการทดสอบหลังสอน หลังจากปรับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนสอนออก วิธีการสอนแบบมีการทดสอบย่อยของวิชาคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ 0.05 ในเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร การแยกตัวประกอบของพหุนาม และสมการกำลังสอง

(2) จากผลการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่า การทดสอบก่อนการสอนที่ใช้เป็นตัวแปรร่วม (Covariate) มีความสัมพันธ์กับคะแนนการสอบหลังการสอน Posttest อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ 0.05 กับวิธีการสอนแบบมีการทดสอบหลังสอน หลังจากปรับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนสอน และหลังการสอนออกไปแล้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ 0.05 ในเนื้อหา เรื่อง พาราโบลา ระบบสมการ ความน่าจะเป็นและสถิติ

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดการวัด และประเมินผลระหว่างเรียนมาเป็นแนวคิดหลักในการพัฒนาวิธีสอนแล้วสอบ และนำไปทดลองใช้กับ นักศึกษาวิชาชีพครูสาขาวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดเฉพาะหลังการทดลองนำคะแนนหลังการทดลองเทียบกับเกณฑ์การผ่าน 70 คะแนน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ปราณี หีบแก้ว (2554: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอิงประสบการณ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่เรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอิงประสบการณ์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็น ร้อยละ 86.36 ของนักเรียนทั้งหมด

นพคุณ แดงบุญ (2552: 61) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรม เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ผลการศึกษาพบว่า หลังจากนำชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายมนุษย์ ไปทดลองใช้กับกลุ่ม ตัวอย่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ปิยะฉัตร ขาวแก้ว (2542: 53-74) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนร่วมมือ โดยใช้เทคนิค จิกซอร์ที่มีต่อทักษะการทำงานร่วมกัน และสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรายวิชา ส 306 ประเทศ ของเรา 4 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีราชินูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยการเรียนแบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิคจิกซอร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการทำงานร่วมกันของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิกซอร์ หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กิตติยา อารศรี และอุดม ทิพรราช (2555) ทำการศึกษา และพัฒนาวิธีการ และ กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการทำนายผล - สร้างประสบการณ์ - สะท้อนผล ที่เรียกว่าชุดกิจกรรม การเรียนรู้แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เพื่อเพิ่มความคาดหวังในการเรียน วิชาฟิสิกส์ และเพิ่มความเข้าใจแนวคิดหลัก เรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง รูปแบบการวิจัยคือหนึ่งกลุ่ม ทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ผลการสำรวจเจตคติ และความคาดหวังทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้วยแบบสำรวจความคาดหวังการเรียนวิชาฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ พบว่า ความคาดหวัง หลังเรียนด้วย ILD เพิ่มขึ้นด้วยค่าดัชนีประสิทธิผล 0.50 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนี ประสิทธิภาพ เท่ากับ 0.56 ความคาดหวัง และพัฒนาการทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประกาศิต จันทศ (2537: 135-141) ได้ศึกษาผลการสอนของวิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ด้วยโมเดลวัฏจักรการเรียนรู้ ประยุกต์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการสอนของ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบวัฏจักรประยุกต์กับการ สอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 มีเจตคติต่อการสอนในระดับดี คิดเป็น

ร้อยละ 58.82 และ 100.00 ตามลำดับการแจกแจงระดับพัฒนาการทางสติปัญญา การเรียนรู้ก่อนและหลังการเรียนเหมือนกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หทัยกาญจน์ ยานสว่าง (2554: 43-45) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการทดลองร่วมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ โรงเรียนตูมใหญ่วิทยา พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการทดลองร่วมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศุภาวีร์ ศรีโท (2550) ได้จัดกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงโดยการใช้วัสดุอย่างง่าย เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน และศึกษาเจตคติที่มีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 32 จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เพราะกิจกรรมการทดลองทำให้สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาวิชาได้อย่างถูกต้อง เป็นสื่อทางความรู้ ความเข้าใจให้กับนักเรียน และพบว่านักเรียนมีเจตคติอยู่ในเกณฑ์มากถึงมากที่สุดต้องการจัดกิจกรรมการทดลอง

เนรมิต สุตชนะ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 75.67/77.97 ตามสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Shadburn (1990: 1897) เคยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเบื้องต้นของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 67 คนผู้วิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เก็บข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และทำการทดสอบด้วยความแตกต่างด้วยค่าที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติได้ข้อสรุปว่าการให้เหตุผลเด่นนามธรรม และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษา กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหา และเจตคติต่อการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2.6 เนื้อหาเกี่ยวกับความดันและพลศาสตร์ของไหล (Pressure and Fluid Dynamics)

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ที่ผู้วิจัยใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นหัวข้อในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหล ประกอบด้วย 2 หัวข้อ คือความดัน และพลศาสตร์ของไหล รายละเอียดเป็นดังนี้

2.6.1 ความดัน (Pressure)

ความดันในของไหล คือ ขนาดของแรงที่กระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย ในของไหล ที่หยุดนิ่งความดันขึ้นอยู่กับความหนาแน่น และระดับความลึกซึ่งถือว่าทุก ๆ จุดในระดับเดียวกัน ของของไหลชนิดเดียวกันจะมีความดันเท่ากัน และไม่ขึ้นกับรูปร่างของภาชนะเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

$$P = \rho gh \quad (2.2)$$

ความดันสัมบูรณ์ของของเหลว คือ ผลรวมของความดันบรรยากาศกับความดัน เนื่องจากน้ำหนักของของเหลว ณ ระดับความลึกใด ๆ

$$P = P_0 + \rho gh \quad (2.3)$$

โดยความดัน 1 บรรยากาศ (atm) มีค่าเท่ากับ 1.013×10^5 Pa หรือ 760 มิลลิเมตรปรอทสามารถวัดได้โดยใช้บารอมิเตอร์ปรอท (barometer) และสำหรับความดันเกจ ($P - P_0$) สามารถวัดได้โดยใช้ มาร์โนมิเตอร์ (manometer)

2.6.2 พลศาสตร์ของไหล (Fluid Dynamics)

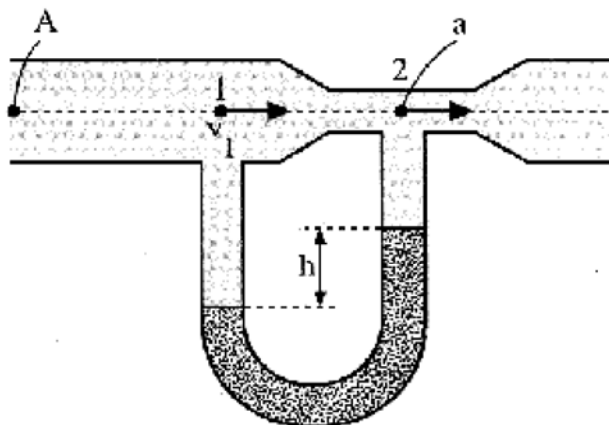
เมื่อของไหลเคลื่อนที่สมบัติบางประการของของไหลจะเปลี่ยนไป เช่น ความดันแม้จะอยู่ในระดับเดียวกันในภาชนะเดียวกัน ค่าความดันก็อาจจะไม่เท่ากัน พลศาสตร์ของไหลเป็นการศึกษาเกี่ยวกับของไหลที่มีการเคลื่อนที่ การไหลของของไหลอุดมคติเป็นการไหลแบบสายกระแส (Streamline flow) ไม่คิดแรงต้านเนื่องจากความหนืด พฤติกรรมการไหลของของไหลอุดมคติอธิบายได้ด้วยสมการความต่อเนื่อง (The equation of continuity) โดยผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดกับอัตราเร็วของของไหลอุดมคติไม่ว่าจะอยู่ที่ตำแหน่งใดในหลอดการไหลจะมีค่าคงตัวเสมอ ในการเคลื่อนที่ของของไหลอุดมคติ ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน และอัตราเร็วมีค่าแปรผกผันกันซึ่งเป็นไปตามสมการของแบร์นูลลี (Bernoulli's Equation) คือ ผลรวมของความดัน พลังงานจลน์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร และพลังงานศักย์ต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในท่อการไหลมีค่าคงตัวเสมอสามารถเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{สมการความต่อเนื่อง } A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (2.4)$$

$$\text{สมการแบร์นูลลี } P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (2.5)$$

การประยุกต์ใช้สมการแบร์นูลลีการหาอัตราเร็วของไหลในท่อการไหล

ของไหลความหนาแน่น ρ ไหลในท่อขนาดไม่สม่ำเสมอ ที่ตำแหน่ง 1 และ 2 ของท่อ ถูกเชื่อมต่อด้วยหลอดรูปตัวยูซึ่งบรรจุของเหลวความหนาแน่น ρ_0 ขณะที่ของไหลไหลผ่านตำแหน่ง ที่ 1 และ 2 ทำให้ระดับของเหลวในหลอดรูปตัวยูมีระดับต่างกัน h สามารถหาอัตราเร็วของของไหล ในท่อการไหลได้ดังนี้



ภาพที่ 2.4 ของไหลในท่อที่มีขนาดภาคตัดขวางต่างกัน

กำหนดให้ตำแหน่งที่ 1 และที่ 2 อยู่ในท่อการไหล และอยู่ในแนวระดับตามแนวศูนย์กลางของท่อ ดังนั้น $h_1 = h_2 = 0$ จากสมการของแบร์นูลลี

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \quad (2.6)$$

แทน $A_1 v_1 = A_2 v_2$ ลงใน (3) จะได้

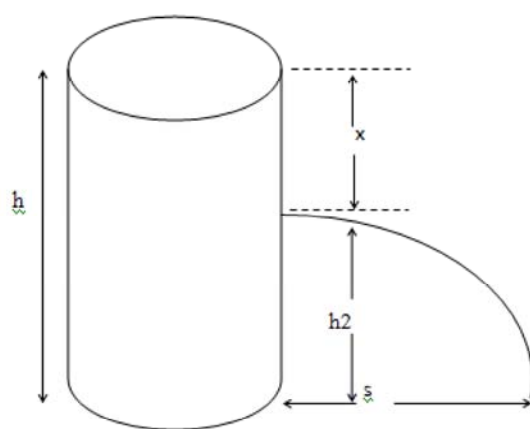
$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho\left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1\right)v_1^2 \quad (2.7)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right) v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho \left(\frac{A_1^2}{A_2^2} - 1 \right)}}$$

(2.8)

การประยุกต์ใช้สมการแบร์นูลลีกับการพุ่งออกของของไหลจากรูเล็กด้านข้าง



ภาพที่ 2.5 ของไหลพุ่งออกจากถังสูง h

ถังขนาดพื้นที่หน้าตัด A สูง h บรรจุของเหลวความหนาแน่น ρ ด้านข้างถังมีรูเล็กขนาด a ต่ำจากระดับผิวของเหลวเป็นระยะ $-x$ สามารถหาอัตราเร็วของน้ำที่พุ่งออกจากรูเล็กได้ดังนี้

กำหนดให้ของเหลวที่ผิวด้านบนมีความดันเป็น P_1 มีอัตราเร็ว v_1 ที่รูด้านข้างมีความดัน P_2 อัตราเร็ว v_2 เนื่องจาก $a \ll A$ เป็นผลให้ $v_1 \approx 0$ ประมาณ $P_1 = P_2$ ดังนั้นอัตราเร็วน้ำที่พุ่งออกจากรูเล็กเท่ากับ v จากสมการแบร์นูลลี จะได้

$$P + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g \cdot 0 = P + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g(-x)$$

$$v = \sqrt{2gx}$$

(2.9)

หาระยะ x ที่ของเหลวพุ่งได้ไกลที่สุดจาก การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์

$$s_y = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$-(h - x) = \frac{1}{2}(-gt^2)$$

$$t = \sqrt{\frac{2(h-x)}{g}} \quad (2.10)$$

$$(5) \times (6) \quad \text{จะได้} \quad s = \sqrt{4hx - 4x^2} \quad (2.11)$$

$$\text{จากสมการ} \quad y = ax^2 + bx + c, \quad a < 0 \quad \text{จะได้}$$

$$x = \frac{h}{2} \quad (2.12)$$

ดังนั้น ตำแหน่งรูเล็กด้านข้างที่มีผลทำให้ของเหลวพุ่งได้ไกลที่สุดคือระยะ $\frac{1}{2}$ ของระดับของเหลว

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ สร้างและใช้ชุดการทดลองโดยการบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 27 คน ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนบึงบอระเพ็ด อำเภอบึงบอระเพ็ด จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง การวิจัยครั้งนี้จึงเป็นแบบกึ่งทดลองใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (one – group pretest and posttest design) และผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไหลประกอบด้วย การทดลองเรื่อง ความหนาแน่น แรงลอยตัว ความดันบรรยากาศ และพลศาสตร์ของไหล แต่ละการทดลองเป็นการบูรณาการสะเต็มศึกษากับชุดการทดลอง รายละเอียดแสดงในภาคผนวก

ตารางที่ 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการบูรณาการสะเต็มศึกษากับชุดการทดลอง

ที่	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้
1	ผู้สอนอธิบายอุปกรณ์ถามคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด	5 นาที
2	ให้เวลาผู้เรียนคิด และตอบคำถามด้วยตนเองพร้อมให้เหตุผล (ขั้นทำนาย)	15 นาที
3	ผู้เรียนอภิปรายคำตอบร่วมกันกับเพื่อนในห้อง	10 นาที
4	ผู้สอนเฉลยคำตอบโดยการให้นักเรียนสังเกต (ขั้นสังเกต) การทดลองจากการทดลองแบบสาธิต ซึ่งตัวแทนนักเรียนจะเป็นผู้ออกมาสาธิต	10 นาที
5	นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่ถูกต้อง (ขั้นอธิบาย) โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันกับครูเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ และสรุปผล โดยเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้	10 นาที

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.2.1 แบบทดสอบ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เพื่อวัดความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ได้แก่ ความหนาแน่น แรงลอยตัว ความดันบรรยากาศ และพลศาสตร์ของไหล จำนวน 20 ข้อ เป็นประเภทปรนัย 4 ตัวเลือก โดยตั้งคำถามให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ และครอบคลุมเนื้อหา ซึ่งกำหนดคะแนนข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกัน หรือไม่ตอบเป็น 0 คะแนน

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ผู้วิจัยมีวิธีการดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจของนักเรียน
- 2) เขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
- 3) นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้อาจารย์ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ
- 4) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำ และข้อเสนอแนะ และเสนอแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง
- 5) จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.1.2.2 การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติ วิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ต่อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยการบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้คำร้อยละ แปลผลเทียบกับเกณฑ์ประเมินโดยใช้มาตราส่วน ประเมินค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เจตคติดีมาก เจตคติดี เจตคติปานกลาง เจตคติค่อนข้างไม่ดี และเจตคติไม่ดี การกำหนดค่าระดับคำถามในแบบสอบถาม มีดังนี้

- | | |
|-----------|---------------------|
| 5 หมายถึง | เจตคติดีมาก |
| 4 หมายถึง | เจตคติดี |
| 3 หมายถึง | เจตคติปานกลาง |
| 2 หมายถึง | เจตคติค่อนข้างไม่ดี |
| 1 หมายถึง | เจตคติไม่ดี |

ในการแปลผลความหมายของแบบสอบถาม ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเทียบกับเกณฑ์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) โดยกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00 คะแนน	หมายถึง เจตคติดีมาก
3.51 – 4.50 คะแนน	หมายถึง เจตคติดี
2.51 – 3.50 คะแนน	หมายถึง เจตคติปานกลาง
1.51 – 2.50 คะแนน	หมายถึง เจตคติค่อนข้างไม่ดี
1.00 – 1.50 คะแนน	หมายถึง เจตคติไม่ดี

3.2 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

3.2.2 ผู้วิจัยนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนบูรณาการสะเต็มศึกษา ไปใช้ในการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน

3.2.3 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน แต่มีการสลับข้อ

3.2.4 ตรวจคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

3.2.5 เว้นระยะไป 30 วัน แล้วดำเนินการทดสอบอีกครั้งโดยใช้ชุดข้อสอบชุดเดียวกันที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนแต่มีการสลับข้อ ตรวจผลคะแนนแล้วนำคะแนนที่ได้จากผลการทดสอบมาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.2.6 นำแบบวัดเจตคติที่สร้างขึ้นไปใช้ในการวิจัย แล้วแปลความหมายของข้อมูล

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผล ดังต่อไปนี้

3.3.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจของนักเรียนก่อนเรียน หลังเรียน และภายหลังเว้นระยะ 30 วัน เพื่อหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (t-test)

3.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล หาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.3.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3.3.3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.2)$$

เมื่อ SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

3.3.3.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้การทดสอบค่าที (t-test)

สำหรับข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน คือผู้วิจัยต้องการทดสอบ นักเรียนกลุ่มหนึ่ง โดยการทดสอบก่อนเรียนเทียบกับการทดสอบหลังเรียน โดยเทียบผลการเรียนหรือพัฒนาการ ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่อง กลศาสตร์ของไหล โดยทดสอบ ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3.3)$$

เมื่อ $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับ
คะแนนก่อนเรียน
 $\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนน
ทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน
 n แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่ชั้นเรียนเพื่อการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 บทเรียนสะเต็มศึกษา

บทเรียนสะเต็มศึกษาที่ได้ออกแบบประกอบด้วย 4 บทเรียน ความหนาแน่น แรงลอยตัว รายละเอียดบทเรียน และกิจกรรมแสดงในภาคผนวก ก

ผลการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีความสนใจ นักเรียนมีทักษะวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้รับการฝึกให้วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการออกแบบในการทดลอง นักเรียนใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในภาพที่ 4.1

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน โดยการบูรณาการสะเต็มศึกษา

การวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการสะเต็มศึกษา ด้วยแบบวัดความเข้าใจแนวคิด เรื่อง กลศาสตร์ของไหล จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข แล้วเปรียบเทียบคะแนนโดยการวิเคราะห์ทางสถิติ t-test แบบ dependent ได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนก่อนเรียน - หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (20)		SD	t-test
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ		
ก่อนเรียน	27	7.00	25.93	1.07	29.97*
หลังเรียน	27	14.26	52.81	1.23	

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 7.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 25.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.07 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 14.26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.23 ผลการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า ได้ค่า t มีค่า $29.97 > 1.7056 (t_{.05, 26})$ แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยการบูรณาการสะเต็มศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.3 การวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test

ผลการเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน

เจตคติ	n	$\bar{x}$	SD	ระดับเจตคติ
ก่อนเรียน	27	3.50	0.15	ดี
หลังเรียน	27	4.52	0.17	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนอยู่ในระดับดี และค่าเฉลี่ยของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนอยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

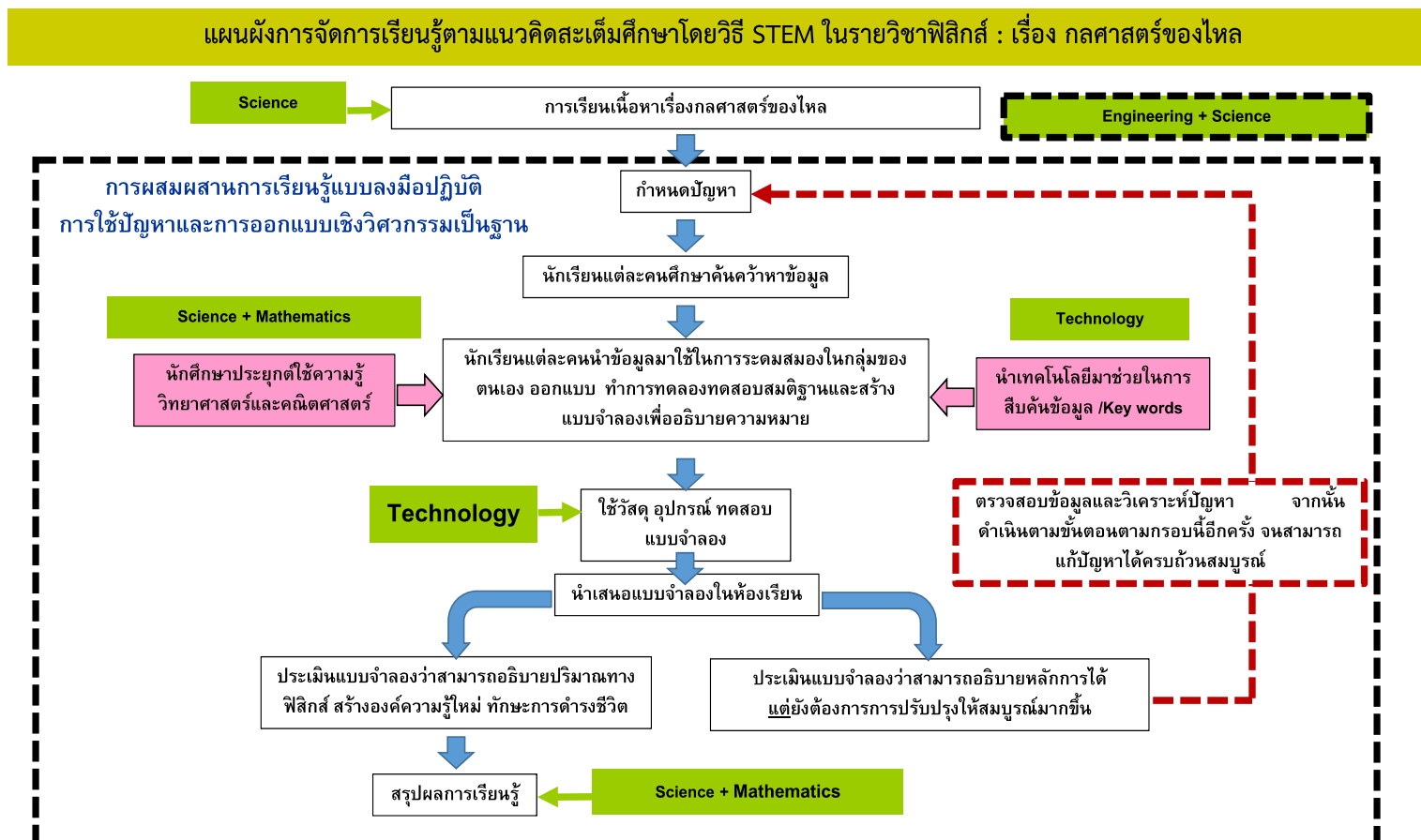
4.4 การขยายความรู้ความคงทนในการเรียนของนักเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยใช้ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน t-test

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียน และความคงทน

คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม (20)	
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
หลังเรียน ครั้งที่ 1	27	14.26	52.81
หลังเรียน ครั้งที่ 2	27	14.50	53.70

จากตารางที่ 4.3 จากการวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังจากทำการทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 52.81 จากนั้นเว้นระยะไป 2 สัปดาห์แล้วทดสอบหลังเรียนครั้งที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.70 ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า ความรู้คงทนของนักเรียนอยู่ในระดับดี

ภาพที่ 4.1 แผนผังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยวิธี STEM ในรายวิชาฟิสิกส์ : เรื่อง กลศาสตร์ของไหล



จากการจัดการเรียนรู้ การสังเกต การวัดผล รวมทั้งการสุ่มสอบถามนักเรียน ทำให้ผู้วิจัยสังเคราะห์ความรู้ได้ดังแผนภาพหน้า 29 สามารถอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยวิธี STEM ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เริ่มต้นจากกระบวนการทักษะทางวิทยาศาสตร์การศึกษาเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล มีการกำหนดปัญหาที่ได้จากการสังเกตหรือสงสัย (Science) ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แล้วนักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลแล้วระดมสมองในกลุ่มของตนเอง ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง ทดสอบสมมติฐาน และสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความหมาย มีการใช้เทคโนโลยี (Technology) การออกแบบ วางแผนหาทางแก้ปัญหาตามแนวคิดทางวิศวกรรม (Engineering) นักเรียนยังใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ (Mathematics) คำนวณหาปริมาณทางฟิสิกส์ ทำให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ มีทักษะ ตลอดจนได้บูรณาการ STEM Education ในการเรียนรู้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รวมทั้งขยายความรู้ ความคognition ของนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กลศาสตร์ของไหล พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

5.1.2 ผลการวิเคราะห์เจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กลศาสตร์ของไหล พบว่านักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดีมาก

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ความคognition ในการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหล นักเรียน มีค่าเฉลี่ยในครั้งที่ 2 ไม่แตกต่างจากครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่าความคognition ของนักเรียนอยู่ในระดับดี

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง กลศาสตร์ของไหล ครูผู้สอนเน้นให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ระหว่างที่จัดการเรียนการสอน ครูผู้สอน ต้องคอยสังเกต และแนะนำในบางส่วนที่คิดว่าเป็นปัญหาต่อการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน ไม่ควร ปล่อยให้ นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จนเสร็จสิ้นกระบวนการ เพื่อที่จะทำให้นักเรียน ปฏิบัตินั้นไม่ผิดพลาด และไม่ต้องเสียเวลามาแก้ไขกระบวนการ และผลการเรียนรู้ในภายหลัง นอกจากนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น

ผลการศึกษาวิจัยอันดับความต้องการจำเป็นของทักษะ 6 ที่ได้จะนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุง มคอ. 3 ในการออกแบบแผนการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา และในการสร้างคู่มือการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทำให้สามารถสรุปรูปแบบของ มคอ. 3 แผนการเรียนการสอนหรือประมวลรายวิชา และคู่มือการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้ องค์ประกอบแต่ละส่วนจะเน้นให้นักศึกษาได้เชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการจากทั้ง 4 ศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกันเนื้อหา นั้น ๆ สำหรับรายวิชาด้านวิทยาศาสตร์สามารถบูรณาการความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกันโดยตรง ในขณะที่รายวิชาด้านมนุษยศาสตร์สามารถบูรณาการโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์เข้าด้วยกันกับทักษะเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ได้โดยมีการใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้แบบให้ผู้เรียนลงมือ (Active learning) การใช้โครงงานเป็นฐานการเรียนรู้ (Project - Based Learning) การใช้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้ (Problem - Based Learning) การเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะเป็นฐาน (Inquiry - Based Learning) และการใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นฐาน (Design - Based Learning) ซึ่งเราเรียกว่า “Integrated APID - Based Learning” เพื่อให้นักศึกษาสามารถอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ มีกิจกรรมในห้องเรียนที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้จะเป็นกิจกรรมที่เน้นทักษะประดิษฐ์สร้างสรรค์ และทักษะการช่วยเหลือตัวเอง และเน้นให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติ (Hands - on learning) ดังนั้น เมื่อวิธีการสอนได้รับการปรับเปลี่ยนให้มีกิจกรรมมากขึ้น เกณฑ์ในการประเมินผล การเรียนรู้จะปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกัน โดยอาจารย์ผู้สอนได้สร้างเกณฑ์การให้คะแนน (Rubrics) ที่สามารถวัดความสามารถการคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงความรู้ การออกแบบการทำงาน และผลงานตามกระบวนการวิศวกรรมศาสตร์หรือการทดลอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งกำหนดเกณฑ์ในการให้คะแนนได้ครบทุกทักษะ โดยมุ่งเน้นที่ทักษะที่มีความจำเป็นเร่งด่วนที่สุดแต่ละสายได้ชัดเจน ผลจากการนำเนื้อหาในคู่มือการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 1 บทในแต่ละวิชาไปใช้ทดลองสอนจริงในห้องเรียนของเทอมที่ 2 ปี 2559 สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

รายวิชากลศาสตร์ ใช้แนวทางการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแบบ “Integrated APID - Based Learning” โดยเน้นการออกแบบเชิงวิศวกรรม และการแก้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ (Design & Problem-Based Learning) ในบทเรียน เรื่อง วิธีการเบื้องต้นทางกลศาสตร์สถิตินักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ชั้นปีที่ 4 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จำนวน 2 คน พบว่า นักศึกษามีทักษะการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้ง 6 ทักษะ อยู่ในระดับเกินความคาดหวัง คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 4.65 คะแนนจากคะแนนเต็ม 5 และคิดเป็น 92.92% และมีการพัฒนาในทักษะการประดิษฐ์สร้างสรรค์สูงสุด และพบว่านักศึกษามีคะแนนสอบในเกรดดีมาก คือ เกรด A นอกจากนั้นแล้วนักศึกษายังมีเจตคติที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดสะเต็มศึกษาในระดับ 5

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศรีเดชา, 2528.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. เอกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

คู่มือการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2546.

กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2542.

_____. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 (ฉบับที่ 2). กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค, 2545.

กิตติยา อามรศรี และอุดม ทิพราช. “การศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์อันสอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพนาศึกษา”, ใน การประชุมวิชาการระดับชาติ “วิทยาศาสตร์วิจัย” ครั้งที่ 4. น. 129-123. พิษณุโลก: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2555.

จุฑามาศ มนตรี. ผลของความถี่ในการทดสอบย่อยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหนองพอกวิทยา จังหวัดร้อยเอ็ด. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543.

ชวาล แพร่ตกุล. เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2536.

ชัยพร วิชชาวุธ. ความจำของมนุษย์. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์, 2520.

_____. แนวคิดและการพัฒนาใหม่ในการปลูกฝังจริยธรรมศึกษา. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ., 2525.

ชาญชัย อาจิณสมาจาร. พฤติกรรมองค์กร. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือกรุงเทพ, 2535.

ชาติรี เกิดธรรม. การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เซ็นเตอร์ ดิสคัฟเวอรี, 2542.

เชิดศักดิ์ โฆวาสินธ์. การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์, 2527.

ศักดิ์ จินดานุรักษ์. การทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ธานี จันทรวง. “สะท้อนความคิดจากประสบการณ์การใช้กิจกรรม STEM Education ในห้องเรียน”, *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*. 19(1): 29-36; มกราคม-ธันวาคม, 2556.
- นพคุณ แดงบุญ. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2552.
- เนรมิต สุดชนะ. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 2551.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สามเจริญพานิช, 2531.
- บุญเรือน พุฒทอง. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างวิธีการสอนแบบมีทดสอบย่อยกับวิธีการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2544.
- ประกาศิต จันทศ. ผลการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ด้วยโมเดลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศรีอนันต์, 2526.
- ประสาธ อิศรปรีดา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ: กราฟิคอาร์ต, 2523.
- ปราณี งามสุด. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: เจริญกิจ, 2528.
- ปราณี หีบแก้ว. การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Base Learning: PBL). วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554.
- ปิยะฉัตร ขาวแก้ว. ผลการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิกซอร์ที่มีต่อการทำงานร่วมกัน และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชา ส 306: ประเทศของเรา 4 ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2542.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. “STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21”, **วารสาร
นักบริหาร**. 33(2): 49-56; เมษายน-มิถุนายน, 2556.
- พรรณิ ชูทัย เจนจิต. **จิตวิทยาการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: เสริมสิน พรเพรส ซิสเต็ม,
2545.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ”, **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม**. 9(ฉบับพิเศษ): 401-418; เมษายน, 2558.
- พัชนี วรกวิน. **จิตวิทยาสังคม**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- ไพบุรย์ อินทริวิชา. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดเจตคติ**. กรุงเทพฯ: หน่วยวิจัย สำนักงานสภา
การศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2517.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: วิธีและเทคนิคการสอน**.
กรุงเทพฯ: เดอะ มาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์ จำกัด, 2544.
- ไพศาล หวังพานิช. **การวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. “การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ
สะเต็ม”, **สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**.
19(1): 3-14; มกราคม-ธันวาคม, 2556.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. **การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- เยี่ยม วรอินทร์. **ผลของการใช้แบบทดสอบย่อยแตกต่างกัน และการบอกจุดประสงค์การเรียนรู้
ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2534.
- รักษพล ธนानวงศ์. “เรียนรู้ภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ”,
นิตยสาร สสวท. 41(182): 15-20; พฤษภาคม-มิถุนายน, 2556.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **การวัดด้านจิตพิสัย**. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น, 2532.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- วรพจน์ นวลสกุล. ผลของการเลือกช่วงการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีทั่วไป
ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- วรรณเพ็ญ อินทร์แก้ว. การศึกษาทัศนคติของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขระดับตำบลต่อการ
สาธารณสุขมูลฐาน ศึกษาในพื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.
- วนิช บรรจง. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานครพิมพ์, 2515.
- วารินทร์ สายโอบเชื้อ และสุณีย์ ธีรดากร. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร,
2522.
- ศิริโสภาคย์ บุรพาเดชะ. จิตวิทยาธุรกิจ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
- ศุภาวีร์ ศรีโท. กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนแปลงโดยใช้วัสดุ
อย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,
2550.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ:
องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2546.
- สถิต วงศ์สุวรรณ. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: บำรุงสาส์น, 2525.
- สมศักดิ์ สันธะระเวช. มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- สุชาติ ประเสริฐรัฐสินธุ์ และคณะ. ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบัน
บัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2529.
- สุภัททา บินทะแพทย์. พฤติกรรมมนุษย์และการพัฒนาคน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏ
สวนสุนันทา, 2542.
- สุรยศ ทรัพย์ประกอบ และคณะ. การพัฒนาครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ด้านการจัดการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
(Science, Technology, Engineering and Mathematics, [STEM]). กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. รายงานผลการสัมมนา เรื่อง แผนพัฒนาการศึกษา
แห่งชาติฉบับที่ 8: หนทางสู่ความหวังและอนาคตของชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2540.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- หทัยกาญจน์ ยานสว่าง. **พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 2554.
- อภิสิทธิ์ ธงชัย และคณะ. (2555). “สรุปการบรรยายพิเศษ เรื่อง Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education: Preparing students for the 21st Century”, <http://designtechnology.ipst.ac.th/uploads/STEMeducation.pdf>. มีนาคม, 2561.
- อวยชัย ้วยสุวรรณ. **การพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้องค์ประกอบที่นอกเหนือความสามารถด้านสติปัญญา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521.
- อุดม ทิพรราช และคณะ. **รายงานผลการดำเนินงานการอบรม เรื่อง สะเต็มศึกษา (STEM Education)**. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2560.
- Adams, Jack A. **Human Memory**. New York: McGraw-Hill, 1976.
- Gagne, R.M. **The Condition Of Learning and Theory of Instruction**. New York: Holt Rinehart and Winston, 1977.
- Good, C.V. **Dictionary of Education**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973.
- Foster, C.R. **Psychology for life Adjustment**. Chicago: American Technical Society, 1952.
- Kolesnik, W.L. **Education Psychology**. New York: McGraw-Hill Book, 1970.
- Mc Guire, William J. **The Nature of Attitude change the handbook of Social Psychology**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1996.
- Nunnally, J. C. **Test and Measurement**. New York: McGraw Hill, 1959.
- Shadburn, R.G. (1990). “A Evaluation of a Learning Cycle Intervention Method in Introductory Physical Science Laboratories in order to Promote Formal Operational Thought Process”, **ResearchGate**. <http://bit.ly/2W8k6OD>. March, 2018.
- Thurstone, L. L. **Primary Mental Abilities**. Chicago: University of Chicago, 1958.
- Robbin, Dorothy. **A Practical Approach to Teaching Reading**. 2nd ed. New York: A Simon and Schuster, Inc., 1993.
- Wohlman, B. B. **Dictionary of Behavioral Science**. London: Litton Educational, 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาของไหล ความร้อน คลื่นกล รหัสวิชา ว 32204 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ของไหล เรื่อง กฎของพาสคัล เวลา 2 ชั่วโมง
สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา.....

ผลการเรียนรู้

1. สำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์และคำนวณเกี่ยวกับกฎของพาสคัล และเครื่องอัดไฮดรอลิก

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K)

1. กฎของพาสคัลได้ว่า เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ของของเหลวที่อยู่หนึ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปทุก ๆ จุดในของเหลว
2. ใช้กฎของพาสคัล อธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิกได้
3. ใช้กฎของพาสคัล คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ และการได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีของเครื่องอัดไฮดรอลิกได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
2. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. เป็นผู้มีวินัย
2. เป็นผู้ใฝ่เรียนรู้

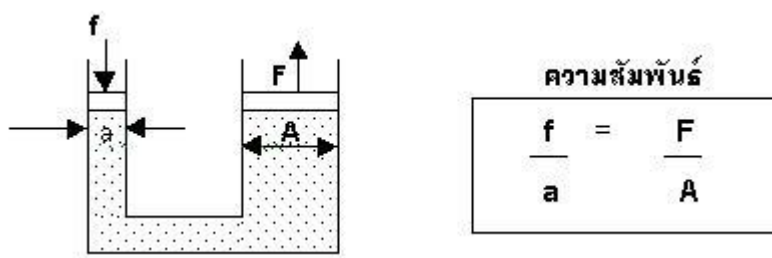
สมรรถนะที่สำคัญ

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

เนื้อหา (รายละเอียดของเนื้อหา อยู่ในเอกสารประกอบการสอน)

ความดันในของเหลวที่อยู่ในสภาวะนิ่ง ซึ่งเป็นผลมาจากน้ำหนักของของเหลวเท่านั้น แต่ถ้ามีแรงภายนอกมากระทำต่อของเหลวที่อยู่ในภาชนะปิด จะมีการส่งผ่านแรงในของเหลว

กฎของพาสคัล (Pascal's law) กล่าวว่า ความดันภายนอกที่กระทำต่อของเหลวที่ไม่มีการไหล และอยู่ในภาชนะปิด จะได้รับการส่งผ่านไปยังจุดต่าง ๆ ของของเหลวอย่างทั่วถึงและเท่ากัน



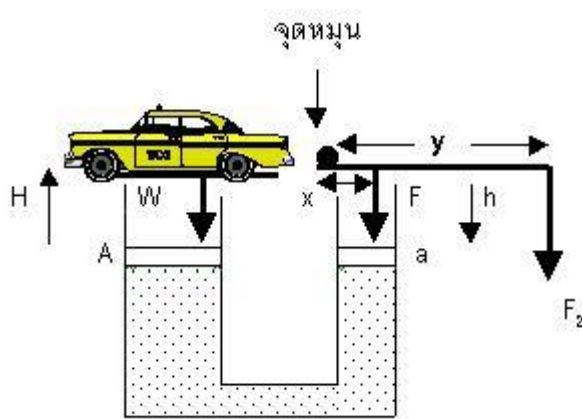
a = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบเล็ก (อัด)

f = แรงกดบนลูกสูบเล็ก

A = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบใหญ่ (ยก)

F = น้ำหนักยกได้บนลูกสูบยก

ถ้าลูกสูบเป็นแผ่นกลม จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้



ถ้า x = ระยะจากจุดหมุนถึงก้านสูบอัด

y = ความยาวของคานโยก

F_2 = แรงกดที่ปลายคานโยก

R = รัศมีลูกสูบใหญ่

D = เส้นผ่าศูนย์กลางลูกสูบใหญ่

r = รัศมีลูกสูบเล็ก

H = ระยะที่ลูกสูบใหญ่ขึ้น

h = ระยะที่ลูกสูบเล็กลง

จากรูปจะได้ความสัมพันธ์ $F \cdot x = F_2 \cdot y$

ปริมาตรที่ลง = ปริมาตรที่ขึ้น

$$ah = AH$$

.....(1)

ดังนั้น

$$\frac{F}{\pi r^2} = \frac{W}{\pi R^2}$$

$$\frac{F}{r^2} = \frac{W}{R^2}$$

$$\frac{F}{d^2} = \frac{W}{D^2}$$

กฎของพาสคัล อธิบายการทำงานของเครื่องกลผ่อนแรงที่รู้จักกันทั่วไป คือ เครื่องอัดไฮดรอลิก (hydraulic press) ซึ่งมีการได้เปรียบเชิงกลสูง

การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎี (theoretical mechanical advantage) สัญลักษณ์ M.A. ของเครื่องอัดไฮดรอลิก เขียนได้เป็น

$$M.A. = \frac{W}{F} = \frac{A}{a} \quad \dots\dots\dots(2)$$

กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนความดันในของเหลวในภาชนะเปิดว่า ขึ้นอยู่กับความลึกและความหนาแน่น จากนั้น จึงตั้งคำถามให้นักเรียนคิดว่า เมื่อของเหลวบรรจุอยู่ในภาชนะปิดแล้ว เมื่อมีแรงภายนอกกระทำต่อ ของเหลว แรงนี้จะส่งผ่านของเหลวได้หรือไม่

2. ขั้นสำรวจและค้นหา S T E M

2.1 ครูสาธิตโดยใช้ชุดทดลองกฎของพาสคัลตามรายละเอียดในหนังสือเรียนแล้วให้นักเรียน สังเกตผลที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นครูนำอภิปรายจนสรุปได้ว่า

2.1.1 เมื่อออกแรงกดลูกสูบข้างหนึ่งลง ลูกสูบอีกข้างหนึ่งจะเคลื่อนที่ขึ้น แสดงว่า เราสามารถส่งแรงดันผ่านของเหลวได้ (Science)

2.1.2 แรงเนื่องจากน้ำหนักของแท่งเหล็กที่กดลูกสูบใหญ่ และลูกสูบเล็กไม่เท่ากัน

2.1.3 ขณะเนื่องจากลูกสูบสมดุล ของเหลวในกระบอกสูบหยุดนิ่ง ดังนั้น ความดัน ในของเหลวที่กระทำต่อลูกสูบทั้งสองมีค่าเท่ากัน และความดันในของเหลวที่เพิ่มขึ้นจากเดิมจะเท่ากับ ความดันเนื่องจากน้ำหนักแท่งเหล็กที่กดของเหลว

2.1.4 ความดันที่เพิ่มให้กับของเหลวจะถ่ายทอดไปยังทุกจุดในของเหลว นั้น ข้อสรุปที่ได้นี้ เรียกว่า กฎของพาสคัล

2.2 ครูให้ข้อสังเกตแก่นักเรียนจากการสาธิตในครั้งนี้ว่า ความดันที่เพิ่มให้กับของเหลว ในกระบอกสูบโดยการเพิ่มน้ำหนักแท่งเหล็กนั้นมีค่าไม่เท่ากับความดันในของเหลวที่เพิ่มขึ้นจริง ๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจากความเสียดทานระหว่างลูกสูบทั้งสอง ดังนั้น ในการสรุปกฎของพาสคัล เราจะสามารถสรุปเป็นเช่นนั้นได้เฉพาะกรณีที่ปราศจากความเสียดทานเท่านั้น

2.3 ครูให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการนำกฎของพาสคัลไปอธิบายการทำงานของเครื่องอัด ไฮดรอลิก และชี้ว่า ความดันที่เพิ่มให้ของเหลวมีค่าสูงกว่าความเสียดทานในกระบอกสูบหลายเท่า จึงสามารถใช้กฎของพาสคัลในการคำนวณขนาดของกระบอกสูบตามที่ต้องการได้ดังสมการที่ (1)

2.4 ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีของเครื่องอัดไฮดรอลิก ว่ามีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบใหญ่กับพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบเล็กหรือเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (2)

2.5 เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องการใช้สมการคำนวณดีขึ้น ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาตามตัวอย่าง ดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบใหญ่มีรัศมี 0.5 เมตร และลูกสูบเล็กมีรัศมี 5 เซนติเมตร ถ้าต้องการจะใช้เครื่องอัดนี้ยกวัตถุมวล 1,000 กิโลกรัม ต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กเท่าไร

วิธีทำ หาแรงกดที่ลูกสูบเล็กได้จากสมการ $\frac{W}{F} = \frac{A}{a}$

เนื่องจากมวลที่จะยก = 1,000 กิโลกรัม ดังนั้น น้ำหนักวัตถุที่จะยก = 10,000 N

รัศมีของลูกสูบใหญ่ = 0.5 เมตร

ดังนั้น พื้นที่ของลูกสูบใหญ่ $A = \pi r^2 = \pi(0.5)^2 = 0.25\pi$ ตารางเมตร

รัศมีของลูกสูบเล็ก $a = 5 \text{ cm} = 5 \times 10^{-2}$ เมตร

ดังนั้น พื้นที่ของลูกสูบเล็ก $a = \pi r^2 = \pi(5 \times 10^{-2})^2 = 0.0025\pi$ ตารางเมตร

$$\text{นั่นคือ} \quad \frac{10,000}{F} = \frac{0.25\pi}{0.0025\pi}$$

$$F = 100 \text{ นิวตัน}$$

ตอบ ต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กเท่ากับ 100 นิวตัน

2.6 ครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่า ถ้าจะให้เครื่องอัดไฮดรอลิกผ่อนแรงมากขึ้น อาจทำได้โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับ โมเมนต์มาช่วย ตัวอย่างเช่น เครื่องยกไฮดรอลิกของรถบรรทุกทราย แขนขุดตักดินของรถขุดดิน เป็นต้น

2.7 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง กฎของพาสคัล ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจ และให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

ครูสอบถามนักเรียนด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.1 กฎของพาสคัลกล่าวได้อย่างไร (เมื่อเพิ่มความดัน ณ ตำแหน่งใด ๆ ของของเหลวที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถ่ายทอดไปทุก ๆ จุดในของเหลว)

3.2 สมการกฎของพาสคัล มีความสัมพันธ์อย่างไร ($\frac{W}{A} = \frac{F}{a}$)

3.3 การได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีของเครื่องอัดไฮดรอลิก หาได้อย่างไร ($M.a. = \frac{W}{F} = \frac{A}{a}$)

ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์ในใบงานให้เรียบร้อย และศึกษาเนื้อหาเรื่อง แรงลอยตัว และหลักของอาร์คิมิดีส ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาของไหล ความร้อน คลื่นกล
2. ใบความรู้และใบงาน
3. www.schoolDD.com

การวัดและประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ ความเข้าใจ	1. การสรุปความคิด รวบยอด/กิจกรรม	แบบสรุปความคิด รวบยอด ใบงาน/ กิจกรรม	ทำถูกต้องร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติ กิจกรรมในชั้นเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงาน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ ที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรม ความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม ความสนใจ และ ตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

9. บันทึกหลังการสอน

ผลการสอนอยู่ในระดับ

☐ มาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ ควรปรับปรุง

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน
(กานดา สุภาพันธ์)

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข.1 แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงบอระเพ็ด อำเภอบึงบอระเพ็ด จังหวัดศรีสะเกษ

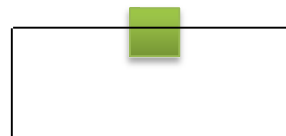
คำชี้แจง ให้นักเรียนระบายคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

1. ความหนาแน่นของเหล็กเป็นเท่าใด เมื่อมีเหล็กมวล 0.156 kg และมีปริมาตร $2 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. $15.75 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ | 2. $8.23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ |
| 3. $7.54 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ | 4. $7.80 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ |

2. จากภาพ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

1. วัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลว
2. วัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลว
3. วัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลว
4. วัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าหรือน้อยกว่าของเหลวก็ได้



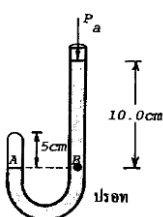
3. เหล็กแท่งหนึ่งมีมวล 250 กรัม มีความหนาแน่น $7.5 \text{ กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร}$ แท่งเหล็กนี้จะมีปริมาตรเท่าไร

1. $0.03 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$
2. $33.33 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$
3. $257.5 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$
4. $1,875 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$

4. ทองคำรูปลูกบาศก์มีมวล $2.3 \times 10^8 \text{ kg}$ ซึ่งมีความยาวด้านละ 20 m วางบนพื้น จงหาความดันที่กระทำต่อพื้น

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1. $5.65 \times 10^6 \text{ Pa}$ | 2. $5.65 \times 10^6 \text{ Pa}$ |
| 3. $2.65 \times 10^6 \text{ Pa}$ | 4. $5.65 \times 10^6 \text{ Pa}$ |

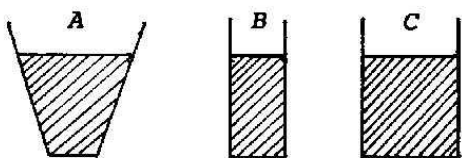
5. หลอดแก้วรูป J ปลายข้างหนึ่งปิดและบรรจุปรอทดังรูป ระดับปรอทข้างที่เปิดสูงกว่าระดับปรอทข้างที่ปิด 10 ซม. ถ้าความดันอากาศเป็น 760 มม. ของปรอท ความดันที่ผิวในปรอททางด้านปิด ซึ่งต่ำจากปลายปิด 5 ซม. จะมีความดันเท่าใด (ตอบในเทอมความสูงของปรอท)



1. 450 มม. ของปรอท
2. 756 มม. ของปรอท
3. 860 มม. ของปรอท

4. 920 มม. ของปรอท

6. จากรูป ในภาชนะแก้วคือปรอท อยากทราบว่าความดันที่ปรอทกระทำต่อกันภาชนะใดมีค่ามากที่สุด



1. A
2. B
3. C
4. เท่ากันทั้งหมด

7. เมื่อนำวัตถุก้อนหนึ่งแขวนด้วยเครื่องชั่งสปริงอ่านค่าน้ำหนักได้ 8.25 นิวตัน แต่เมื่อนำไปชั่งในน้ำพบว่า อ่านค่าน้ำหนักบนเครื่องชั่งสปริงได้ 6.55 นิวตัน แรงพยุงที่น้ำกระทำต่อวัตถุนี้มีค่าเท่าไร

1. 1.70 g/cm³
2. 6.55 g/cm³
3. 8.25 g/cm³
4. 14.80 g/cm³

8. นักดำน้ำสามารถดำน้ำได้ลึกที่สุดกี่เมตรถ้าเขาทนความดันเกจได้มากที่สุดไม่เกิน 1.5×10^5 Pa (กำหนดให้ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1×10^3 kg/m³)

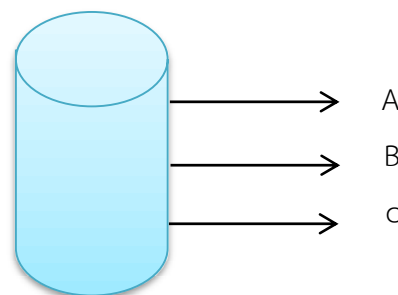
1. 30 เมตร
2. 25 เมตร
3. 20 เมตร
4. 15 เมตร

9. ข้อความต่อไปนี้มีความหลายตรงกับข้อใด “ผลคูณของพื้นที่หน้าตัด(A)ที่ของไหลไหลผ่านกับอัตราเร็ว (v) ของของไหลที่ผ่านไม่ว่าจะเป็นตำแหน่งใดในหลอดการไหล มีค่าคงตัว”

1. เมื่อ A มีค่าคงที่ v มีค่าลดลง
2. เมื่อ v มีค่าคงที่ A มีค่าเพิ่มขึ้น
3. เมื่อ A มีค่าเพิ่มขึ้น v มีค่าลดลง
4. เมื่อ A มีค่าเพิ่มขึ้น v มีค่าเพิ่มขึ้น

10. ขวดพลาสติกเปิดใบหนึ่งเจาะรูไว้ตำแหน่ง A, B และ C ตามลำดับ ถ้าเติมน้ำลงไปนักเรียนคิดว่า น้ำที่พุ่งออกมาไกลที่สุดคือตำแหน่งใด

1. A
2. B
3. C
4. B และ C เท่ากัน



11. จงหาอัตราเร็วการไหลของน้ำขาออกที่ไหลผ่านตามท่อขนาดพื้นที่หน้าตัด 480 mm² ด้วยความเร็ว 5 m/s จากนั้นท่อลดระดับต่ำลงมา 10 เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 960 mm² เมื่อความดันของน้ำขาเข้าเป็น 150 kPa

1. 10 m/s
2. 5 m/s
3. 2.5 m/s
4. 1.5 m/s

12. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่ง ลูกสูบใหญ่มีรัศมี 0.5 เมตร และลูกสูบเล็กมีรัศมี 5 เซนติเมตร ถ้าต้องการจะใช้เครื่องอัดนี้ยกวัตถุมวล 1,000 กิโลกรัม ต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กเท่าไร

1. 100 นิวตัน 2. 200 นิวตัน 3. 300 นิวตัน 4. 400 นิวตัน

13. การเปรียบเทียบความหนืดของของเหลว ข้อใดไม่ถูกต้อง

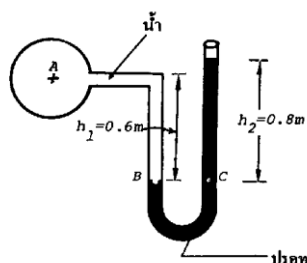
1. ของเหลวที่มีความหนืดน้อยจะพุ่งไปได้ไกลกว่าของเหลวที่มีความหนืดมาก
2. ของเหลวที่มีความหนืดน้อยจะหยุดเร็ว ส่วนของเหลวที่มีความหนืดมากจะหยุดช้า
3. ถ้าของเหลวมีความหนืดมากจะคนยาก แต่ถ้าของเหลวที่มีความหนืดน้อยจะคนง่าย
4. ปล่อยวัตถุเล็กๆ ให้ตกในของเหลว ถ้าของเหลวความหนืดน้อย วัตถุจะตกช้า แต่ถ้าของเหลวที่มีความหนืดมาก วัตถุจะตกเร็ว

14. วัตถุปริมาตร 0.3 ลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่น 1.2×10^3 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จมอยู่ใต้ผิวน้ำจะต้องออกแรงยกวัตถุในน้ำกี่นิวตัน จึงจะลอยปริ่มน้ำพอดี

1. 700 2. 600 3. 500 4. 400

15. ที่จุด A ซึ่งมีน้ำบรรจุอยู่ทำให้ปรอทภายในมาโนมิเตอร์รูปตัว U เคลื่อนที่ไปดังรูป จงหาความดันเกจ (กำหนดให้ความหนาแน่นปรอท $13.55 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ความหนาแน่นน้ำ = 1000 kg/m^3)

วิธีทำ



1. $2.015 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
2. $2.063 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
3. $1.024 \times 10^5 \text{ N/m}^2$
4. $1.044 \times 10^5 \text{ N/m}^2$

16. แม่แรงยกรถยนต์เครื่องหนึ่งลูกสูบใหญ่มีพื้นที่เป็น 50 เท่าของลูกสูบเล็ก ถ้าต้องการให้แม่แรงนี้ยกรถยนต์มวล 2000 กิโลกรัม จะต้องออกแรงกดที่ลูกสูบเล็กของแม่แรงกี่นิวตัน ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

1. 400 N 2. 392 N
3. 350 N 4. 245 N

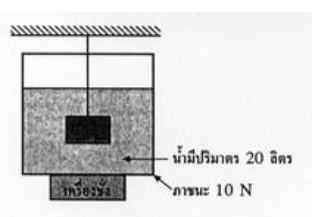
17. หย่อนวัตถุมวล 200 กิโลกรัม ลงในน้ำทะเล จะต้องใช้แรงอย่างน้อยเท่าใดจึงจะดึงสมอเรือให้ขึ้นมาได้

กำหนดให้ ความหนาแน่นของน้ำทะเลเท่ากับ $1.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

- | | |
|------------|------------|
| 1. 1,800 N | 2. 1,700 N |
| 3. 1,550 N | 4. 1,300 N |

18. วัตถุปริมาตร 2 ลิตร ห้อยด้วยเชือกตั้งรูป และน้ำมีความหนาแน่น 1 g/cc จงหาค่าที่ตาชั่งอ่านได้



- | |
|----------|
| 1. 210 N |
| 2. 220 N |
| 3. 230 N |
| 4. 240 N |

19. ข้อใดใช้หลักการของเครื่องไฮดรอลิก

- | | |
|----------------------------|------------------------|
| 1. เบรกรถยนต์ที่ใช้น้ำมัน | 2. แม่แรงยกรถแบบโยก |
| 3. แม่แรงยกรถแบบหมุนเกลียว | 4. เครื่องสูบลมจักรยาน |

20. ข้อใดสามารถอธิบายการบินได้ของเครื่องบิน

- ก. ความเร็วได้ปีกต่ำกว่าความเร็วเหนือปีก
ข. ความเร็วได้ปีกสูงกว่าความเร็วเหนือปีก
ค. ความดันที่ปีกด้านล่างสูงกว่าปีกด้านบน
ง. ความดันที่ปีกด้านบนสูงกว่าปีกด้านล่าง

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 1. ก, ข | 2. ข, ค | 3. ค, ง | 4. ก, ค |
|---------|---------|---------|---------|

ข.2 เฉลยแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง กลศาสตร์ของไหล
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบึงบอระเพ็ด อำเภอบึงบอระเพ็ด จังหวัดศรีสะเกษ

ข้อที่	เฉลย	ข้อที่	เฉลย
1.	4	11.	3
2.	2	12.	1
3.	2	13.	4
4.	1	14.	2
5.	3	15.	3
6.	4	16.	2
7.	1	17.	2
8.	3	18.	3
9.	3	19.	3
10.	2	20.	4

ข.3 แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ ใช้เวลา 20 นาที โปรดตอบให้ครบทุกข้อ
 2. ให้นักเรียนอ่านข้อความแต่ละข้อให้เข้าใจแล้วพิจารณาว่าตรงกับความรู้สึกหรือความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุดระดับใด แล้วทำเครื่องหมาย / ลงในช่องระดับความคิดเห็น
โดยเลือก
- | | |
|--------------|--------------------------------------|
| 4.50 – 5.00 | หมายถึงมีเจตคติอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 3.50 – 4.49 | หมายถึงมีเจตคติอยู่ในระดับมาก |
| 2.50 – 3.49 | หมายถึงมีเจตคติอยู่ในระดับปานกลาง |
| 1.50 – 2.49 | หมายถึงมีเจตคติอยู่ในระดับน้อย |
| ต่ำกว่า 1.50 | หมายถึงมีเจตคติอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
ด้านที่ 1 ด้านผู้สอน						
1.	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
2.	ผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจน					
3.	ผู้สอนตอบคำถามแก่นักเรียนได้เมื่อเกิดความสงสัย					
4.	ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในระหว่างเรียน					
5.	ผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
ด้านที่ 2 ด้านการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา						
6.	การเรียนรู้ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ด้วยการบูรณาการสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนเข้าใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น					
7.	นักเรียนมักจะเชื่อมโยงความรู้ทางฟิสิกส์กับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบเห็น					
8.	นักเรียนมีความเพลิดเพลินในระหว่างการจัดการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา					

ข้อ ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
9.	นักเรียนเรียนวิชาฟิสิกส์เพราะเห็นว่าการเรียนวิชาฟิสิกส์มีประโยชน์					
10.	การเรียนวิชาฟิสิกส์ส่งเสริมให้คิดอย่างรอบคอบมีเหตุผล					
11.	นักเรียนไม่รู้ว่าจะเรียนวิชาฟิสิกส์เพื่ออะไร					
12.	นักเรียนจะใช้เวลาวางส่วนมากในการศึกษาความรู้ทางด้านฟิสิกส์					
13.	นักเรียนจะใช้เวลาวางส่วนมากในการศึกษาข่าวความก้าวหน้าทางด้านฟิสิกส์					
ด้านที่ 3 สื่อการเรียนรู้						
14.	สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ					
15.	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ stem เข้าใจได้ง่าย					
16.	สื่อการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้มากขึ้น					
17.	ผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยตรง					
ด้านที่ 4 ด้านการวัดและการประเมินผล						
18.	จำนวนแบบทดสอบมีความเหมาะสม					
19.	ผู้เรียนทราบคะแนนทันทีหลังการทำแบบทดสอบ					
20.	ผู้เรียนมีความพึงพอใจในคะแนนของกลุ่มและของตนเอง					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ

ตารางที่ ค.1 คะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการกิจกรรม
ด้วยการทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

เลขที่	คะแนนเดิม	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	20	6	14
2	20	6	15
3	20	7	15
4	20	9	17
5	20	7	16
6	20	10	17
7	20	7	14
8	20	11	17
9	20	9	15
10	20	10	18
11	20	11	17
12	20	6	13
13	20	12	19
14	20	9	17
15	20	6	15
16	20	5	14
17	20	7	16
18	20	11	18
19	20	7	15
20	20	10	18
21	20	7	16
22	20	6	15
23	20	12	19
24	20	7	15
25	20	8	16
26	20	6	15
27	20	7	17
รวม		219	433
เฉลี่ย		8.11	16.04
ร้อยละ		29.63	100.00

ตารางที่ ค.2 คะแนนความรู้ความคงทนทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการกิจกรรม
ด้วยการทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไหล

เลขที่	คะแนนเต็ม	หลังเรียน	ความรู้ความคงทนทางการเรียนรู้
1	20	14	12
2	20	15	14
3	20	15	11
4	20	17	14
5	20	16	12
6	20	17	15
7	20	14	11
8	20	17	14
9	20	15	12
10	20	18	15
11	20	17	13
12	20	13	11
13	20	19	14
14	20	17	13
15	20	15	13
16	20	14	11
17	20	16	14
18	20	18	13
19	20	15	12
20	20	18	14
21	20	16	12
22	20	15	12
23	20	19	14
24	20	15	11
25	20	16	13
26	20	15	12
27	20	17	14
รวม		433	346
เฉลี่ย		16.04	12.81
ร้อยละของนักเรียนที่ผ่าน		100.00	100.00

ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมการเรียนรู้



กิจกรรมที่ 1 คำนวณได้ยังไง?

วัตถุประสงค์

1. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องหมาย ส่วน 30 เซน 1 สอน
2. ดินสอ

วิธีทำ

1. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง

รายการ	คำนวณค่าเฉลี่ย	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
- เครื่องหมาย	✓	×
- ดินสอ	×	×
- คำนวณค่าเฉลี่ย	×	×

3. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง

4. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง

5. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง

6. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง

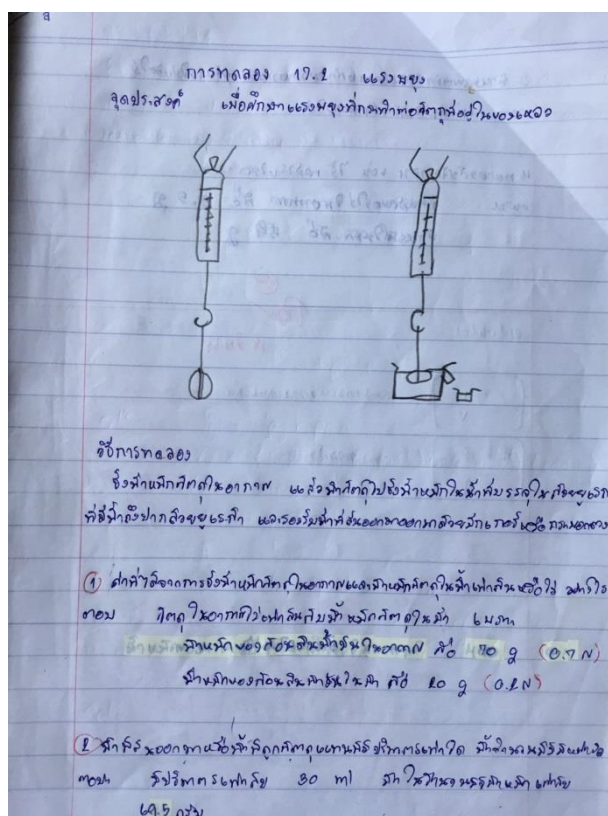
ภาพที่ ง.1 นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ความหนาแน่น



ภาพที่ ง.2 นักเรียนสังเกตการพุ่งของน้ำที่ออกจากรูเล็ก ๆ



ภาพที่ ง.3 นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง แรงตึงผิว



ภาพที่ ง.4 บันทึกผลการทดลอง เรื่อง แรงพยุ่ง



ภาพที่ ง.5 นักเรียนสร้างแบบจำลองสะพานยก



ภาพที่ ง.6 นักเรียนสร้างแบบจำลองสะพานยก

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวกานดา สุภาพันธ์
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2548 – 2551 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พ.ศ. 2555 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2551 โรงเรียนท่าเยี่ยมวิทยายล จังหวัดนครราชสีมา พ.ศ. 2552 โรงเรียนขุนหาญวิทยาสรรค์ จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2553 ครูโรงเรียนวัดไพรบึงวิทยา จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2554 โรงเรียนภูสิงห์ประชาเสริมวิทย์ จังหวัดศรีสะเกษ
ตำแหน่ง	ตำแหน่ง ครู ค.ศ. 1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบึงบูรพ์ อำเภอบึงบูรพ์ จังหวัดศรีสะเกษ อีเมล philipdadada@gmail.com