

VH 123814

การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นางสาวอมร เกาติ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2560

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสร้างความคิด
รวบยอด เรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย : นางสาวอมร เกาตี

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.ณัฐรัชย์ จันทนุม)

คณบดีคณะครุศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล สานติบุรณ์)

ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.วิญญา คุณแก้ว)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ชมจิต)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่)

กรรมการ

- ชื่อเรื่อง** : การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- ผู้วิจัย** : นางสาวอมร เกาตี
- ปริญญา** : ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อาจารย์ที่ปรึกษา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณวิไล ชมชิต
อาจารย์ ดร.วันดี รักไร่
- ปีการศึกษา** : 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (E_1/E_2) ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 3) เพื่อเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษากับเกณฑ์ร้อยละ 75 4) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร เครื่องมือที่ใช้คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผน ระยะเวลา 12 ชั่วโมง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดการสร้างความคิดรวบยอด จำนวน 25 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐานและสถิติขั้นสูง

ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า ค่า (E_1/E_2) เท่ากับ 80.01/78.09 ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75 2) ค่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ค่าคะแนนเฉลี่ยของการสร้างความคิดรวบยอดหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ

การสร้างความคิดรวบยอดคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 60.26 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการสร้าง
ความคิดรวบยอดหลังเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความสำคัญ : สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างความคิดรวบยอด ชั้นเรียนเคมี
และประสิทธิภาพ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : Learning Management on STEM Education Model to Enhance Learning Achievements and Concept Attainment Entitled Solid, Liquid, and Gas for Grade 10th Students

Author : Miss Amorn Phaosee

Degree : Master of Education (Science Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr. Panwilai Chomchid
Dr. Wandee Rakrai

Year : 2017

ABSTRACT

The aims of this research were 1) to develop the instructional lesson plans based on the learning management on STEM education model entitled Solid, Liquid, and Gas to meet the required 75/75 efficiency criterion, 2) to compare the learning achievement with the criteria of 75%, 3) to compare the concept attainment after learning with the criteria of 75%, and 4) to analyze the relationship between the learning achievement and concept attainment. The target group consisted of 35 grade 10th students in Borabu Wittayakhan School. The instruments used in the research were: an instructional lesson plan in 12 hours, a 30-item learning achievement test, a 25-item concept attainment test. Foundational and advancing statistics were used to analyze the data.

The results of the research were as follows: 1) The efficiency of the STEM process and results was 80.01/78.09 which was higher than the established criterion of 75/75, 2) The mean scores of students' learning achievements were higher than of the means score of the criteria learning of 75% with significantly different at the level of .05, 3) The mean scores of concept attainment after learning was higher than 75% with significantly different at the level of .05, and 4) The relationship between learning achievements and concept attainment was at 60.26%.

The learning achievements and concept attainment were significantly different at the level of .05.

Keyword : STEM education, learning achievement, concept attainment building



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized, cursive letter 'D' followed by a horizontal line.

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณวิไล ชมชิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ อาจารย์ ดร.วันดี รักไร้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้วิจัยรักการทำงาน สนับสนุนและให้กำลังใจในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้นสกุล สานติบุรณ์ ประธานกรรมการสอบ และ อาจารย์ ดร.วิญญา คุณแก้ว กรรมการสอบผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ชูยกระเดื่อง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉาณกรณ์ ทับทิมใส อาจารย์ ดร.จิณาภา ศรีภิรมย์ คุณครูวารภรณ์ จิณานัญ คุณครูสรกฤษ ฆารโศภณ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องและให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ คณะครู และนักเรียน โรงเรียนบรือวิทยาการ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวก ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย พี่สาว ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ การศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมถึงบุคคลที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวทั้งหมดซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณค่าและประโยชน์อันพึงมีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นเครื่องบูชาแก่คุณบิดา มารดา พี่ชาย พี่สาว ผู้ที่ให้กำเนิดอบรมเลี้ยงดูและบูรพาอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยให้ประสบความสำเร็จ และคลบนันดาลาให้พบแต่ความสุขตลอดไป

นางสาวอมร เกาสี

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ	ฅ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	6
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม.....	7
2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	7
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	14
2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	18
2.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความคิดรวบยอด.....	24
2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้	32
2.6 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของแผน การจัดการเรียนรู้	37
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	45
3.1 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย.....	45
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	45
3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย	45
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	50

หัวข้อ	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	52
บทที่ 4 ผลการวิจัย	56
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
4.2 ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	57
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	68
5.1 สรุปผลการวิจัย	68
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	69
5.3 ข้อเสนอแนะ	72
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	80
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดการสร้าง ความคิดรวบยอด.....	81
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
ประวัติผู้วิจัย	107

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส 13
2.2	ข้อมูลนักเรียน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ปีการศึกษา 2559 41
3.1	เนื้อหาหน่วยที่ 2 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส 46
3.2	วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 48
4.1	การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา 61
4.2	ประสิทธิภาพหลังการเรียน (E_2) เทียบกับเกณฑ์ 62
4.3	การเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ 63
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอด 64
4.5	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอด 66
ข.1	คะแนนประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้จาก ผู้เชี่ยวชาญ 87
ข.2	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน 91
ข.3	การแสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สจำนวน 50 ข้อ 93
ข.4	วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ..... 96
ข.5	สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส 98
ข.6	ผลวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการสร้างความคิดรวบยอด (ข้อมูล Try-out) 100
ข.7	คะแนนนักเรียนจากการทำแบบวัดการสร้างความคิดรวบยอด 103

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองช่วยกันวิเคราะห์	58
4.2	ผู้สอนให้ความรู้และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	59
4.3	ผู้เรียนออกแบบและผลิตแอลกอฮอล์แข็ง	59
4.4	ผู้เรียนทดสอบการติดไฟของชิ้นงาน	60
4.5	ผู้เรียนการนำเสนอผลลัพธ์	61



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

สะเต็ม หรือ “STEM” ย่อมาจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) หมายถึง องค์ความรู้วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน ซึ่งใช้คำนี้เพื่ออ้างถึง โครงการหรือ โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการสร้างความเข้าใจทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหาและการหาข้อมูลและวิเคราะห์หาค้นพบใหม่ๆ พร้อมทั้งสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มมีลักษณะเป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ทำทลายความคิดของนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556)

การศึกษาในปัจจุบันถือเป็นสิ่งสำคัญต่อการดำเนินในชีวิตประจำวันของมนุษย์ การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและ

เต็มตามศักยภาพ และการจัดการกำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ในหมวด 4 มาตรา 24 ระบุว่า การจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการจัดเนื้อหาสาระและ กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง บุคคล และจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุล ผู้เรียนเกิดการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้ มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาและจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการ ปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ. 2553, น. 8-9)

สังคมไทยในปัจจุบันกำลังเผชิญกับวิกฤติทางศึกษา นักเรียนไทยไม่เคยต้องคิดอะไรเอง ไม่ได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ รัฐบาลประกาศอย่างเป็นทางการว่า การศึกษาไทยจะต้องร่วมไปกับขบวนการเติบโต ในยุคที่ 4 หรือ สูยุค 4.0 ซึ่งต้องพึ่งพาอาศัยหลัก วิชาการที่เรียกว่า สะเต็ม ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนจึงมุ่งมั่นที่จะช่วยกัน พัฒนาศาสตร์ทั้งสี่ด้านให้ เกิดขึ้นกับ เด็กและเยาวชนในสถาบันการศึกษาอย่างจริงจังด้วยการกำหนดส่งเสริมให้เกิด “สะเต็ม ศึกษา” ขึ้นในทุกโรงเรียน มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับสถาบัน และบุคลากรในสังคม การศึกษาอย่างจริงจัง ทั้งโดยการจัดอบรม อภิปรายส่งเสริมกิจกรรม และให้ความรู้กับครูผู้สอนเพื่อ การนำไปเผยแพร่แก่นักเรียน โดยมีเป้าหมายเพื่อการผลิตกำลังพลคนเก่งด้านสะเต็ม ที่สามารถงาน รับกับการปฏิรูปเศรษฐกิจประเทศได้อย่างทันท่วงทีอันเป็นจุดเริ่มต้นของการนำพาสะเต็มศึกษาให้ เกิดกับเด็กไทยเยาวชนไทยไปสู่แรงงานคุณภาพ และจะนำพาประเทศไทยไปสู่การแข่งขันในระดับ โลก โดยได้วางรากฐานด้านสะเต็มตั้งแต่ระดับปฐมวัย (อนุบาล) ไปจนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อให้เด็กไทยมีทักษะพร้อมสู่ศตวรรษที่ 21 และได้ออกแบบหลักสูตรสะเต็มศึกษาขึ้นเพื่อช่วยใ้ การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ นั่นคือเน้นสร้างความรู้ ทักษะ กระบวนการคิด ซึ่งนำไปสู่การ สร้างสรรค์นวัตกรรม โดยการเรียนจะมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การทำงาน กลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนและแสดงออก และจะต้องมีนวัตกรรมเกิดขึ้นในห้องเรียนที่สำคัญเด็กจะต้อง สามารถนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและนำไปสู่การประกอบอาชีพในอนาคต ได้ คุณภาพการศึกษาพื้นฐานตกต่ำในการจัดการทดสอบการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-Net) ในทุกๆปีนั้นผลที่ออกมามักจะเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกๆปี นั่นก็ คือ เด็กไทยมีความรู้ต่ำกว่ามาตรฐานอยู่เสมอๆ หรือแม้แต่การศึกษาขององค์การความร่วมมือทาง เศรษฐกิจและการพัฒนา (Organization for Economics Co-operation and Develop ment, OECD) ที่รู้จักกันในชื่อของ PISA (Programme for International Students Assessment) พบว่านักเรียนไทยที่ จัดได้ว่ามีความรู้วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูงมีเพียง 1% เท่านั้นเอง (ชนิตร์ ภูภาณูจน์. 2559) ซึ่ง

สอดคล้องกับผลการประเมินของโรงเรียนบรบือวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาที่ 26 ที่พบว่ามีการประเมิน O-Net ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีพุทธศักราช 2558 ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.74 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบกับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของประเทศ

ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รวมวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งจะเน้นการบูรณาการการเรียนรู้ การนำไปใช้ และฝึกคิดเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ ๆ ไม่ใช่การเรียนแบบท่องจำหรือเรียนเพื่อนำไปใช้สอบเท่านั้น ซึ่งการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยครูผู้สอนมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องตั้งคำถามให้นักเรียนสนใจและเรียนรู้ว่าสิ่งที่เรียนในห้องเรียนนั้นเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง (มนตรี จุฬาววัฒนทล. 2556, น. 14-18) ในการพัฒนาทักษะตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่จะบูรณาการและสามารถที่จะพัฒนาไปถึงทักษะกระบวนการคิด การสร้างความคิดรวบยอดเป็นอีกเป้าหมายหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นกระบวนการความคิดที่มีต่อสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ที่แบ่งหรือเชื่อมโยงประเภทการกระทำ ความคิด และลักษณะที่สำคัญของสิ่งเร้านั้น ๆ อย่างชัดเจน ได้แบ่งกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดเป็น 2 กระบวนการ คือ การมองเห็นลักษณะร่วม (Composition Photograph) คือ การที่ผู้เรียนสามารถมองเห็นหรือเข้าใจลักษณะร่วมของวัตถุหรือสถานการณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยที่ผู้เรียนมิได้ทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอดและการทำกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอด (Active Search) การที่ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อค้นหาความคิดรวบยอด โดยที่ผู้เรียนคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าว่าลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้นคืออะไร แล้วจึงค่อยทำกิจกรรมเพื่อเป็นการทดสอบการสร้างความคิดรวบยอดซึ่งการเรียนรู้อะไรจะช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบระเบียบ ไม่สับสน จดจำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก ทำให้เกิดความกระตือรือร้นไม่ต้องเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้มากจนเกินความจำเป็น ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้กว้างขวาง สื่อสารทำความเข้าใจกับผู้อื่นเป็นไปด้วยดีและเสริมความรู้ต่อไปได้มากขึ้นและเร็วขึ้น และยังช่วยให้ครูทราบถึงสิ่งที่ควรเน้นในการสอนแต่ละเรื่องว่าต้องการให้ผู้เรียนได้รับอะไรบ้าง เป็นแนวชี้แนะให้ผู้สอนจัดกิจกรรมได้ตรงเป้าหมาย ช่วยให้เห็นแนวคิดที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนสามารถเป็นพื้นฐานของทัศนคติและพฤติกรรมของผู้เรียนได้ เป็นเกณฑ์ที่ช่วยให้การเขียนเนื้อหากระชับและอยู่ในแนวทางจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ เป็นพื้นฐานในการเขียนหน่วยการสอนหรือแผนการสอนให้สามารถบูรณาการเนื้อหาที่มีหลักการหรือความคิดรวบยอดที่คล้ายคลึงกันได้ และช่วยให้ประเมินได้ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใด (จุไรศิริ ชูรักษ์. 2557)

จากหลักการและเหตุผล ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ ร้อยละ 75

1.2.4 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดหลัง จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/4 จำนวน 35 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาวิชาเคมี เพิ่มเติม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื้อหาที่ใช้คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนจำนวน 12 ชั่วโมง

1.3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.3.1 ตัวแปรอิสระ

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา

1.3.3.2 ตัวแปรตาม

- 1) ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน
- 2) การสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียน

1.3.4 ระยะเวลา และสถานที่ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เวลาในการดำเนินการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 สัปดาห์ ในภาคเรียน ที่ 2/2559

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

สะเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM) หมายถึง การจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อให้นักเรียนได้ใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการโดยนักเรียนจะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ทำกิจกรรมรู้ออกแบบชิ้นงาน หรือวิธีการ หรือใช้ในการดำเนินชีวิต รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต โดยมีกิจกรรมการสอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a Challenge) ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมิน (Test and Evaluate) ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

“ประสิทธิภาพตามเกณฑ์” คือ 75/75 หมายถึง คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา มีความหมายดังนี้

“75 ตัวแรก (E₁)” คือ คะแนนกระบวนการระหว่างเรียน โดยได้มาจาก ใบงาน จำนวน 4 ใบงาน และคะแนนกิจกรรมสะเต็มศึกษาการทำแอลกอฮอล์แข็ง

“75 ตัวหลัง (E₂)” คือ คะแนนผลลัพธ์ได้มาจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากหลังกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้ นักเรียน มีองค์ความรู้ ความเข้าใจ หรือความสามารถทั้งหมด ที่สามารถวัดออกมาเป็นคะแนน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งจะส่งผลให้ทราบว่านักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้หรือไม่ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส เป็นแบบทดสอบชนิดอิงเกณฑ์ สามารถวัด

โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ การสร้างความคิดรวบยอด หมายถึง การสร้างความคิดเมื่อเกิดการเรียนรู้ที่มีระบบระเบียบ ไม่สับสน จดจำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก การสร้างความคิดในการจำแนกแยกแยะและหาข้อสรุปของการสร้างความคิดรวบยอดที่เรียน ประเมินโดยใช้แบบประเมินการสร้างความคิดรวบยอด เป็นแบบประเมินความคิดรวบยอดของนักเรียน จำนวน 25 ข้อ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

1.5.2 เป็นแนวทางสำหรับครูได้พัฒนารูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

1.5.3 โรงเรียนหรือหน่วยงานมีแนวทางเพื่อใช้เป็นข้อสนเทศใช้การพัฒนาเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่น และ สถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบและทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียน การสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้าน ความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้ เพื่อพัฒนาตนเอง อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 5)

2.1.1 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรนี้ช่วยทำให้หน่วยงานที่ เกี่ยวข้องในทุกระดับเห็นผลคาดหวังที่ต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจน ซึ่งจะ สามารถช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาร่วมกันพัฒนาหลักสูตร ได้ อย่างมั่นใจ ทำให้การจัดทำหลักสูตรในระดับสถานศึกษามีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดความชัดเจนเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยแก้ปัญหาการเทียบโอน ระหว่างสถานศึกษา การพัฒนาหลักสูตรในทุกระดับตั้งแต่ระดับชาติจนกระทั่งถึงสถานศึกษาควร ต้องสะท้อนคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษา ขั้นพื้นฐาน รวมทั้งเป็นกรอบทิศทางในการจัดการศึกษาทุกรูปแบบ และครอบคลุม ผู้เรียน ทุกกลุ่มเป้าหมายในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 5)

2.1.2 วิสัยทัศน์ของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กำหนดวิสัยทัศน์ที่มุ่งพัฒนา ผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรมมี จิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย

อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะ พื้นฐาน รวมทั้งเจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาระดับอาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 6)

2.1.3 จุดหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กำหนดจุดหมายของหลักสูตรที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ ให้มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและ การปกครองตามระบอบประชาธิปไตย อันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และมีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 6-7)

2.1.4 สมรรถนะของผู้เรียนและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ในส่วนของคุณลักษณะที่พึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ประกอบด้วย รักชาติ ศาสนา กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ สถานศึกษาอาจจะกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเองได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 7-8)

2.1.5 มาตรฐานการเรียนรู้

ในส่วนของ การกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรต่อการพัฒนาผู้เรียนให้ เกิดความสมดุล ควรคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมองและพหุปัญญา กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่ ภาษาไทย คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สุขศึกษาและพลศึกษา ศิลปะ การงานอาชีพและเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ ในแต่ละกลุ่ม

สาระการเรียนรู้จะกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน ตามที่ผู้เรียนพึงรู้ปฏิบัติได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 8)

2.1.6 การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

การจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามหลักสูตร ผู้สอนควรมีพยายามคัดสรร กระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่ม สาระการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ต่อการพัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมายด้วยทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย หลักการจัดการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การออกแบบการจัดการเรียนรู้ บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เกณฑ์การวัดและประเมิน ผลการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 23-33)

2.1.7 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปี พ.ศ. 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2558, น. 78-79) กำหนดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์รวมความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น หลักสูตรได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

2.1.7.1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตวิวัฒนาการและความหลากหลาย ของสิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีชีวภาพ

2.1.7.2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากร ธรรมชาติ

การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของ สิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

2.1.7.3 สารและสมบัติของสาร

สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

2.1.7.4 แรงแม่เหล็กไฟฟ้า

ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงแม่เหล็กไฟฟ้า การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

2.1.7.5 พลังงาน

พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ ของ แสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์ พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.7.6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติ ของผิวโลก และบรรยากาศกระบวนการเปลี่ยนแปลง ของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

2.1.7.7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.7.8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2.1.8 คุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษากับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปี พ.ศ. 2551 กำหนดคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรจะมีคุณภาพดังต่อไปนี้

2.1.8.1 เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มีวิทัศน์วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.1.8.2 สิ่งมีชีวิตความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.8.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ

2.1.8.4 การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.8.5 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียมการแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วน น้ำมันดิบการนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.8.6 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.8.7 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.8.8 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.8.9 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่กว้าง ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.8.10 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจ เลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.8.11 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลอง จากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.8.12 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.8.13 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

2.1.8.14 ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.8.15 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันการประกอบอาชีพ

2.1.8.16 แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.8.17 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใยมีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้รักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2.1.8.18 เสนอตัวเร่งร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.8.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกันกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

2.1.8.20 แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.9 คำอธิบายรายวิชาเคมีเพิ่มเติม รหัสวิชา ว 31221

ศึกษาสมบัติและการจัดเรียงอนุภาคของของแข็ง ทดลองเตรียมผลิตภัณฑ์สารและศึกษาชนิดของผลึก การเปลี่ยนสถานะของของแข็ง การหลอมเหลว การระเหิด ศึกษาวิเคราะห์สมบัติของของเหลวเกี่ยวกับความตึงผิว การระเหย ความดันไอ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความดันไอกับจุดเดือดของของเหลว ความสัมพันธ์ระหว่างความดันไอของของเหลวต่างชนิด และผลของอุณหภูมิต่อความดันไอ ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติบางประการของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความดัน อุณหภูมิและปริมาตรของแก๊ส และคำนวณหาปริมาตร ความดัน และอุณหภูมิของแก๊ส โดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎรวมแก๊ส ศึกษาและคำนวณความดัน ปริมาตร จำนวนโมล มวล และอุณหภูมิของแก๊สตามกฎแก๊สอุดมคติ ศึกษาทดลองการแพร่และอัตราการแพร่ของแก๊ส การคำนวณเกี่ยวกับกฎการแพร่ทางของเกรแฮม ศึกษาเทคโนโลยีที่

เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และการคำนวณเกี่ยวกับผลผลิตของปฏิกิริยาเคมีโดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ตารางที่ 2.1

โครงสร้างการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

เรื่อง	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
สมบัติของของแข็ง	อธิบายความหมายเกี่ยวกับของแข็งและสมบัติของแข็ง	2
สมบัติของของเหลว	อธิบายความหมายเกี่ยวกับของเหลวและสมบัติของเหลว	3
สมบัติของแก๊ส	อธิบายความหมายเกี่ยวกับแก๊สและสมบัติของแก๊ส	3
เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็งของเหลว และแก๊ส	อธิบายความหมายเกี่ยวกับนำเสนอคุณสมบัติและประโยชน์รวมทั้งการนำเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของแข็งของเหลวและแก๊สมาใช้ในชีวิตประจำวัน	2
รวม		10

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ชนตามตัวชี้วัดชั้นปีและช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2/2559 ในรายวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยกำหนดรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ด้วยกรอบของแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 แผน ใน 12 ชั่วโมง

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

การเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษาในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบของสะเต็มศึกษาที่สอดคล้องใน บริบทของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ด้วยการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 1 แผนการเรียนรู้ เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส ในรายวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร และคาดว่าผลการดำเนินการวิจัยจะสามารถตอบหรือแก้ไขปัญหาของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้ตามจุดหมายของการศึกษาของชาติ

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดนโยบายและพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2556 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกระดับ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่ผ่านมาโดยให้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนจากรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ดังกล่าวได้รับการพัฒนาจากสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) (National Research Council, 2012) คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” ย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกันในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่าง ๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ โดยใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities)

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการ แก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิด สร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มีได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ ประการแรก คือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีรูปแบบการจัดการสอนเป็นการฝึกให้คิดและวางแผนเด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน โดยใช้กระบวนการอย่างเป็นขั้นตอน

2.2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

พรทิพย์ ศิริภทรชัย (2556, น. 49-56) ได้ให้ความหมายของสะเต็มว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) มีการนำจุดเด่นของธรรมชาติวิธีการสอนของแต่ละวิชามาสผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่างๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน จะอาศัยการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนหลายสาขาร่วมมือกัน เพราะในการทำงานจริงหรือในชีวิตการทำงานประจำวันจะต้องใช้ความรู้หลากหลายในการทำงาน

Breiner, et al. (2012, p. 21) ได้ให้ความหมายของสะเต็มว่าเป็นการนำสาขาวิชาต่างๆ ที่แยกกันของวิชาวิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) มารวมกันเป็นหนึ่ง การเรียนการสอนจึงมีการบูรณาการสาขาวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างลงตัว โดยมีจุดมุ่งหมายในการบูรณาการสาขาวิชาต่างๆ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษา ไว้ว่า สะเต็มเป็นแนวทางของการจัดการเรียนรู้หรือการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน

สรุปได้ว่า ความหมายของสะเต็มศึกษาคือการบูรณาการของศาสตร์ ของสาขา 4 สาขา เข้าด้วยกันซึ่งประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T)

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) เมื่อมีการจัดการเรียนการสอนแล้ว จะมีการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงสามารถที่จะนำความรู้ที่ได้สร้างเป็นชิ้นงานขึ้นมาเพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต

2.2.2 หลักสำคัญในการสอนโดยใช้เทคนิคสะเต็มศึกษา

2.2.2.1 กิจกรรมมีการบูรณาการทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

2.2.2.2 ผู้สอนทำการทบทวนความรู้ที่ผ่านมา เพื่อสร้างความสนใจนำไปสู่เนื้อหาในการสอน โดยผู้สอนทำ การใช้คำถามที่กระตุ้นให้ฝึกการคิด ไม่ควรเป็นคำถามที่เป็น 2 ตัวเลือก เช่น ใช่-ไม่ใช่, ถูก-ผิด, มี-ไม่มี เป็นต้น การทบทวนความรู้เพื่อนำไปสู่ปัญหาหรือกิจกรรมการสอน

2.2.2.3 การจัดกลุ่มผู้เรียนให้เหมาะสมกับพื้นฐานผู้เรียน โดยใช้วิธีผสม เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรม

2.2.2.4 ใบบกิจกรรมอาจกำหนดเป็นสถานการณ์หรือการทดลอง พร้อมทั้งเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรม ให้แก่ผู้เรียน

2.2.2.5 ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ให้คำปรึกษาในแต่ละกลุ่ม โดยไม่ตอบคำถาม แต่ใช้คำถามซึ่งทำงานกระตุ้น ผู้เรียนได้แนวทางการแก้ปัญหาหรือคำตอบ ไม่ควรอยู่กับที่เพียงตำแหน่งเดียว

2.2.2.6 ผู้สอนทำหน้าที่สรุปอีกครั้งหลังจากทุกกลุ่มนำเสนอกิจกรรมแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่ม มากขึ้น พร้อมทั้งเนื้อหาเข้าสู่การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.2.2.7 ผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ โดยการให้คำถาม หรือการอธิบายเพิ่มเติม

2.2.2.8 ผู้สอนแจกกระดาษให้ผู้เรียนเพื่อถามถึงความรู้ที่ได้รับจากการเรียนมีอะไรบ้าง มีประโยชน์อย่างไร และอยากรู้อะไรเพิ่มเติม เมื่อจบการสอน

2.2.2.9 มีการประเมินผลจากกิจกรรมของผู้เรียน

2.2.3 แนวการสอนโดยใช้เทคนิคสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558,น. 4) แบ่งการสอนออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่

2.2.3.1 การระบุปัญหา (Identify a Challenge) เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ

2.2.3.2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) คือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีข้อด้อยและความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

2.2.3.3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

2.2.3.4 การทดสอบและประเมิน (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้จากถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

2.2.3.5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามต้องการและผู้แก้ปัญหาคือนำเสนอผลลัพธ์โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและนำเสนอใจ

การแก้ปัญหตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ โดยอาจมีการสลับขั้นตอนหรือการย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไป การสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้

2.2.4 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

รัชพล ชนานวงศ์ (2556, น. 19) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ประโยชน์จากการสอนรูปแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) มี 4 ด้าน ได้แก่

2.2.4.1 ด้านเศรษฐกิจ (Economic Opportunity) : การเรียนรู้ สะเต็มศึกษา ช่วยเพิ่มโอกาสทางด้านเศรษฐกิจ การทำงาน การเพิ่มมูลค่าเพราะนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นที่ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของโลก ล้วนมีพื้นฐานมาจากสะเต็มศึกษา

2.2.4.2 ด้านทรัพยากรบุคคล (Attract more Students to Technological Fields) : การเรียนรู้สะเต็มศึกษา ช่วยดึงดูดและสร้างทรัพยากรบุคคลให้เข้าสู่การทำงานด้านเทคโนโลยีที่ยังขาดแคลนอีกมาก

2.2.4.3 ด้านความมั่นคง (National Security) : การเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษา ช่วยเสริมความมั่นคงให้กับประเทศ โดยเฉพาะในด้านความมั่นคงและความปลอดภัยด้านไซเบอร์ ในโลกปัจจุบันที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2.2.4.4 ด้านสุขภาพ (Enhancing Health) : ความรู้และทักษะจากการได้เรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยให้ประชากรในประเทศมีสุขภาพแข็งแรงและอายุยืนเพราะมีเทคโนโลยีการรักษาโรคภัย

ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น มีการตรวจพบโรคภัยต่างๆ ได้รวดเร็วก่อนจะลุกลาม ทำให้สามารถทำการรักษาได้ทันการ

มนตรี จุฬาวัดทนทล (2556, น. 14-18) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา ไว้ว่า การเรียนวิทยาศาสตร์ รวมวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสะเต็มศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนวิชาเหล่านี้ทั้งหมด ซึ่งจะเน้นการบูรณาการการเรียนรู้ การนำไปใช้ และฝึกคิดเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการใหม่ ๆ ไม่ใช่การเรียนแบบท่องจำหรือเรียนเพื่อนำไปใช้สอบเท่านั้น ซึ่งการเรียนรูปแบบสะเต็มศึกษาจะเน้นการลงมือปฏิบัติจริง โดยครูผู้สอนมีความสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องตั้งคำถามให้นักเรียนสนใจและเรียนรู้ว่าสิ่งที่เรียนในห้องเรียนนั้นเป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2554, น. 136) ได้ให้ความหมาย ประโยชน์ของสะเต็มศึกษาไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้สอนสามารถจัดการบูรณาการใน 3 สาระได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยการสร้างเป็นหน่วยการเรียนรู้เดี่ยว ซึ่งช่วยลดความซ้ำซ้อนของเนื้อหาในแต่ละสาระและลดเวลาการเรียนรู้ในชั้นเรียน

สรุปได้ว่า ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขันกับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับทักษะในกาดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

2.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสี (2552, น. 166) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement) เป็นผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาหนึ่งที่ผ่านมา แบบสอบผลสัมฤทธิ์จึงเป็นแบบสอบที่ใช้วัดผลการเรียนที่เกิดขึ้น (What person has learned) จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้สอนได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มีงวัดเป็นสิ่งที่ผู้เรียนรู้อย่างได้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่าง (ส่วนใหญ่จะเน้นทักษะทางสมองหรือความคิด) อันบ่งบอกถึงสภาพของการเรียนรู้ที่ผ่านมา หรือสภาพการเรียนรู้ที่บุคคลนั้นได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจได้มาจากกระบวนการที่อาศัยหรือไม่อาศัย

การทดสอบก็ได้จากความที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของร่างกายและสมองทางด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งวัดได้จากการนับคะแนนที่ได้จากการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ภายหลังจากที่เรียนจบเนื้อหาที่กำหนดไว้

2.3.2 เอกสารแนวคิดและทฤษฎีในการสร้างข้อสอบ

บุญชม ศรีสะอาด (2549, น. 51) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แนวคิดและทฤษฎีในการสร้างข้อสอบผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ที่นิยมใช้ คือ บลุ่มและคณะ ซึ่งจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประการ ได้แก่

1. ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกเรื่องราว ประสบการณ์หรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วได้ การเรียนข้อสอบความจำมีหลายระดับ โดยแยกย่อยออกเป็นดังนี้

1.1 ความรู้เฉพาะเรื่อง (Knowledge of Specifics)

1.2 ความรู้ในวิธีการดำเนินการ (Knowledge of Way of Dealing with specifics)

1.3 ความรู้รวบยอดในเรื่อง (Knowledge of Universals and Abstractions in a Field)

2. ความเข้าใจ (Compuer) หมายถึง ความหมายในการแปลความ ตีความ ขยายความจากสื่อความหมายต่าง ๆ ที่พบเห็นผู้ที่มีความเข้าใจจะต้องรู้ถึงความหมายถึงและรายละเอียดย่อย ๆ ของเรื่องนั้น ๆ รู้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ย่อย ๆ เหล่านั้น สามารถอธิบายสิ่งนั้นด้วยภาษาตนเองได้

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ ข้อเท็จจริง ฯลฯ ไปแก้ไขปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้น ความหมายในการนำไปใช้เป็นการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้สำเร็จ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความหมายในการแยกแยะเรื่องราวใด ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ว่าสิ่งนั้น ประกอบกันอยู่อย่างไร แต่ละอัน คืออะไร มีความเกี่ยวกันอย่างไร อันใดสัมพันธ์กันมากน้อย

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) คือความสามารถในการรวมสิ่งต่าง ๆ ตั้งแต่สองสิ่งขึ้นไปเข้าด้วยกันได้อย่าง เป็นเรื่องราว เพื่อให้เป็นสิ่งใหม่อีกรูปแบบหนึ่ง มีคุณลักษณะ โครงสร้าง หรือหน้าที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิมก่อนนำมารวมกัน

6. การประเมินค่า (Evaluation) ความสามารถด้านนี้สามารถสูงสุด การประเมินค่า คือ ความสามารถในการพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของความคิดของทุกชนิดเพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด

สรุปได้ว่า วัตถุประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยนั้น สามารถแบ่งเป็น 6 ประเด็นสำคัญๆคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินค่า ในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในประเด็นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ และการนำไปใช้

2.3.3 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกดังนี้ คือ

2.3.3.1 จำแนกตามลักษณะการสร้างแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher - made Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดและประเมินผลการเรียนการสอนในห้องเรียน ส่วนมากเป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1) ข้อสอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน

1.2) ข้อสอบเพื่อประเมินผลการเรียนการสอน

2) ข้อสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นแล้วไปใช้ทดสอบและวิเคราะห์ผลการสอบวิธีการ เพื่อปรับปรุงคุณภาพและใช้เป็นมาตรฐานในการทดสอบกับเด็ก ๆ ทั่วไป มีการหาเกณฑ์ปกติ (Norm) เพื่อใช้เป็นหลักในการเปรียบเทียบค่าว่ามาตรฐาน

2.3.3.2 จำแนกตามเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของคะแนน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท

1) แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่า มีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง แบบทดสอบอิงเกณฑ์จึงสร้างให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญของการเรียนรู้ ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้จากการสอบไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (Absolute Standard) แล้วแปลความหมายในเชิงปริมาณความรู้ในเนื้อหาที่ว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับที่ถือว่ารอบรู้ในเนื้อหานั้น ๆ หรือไม่

2) แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งเปรียบเทียบความสามารถของกลุ่มผู้เรียนด้วยตนเอง และจำแนกผู้เรียนเป็นกลุ่ม ๆ ตามระดับความสามารถ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงสร้างขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่จำแนกผู้เรียน โดยการเปรียบเทียบกันเอง

ภายในกลุ่มในวิชาเดียวกัน เพื่ออธิบายว่าผู้เรียนคนนั้น ๆ เก่งหรืออ่อนกว่าผู้เรียนคนอื่น ๆ เท่าไร ดังนั้น แบบทดสอบประเภทนี้จึงต้องสร้างให้มีคุณสมบัติที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ดี

2.3.3.3 จำแนกตามลักษณะของการตรวจให้คะแนน แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) และแบบทดสอบปรนัย (Objective Test)

1) แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test) เป็นแบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับความรู้ความคิดเห็นของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ผู้ตรวจต่างคนกันอาจให้คะแนนจะขึ้นอยู่กับ ความรู้สึกความคิดเห็น ของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ผู้ตรวจต่างคนกันอาจให้คะแนนไม่ตรงกัน หรือไม่สอดคล้องกัน ลักษณะการให้คะแนนจึงไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจช่วงเวลาในการตรวจ เป็นต้น จุดเด่นของแบบทดสอบชนิดนี้ คือ ในแต่ละข้อคำถามสามารถวัดความรู้ความสามารถได้หลาย ๆ ด้าน มีจุดมุ่งหมายให้ผู้ตอบยาวๆ ผู้ตอบมีโอกาสดแสดงความรู้ความสามารถ ความรู้สึกและความคิดเห็น ได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้สามารถวัดความสามารถด้านการเขียนได้ ลักษณะคำถามต้องการให้ผู้ตอบได้บูรณาการแนวคิด และประเมินแนวคิดที่เห็นว่าเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ มาตอบข้อสอบอัตนัยเหมาะสมสำหรับใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นสูงมากกว่าที่จะใช้วัดความสามารถสมองขั้นต่ำ

2) แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบมีเกณฑ์ตามตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน ตรวจกี่ครั้งก็ให้คะแนนตรงกัน แบบทดสอบชนิดนี้มักเรียกว่าแบบทดสอบที่ถูกเป็นหนึ่ง ผิดเป็นศูนย์ หมายความว่า ตอบถูกจะได้คะแนนและตอบผิดจะไม่ได้คะแนน ข้อคำถามให้ผู้ตอบในขอบเขตที่จำกัด มีการกำหนดคำตอบมาให้ล่วงหน้าหรือไม่กำหนดคำตอบมาให้แต่ให้ตอบสั้น ๆ คำถามแต่ละข้อวัดความสามารถเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ผู้ตอบ ไม่มี โอกาสแสดงความคิดเห็น ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบปรนัย แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังต่อไปนี้

2.1) แบบถูก - ผิด (True - False) ลักษณะเป็นแบบทดสอบที่แยกข้อความให้ผู้สอบพิจารณาว่า ข้อความนั้นถูกหรือผิด จริงหรือเท็จ ใช่หรือไม่ใช่ โดยใช้หลักวิชาที่เคยเรียนรู้อมา

2.2) แบบเติมคำ (Completion) ลักษณะเป็นแบบทดสอบที่ประกอบไปด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์และละเว้นที่ให้ผู้สอบเติมคำ ข้อความหรือประโยคลงในช่องว่างเว้นไว้ เพื่อให้ได้ความสมบูรณ์ถูกต้อง

2.3) แบบจับคู่ (Matching) เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยชุดของคำถามที่มีตัวเลือกชุดหนึ่งร่วมกันและแต่ละครั้งที่จับคู่กันต่อไป จำนวนตัวเลือกจะลดลงไปเรื่อย ๆ ลักษณะของข้อสอบแบบจับคู่จะประกอบด้วยคำหรือข้อความแยกเป็น 2 พวก หรือ 2 คอลัมน์ให้

ผู้สอบจับคู่ว่าแต่ละคำหรือแต่ละข้อความในคอลัมน์หนึ่งจะจับคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกคอลัมน์หนึ่ง ข้อสอบแบบนี้มีหลายแบบ เช่น ให้จับคู่ระหว่างคำศัพท์กับความหมาย เหตุการณ์กับเวลา เวลา กับสถานที่ บุคคลกับผลงาน เป็นต้น สิ่งที่สำคัญในการสร้างข้อสอบแบบนี้ คำชี้แจงจะต้องชัดเจน และข้อความในคอลัมน์หนึ่งควรมีจำนวนมากกว่าข้อความในอีกคอลัมน์หนึ่ง

2.4) แบบเลือกคำตอบ (Multiple - Choices) ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบที่นิยมใช้กันมากในข้อสอบมาตรฐาน (Standardized test) และข้อสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher Made Test) เป็นข้อสอบชนิดที่มีตัวคำถามและตัวคำตอบให้เลือกเช่นเดียวกับข้อสอบปรนัยแบบ ถูก - ผิด แบบจับคู่ แต่จะกำหนดตัวเลือกต่างกัน ไปจากข้อสอบทั้งสองประเภทนั้น ข้อสอบแบบเลือกตอบจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ

2.4.1) ส่วนที่เป็นคำถาม หรือตัวปัญหา เรียกว่า Stem

2.4.2) ส่วนที่เป็นตัวเลือก (Choices) ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภท คือ

ตัวที่เป็นคำตอบ (Keyed response) ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภท คือ

1) เป็นคำตอบที่ถูกต้อง (Correct answer) ซึ่งไม่ โยงคำตอบเดียว

2) เป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Best answer) ในลักษณะเช่นนี้ถ้าพิจารณา

ตัวเลือกตอบแต่ละข้อจะเห็นว่าถูกทุกข้อ แต่ถ้าพิจารณาโดยส่วนรวมแล้วจะเห็นว่าไม่มีข้อที่ดีเพียงข้อเดียว

2.5) ตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบ ซึ่งเรียกว่า ตัวกลาง หรือตัวหลอก (Distractor หรือ Foil) สำหรับตัวเลือกอาจมี 3,4 หรือ 5 ตัวเลือกตามความเหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน เช่น

ชั้นประถมปีที่ 1-2 ควรมี 3 ตัวเลือก

ชั้นประถมปีที่ 3-6 ควรมี 4 ตัวเลือก

ชั้นมัธยมศึกษา หรือสูงกว่า ควรมี 5 ตัวเลือก

จะเห็นได้ว่าไม่ว่าจะแบบทดสอบชนิดใดก็ตาม ต่างก็มีข้อดีและข้อจำกัดด้วยกันทั้งนั้น ดังนั้นในการเลือกใช้แบบทดสอบชนิดใดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด หรือเป้าหมายของการนำผลการวัดไปใช้ รวมถึงข้อจำกัดของแบบทดสอบแต่ละประเภท การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกคำตอบ เนื่องจากแบบทดสอบปรนัยดังกล่าวมีข้อดีในหลายประการด้วยกัน ดังที่กล่าวมาแล้วและในบรรดาแบบทดสอบปรนัยทั้งหมดแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกคำตอบจัดได้ว่าเป็นแบบทดสอบปรนัยที่ดีที่สุดสามารถตรวจให้คะแนนได้รวดเร็วและแม่นยำแม้ว่าผู้สอบมีจำนวนมาก นอกจากนี้มีประสิทธิภาพสูงในการจำแนกเด็กเก่ง กับ เด็กอ่อน

2.3.4 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ระพีพันธ์ โปธิศรี (2545, น. 25 - 36) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การสร้างแบบทดสอบในระบบระบบอิงเกณฑ์ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์เฉพาะหน่วยการเรียนรู้ที่มีขอบเขตเนื้อหาไม่มากนักสามารถได้ทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยศึกษาแนวทางการสร้างและตรวจสอบคุณภาพ ดังนี้ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบในระบบอิงเกณฑ์

1. กำหนดเนื้อหา และจุดประสงค์ที่ต้องการวัดให้ชัดเจน
2. จัดทำแบบทดสอบฉบับร่าง
3. ทดลองกลุ่มย่อยกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ประมาณ 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเฉพาะหน้า
4. นำแบบทดสอบไปทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญประมาณ 3 คน พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและวิเคราะห์โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
5. นำแบบทดสอบไป Try Out เพื่อนำผลมาวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบในด้านความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ
6. ปรับปรุงแบบทดสอบและนำไปใช้จริง

2.3.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้ คือ

2.3.5.1 ใช้สำรวจเกี่ยวกับตำแหน่งการเรียนในโรงเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ ทำให้เข้าใจนักเรียน ได้ดีขึ้น

2.3.5.2 ใช้แนะแนวและประเมินค่าเกี่ยวกับการสอบ ได้สอบคอกของแต่ละบุคคล จุดอ่อนและจุดเด่นของแต่ละบุคคล การสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนที่ฉลาดและนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือการปรับปรุงการสอน

2.3.5.3 ใช้จัดกลุ่มนักเรียน เพื่อประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอน

2.3.5.4 ช่วยในการวิจัยทางการศึกษา เปรียบเทียบผลการเรียนในวิชาที่สอนแตกต่างกัน โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานเป็นเครื่องมือวัด

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอนเป็นพฤติกรรมที่พัฒนามาจากการอบรมสั่งสอนโดยตรง อันประกอบด้วยพฤติกรรม คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า

2.4 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความคิดรวบยอด

2.4.1 ความหมายของการสร้างความคิดรวบยอด

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการสร้างความคิดรวบยอด ไว้แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

มลฤดี ลีวเฉลิมวงศ์ (2541, น. 13) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอด หมายถึง กระบวนการความคิดที่มีต่อสิ่งเร้า หรือเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน โดยการแบ่งหรือ เชื่อมโยงประเภทการกระทำ ความคิด และลักษณะที่สำคัญของสิ่งเร้านั้น ๆ ได้อย่างชัดเจน

สุชา จันทรเอม (2539, น. 186-187) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความคิดรวบยอดหรือ เรียกว่า สังคัป หมายถึง สัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งของ หรือ สถานการณ์การณหลาย ๆ อย่างที่มีความหมาย ร่วมกันอย่างหนึ่ง เช่น เมื่อนึกถึงปลาฉลาม สุนัข วัว ควาย เรานึกถึงลักษณะร่วมกันอย่าง หนึ่ง ของสัตว์เหล่านี้ ก็เป็นสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็น การสร้างความคิดรวบยอด

สมนึก ภัททิยชนี (2542, น. 37) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความคิดรวบยอด หรือมโนคติหรือสังคัป หมายถึงลักษณะร่วมของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือของเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เคย เกิดขึ้นหลาย ๆ ครั้งหรือมีสิ่ง เหล่านั้นหลาย ๆ อย่าง

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2539, น. 103) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความคิด รวบยอดเป็นผลสรุปจาก ความคิดของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีต่อคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการ รวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึง กันเข้ามารวมกันเป็นรูปแบบเดียวกัน

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2533, น. 303) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความคิดรวบยอด เป็นคำที่เป็นนามธรรม ใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่ได้จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญหรือวิฤติเป็นเกณฑ์ ตัวอย่าง คำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวก หนึ่ง ที่มีคุณลักษณะวิฤติ (Critical) 3 อย่าง คือ สัตว์นั้นจะต้องมีปีก ขน (Feather) และบินได้ แม้ว่านก ในโลกจะมีหลายร้อยชนิดแต่คนเราสามารถที่จะมีการสร้างความคิดรวบยอด “นก” ในการสื่อ ความหมายหรือเป็นรากฐานของความคิดดังกล่าว นั่น คือ มีปีก มีขน บินได้

ศุวิทย์ มูลคำ (2547, น. 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความคิดรวบยอด คือ ความคิด ความ เข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับ ประสบการณ์ เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นๆ แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่มีลักษณะคล้ายคลึง กันจัดเข้า เป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ดังนั้นความคิดรวบยอด จะทำให้เราสามารถจำแนกสิ่งใหม่ ๆ และเข้าใจได้รวดเร็วตามประสบการณ์ของเราที่ผ่านมา

Eggen and Kauchak (1992, p. 368) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความคิดรวบยอด มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นการจัดลำดับชั้นกลุ่มของ วัตถุ เหตุการณ์ หรือความคิด

2.4.2 ประเภทของความคิดรวบยอด

จูไรศิริ ชูรัมย์ (2557) แบ่งความคิดรวบยอดออกเป็นลักษณะดังนี้

1. ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) คือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ตัวเลข การวัด ซึ่งมีอยู่ในชีวิตประจำวัน
2. ความคิดรวบยอดในเรื่องเวลา (Concept of Time) เป็นความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์ กับความคิดรวบยอดในเรื่องที่ว่าง (Concept of Space) คือความคิดรวบยอดในเรื่องเวลา เป็นนามธรรมมากกว่า เช่น กลางวัน กลางคืน เช้า บ่าย และฤดูต่าง ๆ เป็นต้น
3. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตนเอง (Self Concept) คือการที่บุคคลมีความรู้สึกเกี่ยวกับตัวเองคือใคร เป็นอะไรเป็นอย่างไร
4. ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเวลาและที่ว่างรวมอยู่ด้วย
5. ความคิดรวบยอดทางสังคม (Social Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมชน ประชาธิปไตย ศิลธรรม
6. ความคิดรวบยอดทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concept) เป็นความคิดรวบยอดซึ่งสัมพันธ์กับความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับความสวยงาม และขึ้นอยู่กับความคิดรวบยอดทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในห้องเรียน รูปภาพ ดนตรี เป็นต้น
7. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความขบขัน (Humoristic Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่อยู่ในข่ายของสังคมที่บุคคลนั้นได้ประสบเป็นประจำ ซึ่งบางสิ่งเป็นของขบขันในสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่ขบขันในอีกสังคมหนึ่งก็ได้
8. ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องอื่นๆ (Miscellaneous Concept) เช่น เกี่ยวกับ ความตาย เพศ สงคราม เป็นต้น

จากประเภทของความคิดรวบยอดดังกล่าวนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนใน การจัดการเรียนการสอนกล่าวคือ หากผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในประเภทของความคิดรวบยอดแล้ว ก็จะสามารถนำความรู้ความเข้าใจดังกล่าวไปใช้ในการวางแผน ส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนให้สอดคล้องกับประเภทของความคิดรวบยอดได้

2.4.3 หลักการสอนความคิดรวบยอด

มลฤดี ลิวเฉลิมวงศ์ (2541, น. 20) ได้นำมากำหนดเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด มีขั้นตอนของกิจกรรม ดังนี้

1. ช้่นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าเรียนเรื่องอะไรเพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจและทราบว่าเรียนอะไร ในขั้นนี้ครูควรแสดงคำที่เป็นข้อความคิดรวบยอดที่สอนโดยใช้บัตรคำหรือเขียนบนกระดานดำ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ จึงควรบอกประโยชน์ของความคิดรวบยอดที่จะเรียน

2. ชั้นแสดงตัวอย่าง ขั้นนี้มีความสำคัญมาก ครูอาจนำของจริงหรือรูปภาพให้ผู้เรียนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดอย่างชัดเจน ครูควรแสดงตัวอย่างทั้งที่ใช่และไม่ใช่ตัวอย่างที่มีลักษณะคล้ายคลึงจะยิ่งดี

3. ชั้นสรุปรวบยอดหลังจากครูแสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนดูแล้ว ก็ให้ผู้เรียนพยายามสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเองว่าตัวอย่างที่ครูแสดงมีลักษณะอย่างไร ซึ่งผู้เรียนต้องพยายามตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐานในใจ ครูจึงเป็นผู้ที่บอกว่าที่ผู้เรียนสรุปนั้นถูกหรือผิด ครูจะไม่เป็นผู้สรุปแต่เป็นผู้แนะนำในบางครั้งเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด

4. ชั้นทดสอบเมื่อผู้เรียนสรุปความคิดรวบยอดได้แล้ว ครูจะต้องทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนเพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำ และละเอียดพอในความเข้าใจ ความคิดรวบยอดของผู้เรียน

จากหลักการสอนความคิดรวบยอดดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การสอนความคิดรวบยอดเป็นสิ่งสำคัญมากความคิดรวบยอดจะต้องเรียนเป็นไปตามลำดับพัฒนาการทั้งนี้ การสอนความคิดรวบยอดที่นักจิตวิทยาเสนอแนะไว้นั้นมีหลายรูปแบบ ครูผู้สอนจะต้องรู้จักเลือกใช้ โดยคำนึงถึงธรรมชาติของวิชาที่สอนวัยและพัฒนาการของผู้เรียนเป็นสำคัญด้วย

นาคยา ปีลันธนานนท์ (2542, น. 20) การสอนความคิดรวบยอดมีหลายวิธี ถ้าจะจัดกลุ่มการสอนใหญ่ ๆ ของการสอนสามารถจัดได้เป็น 2 ลักษณะ คือ การสอนแบบ Deductive กับ การสอนแบบInductive ลักษณะการสอนดังกล่าวมีลักษณะดังนี้

1. ลักษณะการสอนความคิดรวบยอดแบบ Deductive

1.1 กำหนดความคิดรวบยอดที่จะสอน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบ

1.2 อธิบายความหมายของความคิดรวบยอดนี้

1.3 ให้ผู้เรียนดูและคัดเลือกสิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบ

ยอด

1.4 ให้ผู้เรียนเสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติมที่เป็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดนี้

1.5 ให้ผู้เรียนสรุป อธิบาย อีกครั้งหนึ่งว่าความคิดรวบยอดนี้เป็นอย่างไร

2. ลักษณะการสอนความคิดรวบยอดแบบ Inductive

2.1 ไม่บอกความคิดรวบยอดและอธิบายความหมายของความคิดรวบยอดนั้นแก่ผู้เรียนก่อน

2.2 ให้ผู้เรียนดูตัวอย่าง แล้วให้คัดเลือกว่าตัวอย่างเหล่านี้มีอะไรที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้และอะไรที่ไม่เข้ากลุ่มกัน

2.3 ให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะที่มีอยู่ร่วมกันในตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้น

2.4 ให้ผู้เรียนคิดตั้งชื่อคำหรือกลุ่มคำจากตัวอย่างเหล่านี้

2.5 ให้ผู้เรียนสรุป อธิบาย ความหมายของคำหรือกลุ่มคำที่ตั้งขึ้นว่าหมายความว่าอย่างไร

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ความคิดรวบยอดครูผู้สอนสามารถตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือไม่ โดยดูว่าผู้เรียนสามารถบอกระบุเรียกชื่อความคิดรวบยอดนั้นได้และสามารถคัดเลือก จำแนกแยกแยะ ยกตัวอย่างและที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นอีกทั้งสามารถบอกลักษณะของความคิดรวบยอดนั้นได้ตลอดจนสามารถอธิบาย สรุปความหมายของความคิดรวบยอดนั้น จากความรู้ ความเข้าใจของตนเอง และด้วยภาษาคำพูดของตนเอง

2.4.4 การเรียนรู้การสร้างความคิดรวบยอด (Concept Learning)

การสร้างความคิดรวบยอดมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนเพราะว่าเป็นตัวสร้างโครงสร้าง พื้นฐานความรู้สาขาหนึ่ง ๆ ซึ่งการสร้างความคิดรวบยอดจะเป็นตัวที่จะไปใช้ในการสร้างทฤษฎีและข้อสรุป ต่าง ๆ ในความรู้สาขาต่างๆ และยังเป็นกุญแจนำไปสู่ความเข้าใจกฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ความสัมพันธ์ระหว่างความจริง ความคิดรวบยอดและข้อสรุป ซึ่งมีนักวิชาการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายดังต่อไปนี้

จูไรศิริ ชูรักษ์ (2557) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสร้างความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานในการคิดของมนุษย์ และเป็นเครื่องมือสำคัญในการสื่อความหมายต่อกัน การสร้างความคิดรวบยอดมีความสำคัญสำหรับการเรียนและการดำรงชีพของมนุษย์มาก คนเราอาศัยอยู่ในโลกของความคิดรวบยอด (Concept) มากกว่าโลกของความเป็นจริงตามธรรมชาติ เพราะว่าพฤติกรรมด้านต่างๆ ของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นการคิด การสื่อความหมายระหว่างกันการแก้ปัญหาการตัดสินใจ ล้วนต้องผ่านเครื่องกรองที่เป็นความคิดรวบยอดมาก่อนทั้งสิ้น

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2533, น. 206) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นในตัวของ นักเรียนให้มากที่สุด ซึ่งนักเรียนจะเกิดความคิดรวบยอดได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความสามารถประสบการณ์ และวัยของนักเรียนเป็นสำคัญ นักจิตวิทยาทุกท่านที่สนใจในเรื่องการ

เรียน การสอน ถือว่าการสอนความคิดรวบยอดเป็นงานสำคัญยิ่งของครูทุกระดับการศึกษา เพราะความคิดรวบยอดเป็นรากฐานของความคิดช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่างๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาได้นอกจากนี้ความคิดรวบยอดเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายที่จะให้ คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

Joyce and Weil (1992, pp. 150-153) เสนอรูปแบบการสอนการสร้าง ความคิดรวบยอด ไว้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. นำเสนอข้อมูลเพื่อให้เกิดการสร้างความคิดรวบยอด ในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะเสนอตัวอย่างของ ความคิดรวบยอดทั้งทางบวกและทางลบ โดยจะเสนอพร้อมกันไปให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบ ลักษณะร่วมและลักษณะเฉพาะของความคิดรวบยอด ตลอดจนตั้งสมมติฐานไว้ในใจ

2. ทดสอบสมมติฐานและตรวจสอบความถูกต้องของความคิดรวบยอดขั้นตอนนี้ผู้สอน จะให้ตัวอย่างเพิ่มเติมนักเรียนจะตรวจสอบความคิดรวบยอดโดยบอกว่าใช่หรือไม่ใช่ ความคิดรวบยอด ต่อจากนั้นจึงสรุปเป็นนิยามหรือคำจำกัดความ แล้วนักเรียนก็จะยกตัวอย่างความคิดรวบยอดเหล่านั้น ผู้สอนจะตอบว่า ใช่และไม่ใช่เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความคิดรวบยอด อีกครั้งหนึ่ง

3. สรุปและอภิปรายวิธีการคิดในขั้นตอนนี้ นักเรียนสามารถอธิบายและอภิปรายวิธีการคิด การตั้งสมมติฐานและสรุปผลจากวิธีการคิดของตนเอง

ยูวดี เพ็ชรประไพ (2540, น. 66) ครูผู้สอนจึงควรให้ความสำคัญกับความคิดรวบยอด ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการเรียนรู้ความคิดรวบยอดเพื่อเป็นพื้นฐานและเครื่องมือในการเรียนรู้ และนำไปใช้ในชีวิตจริงต่อไป

สรุปได้ว่า จากกระบวนการเรียนรู้การทำการกิจกรรมเพื่อค้นหาความคิดรวบยอด (active search) คือ การที่ผู้เรียนต้องทำการกิจกรรมต่างๆ เพื่อค้นหาความคิดรวบยอด โดยที่ผู้เรียนคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าว่าลักษณะร่วมของสิ่งต่างๆ เหล่านั้นคืออะไร แล้วจึงค่อยทำการกิจกรรม เพื่อเป็นการทดสอบการสร้างความคิดรวบยอด แบบนี้ผู้เรียนไม่ได้อยู่เฉย แต่ต้องมีการกระทำกิจกรรมอยู่เสมอ ความคิดรวบยอดดังกล่าวข้างต้นเป็นประโยชน์สำหรับครูผู้สอนในการเป็นนำไปใช้เป็นแนวทางวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ความคิดรวบยอดแก่ผู้เรียนได้ ทั้งนี้ การจะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ความคิดรวบยอด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมอย่างเป็นระบบให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรม

2.4.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอด

ปริยา ศุภวงศ์ (2543, น. 29-30) ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอด มีดังนี้

1. สิ่งเร้าถ้าสิ่งเร้ามีความชัดเจนสมบูรณ์ จะช่วยให้บุคคลสามารถแยกแยะความคล้ายคลึง และความแตกต่างของวัตถุสิ่งของที่พบใหม่ เพื่อจัดให้อยู่รวมหมวดหมู่หรือแยกออกจากกันได้สะดวก

2. ความสามารถในการรับรู้ ตีความหมาย และการบันทึกความจำบุคคลที่สามารถรับรู้ และตีความหมายได้รวดเร็ว จำได้แม่นยำ จะสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้เร็วลักษณะของบุคคลที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับประเด็นนี้ได้ ได้แก่ อายุ กล่าวคือ เด็กมีความไวต่อการรับรู้และจดจำได้ดีกว่าผู้ใหญ่ เพราะเซลล์ประสาทอยู่ในระยะที่กำลังเจริญเติบโต ส่วนอีกลักษณะหนึ่งคือ ประสบการณ์ กล่าวคือ ผู้ใหญ่มีประสบการณ์มากกว่าเด็ก สามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ให้เกิดความคิดรวบยอดได้ง่ายกว่าเด็ก

3. ความสามารถในการจำแนกแยกแยะเหตุการณ์ หรือสิ่งเร้า บุคคลที่มีระดับสติปัญญาสูง มีความเฉลียวฉลาดย่อมมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วกว่า

4. ความสามารถในการสร้างจินตนาการ บุคคลที่มีความสามารถในการสร้างจินตนาการได้ดี จะสามารถสร้างความคิดรวบยอดได้ง่ายเพราะของบางสิ่งเป็นนามธรรมไม่อาจมองเห็นได้

5. ความสามารถในการใช้ภาษาบุคคลที่มีความสามารถทางภาษาดีจะสามารถสื่อสารความคิด รวบยอดได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

จากปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างความคิดรวบยอดดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าความคิดรวบยอดมีระดับความ ยากง่ายละเอียด ลึกซึ้ง สำหรับคนแต่ละคนแตกต่างกัน คนในวัยเดียวกันอาจมีการรับรู้ความคิดรวบยอดอย่างเดียวกันแตกต่างกันได้และคนต่างวัยก็มีการรับรู้ความคิดรวบยอดแตกต่างกันด้วย ทั้งวัย วุฒิภาวะ ความรู้ และประสบการณ์ ล้วนมีผลต่อการรับรู้ความคิดรวบยอดของคนเราให้แตกต่างกันไป

2.4.6 ประโยชน์ของการเรียนรู้ความคิดรวบยอด

จุไรศิริ ชูรักษ์ (2557) สิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวเรามีความซับซ้อน ทั้งเหมือนกันและแตกต่างกันออกไปดังนั้น ในการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมท่ามกลางสิ่งแวดล้อมดังกล่าวนี้ จำเป็นอย่างยิ่งที่มนุษย์เราจะต้องใช้ความสามารถในการเรียนรู้ความแตกต่างและความเหมือนกันของสิ่งต่างๆที่มีความสลับซับซ้อนเหล่านั้น ดังนั้น จึงใช้กระบวนการจัดประเภทในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ เพื่อให้เกิดกระบวนการสร้างความคิดรวบจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้อย่างรวดเร็วขึ้นเพราะเกิดการจัดระเบียบของข้อมูลไว้ในสมองเรียบร้อยแล้วเมื่อเจอกับข้อมูลใหม่ ก็จะสามารถจำแนกจัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดที่มีอยู่ได้ง่ายขึ้นและยังช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมรอบๆตัวอีกทั้ง ช่วยลดความจำเป็นในการศึกษาเรียนรู้ความรู้ที่เรารู้อยู่แล้ว

ตลอดจนช่วยให้เราสามารถแยกแยะ อธิบาย บางสิ่งบางอย่างที่เราไม่รู้ได้ นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางในการวางแผนกิจกรรมต่างๆที่เราจะทำในอนาคตได้ เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ของการนำการเรียนรู้ความคิดรวบยอดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จะเห็นว่าจะจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียนและครูผู้สอนสรุปได้ดังนี้

1. ประโยชน์ของการเรียนรู้ความคิดรวบยอดผู้เรียน ดังนี้

1.1 ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบระเบียบ ไม่สับสน จดจำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก

1.2 ทำให้เกิดความประหยัดที่ไม่ต้องเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้มากจนเกินความจำเป็น

1.3 ทำให้สามารถนำความรู้ไปใช้ได้กว้างขวาง สื่อสารทำความเข้าใจกับผู้อื่น เป็นไปด้วยดีและเสริมความรู้ต่อไปได้มากขึ้นและเร็วขึ้น

2. ประโยชน์ของการเรียนรู้ความคิดรวบยอดต่อผู้สอน ดังนี้

2.1 ช่วยให้ผู้สอนทราบถึงสิ่งที่ควรเน้นในการสอนแต่ละเรื่องว่าต้องการให้ผู้เรียนได้รับอะไรบ้าง

2.2 ความคิดรวบยอดเป็นแนวชี้แนะให้ผู้สอนจัดกิจกรรมได้ตรงเป้าหมาย

3. ช่วยให้ผู้สอนได้ให้แนวคิดที่ถูกต้องแก่ผู้เรียนสามารถเป็นพื้นฐานของทัศนคติและพฤติกรรมของผู้เรียนได้

4. เป็นเกณฑ์ที่ช่วยให้การเขียนเนื้อหากระชับและอยู่ในแนวทางจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

5. เป็นพื้นฐานในการเขียนหน่วยการสอนหรือแผนการสอนให้สามารถบูรณาการเนื้อหาที่มีหลักการหรือความคิดรวบยอดที่คล้ายคลึงกันได้

6. ช่วยให้ผู้สอนประเมินได้ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใด

2.4.7 เทคนิควิธีสอนความคิดรวบยอด

ในการส่งเสริมการเรียนรู้ความคิดรวบยอด ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ศึกษาวิธีการและกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความคิดรวบยอดของผู้เรียนวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจก็คือ การใช้สิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอด (Organizers) รายละเอียดดังนี้

ปรียา ศุภวงศ์ (2543, น. 30) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สิ่งช่วยจัดความคิดรวบยอด (Organizers) หมายถึง สิ่งที่น่าสนใจเพื่อวางรากฐานหรือเค้าโครงความคิดให้แก่ผู้เรียน หรือประสบการณ์ใหม่แก่ผู้เรียน โดยอาศัยวิธีการและสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น โสตทัศนวัสดุและอุปกรณ์ หรือสิ่งพิมพ์เป็นตัวนำเสนอ สื่อดังกล่าวเหล่านี้รวมทั้งคำพูดด้วย จะช่วยให้ผู้เรียนได้เห็น ได้ฟัง หรือได้อิน สิ่งที่จะเป็นพื้นฐานแก่การรับรู้และการเรียนรู้

สมุณฑา พรหมบุญ (2540, น. 16) ได้กล่าวถึงความคิดรวบยอด (Concept) ว่าเป็นขั้นที่นักเรียน ได้เรียนรู้ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาหรือพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) เกิดได้หลายทางเช่น จากการบรรยายของผู้สอน การ มอบหมายให้อ่านจากเอกสาร ตำรา หรือได้จากการสะท้อนความคิดเห็นหรืออภิปรายในองค์ประกอบที่ 2 โดย ผู้สอนอาจจะสรุปความคิดรวบยอดให้จากการอภิปรายและการนำเสนอของนักเรียนแต่ละกลุ่ม นักเรียนจะเข้าใจ และเกิดความคิดรวบยอด ซึ่งความคิดรวบยอดนี้จะส่งผลไปถึงการเปลี่ยนแปลงเจตคติ หรือความเข้าใจในเนื้อหา ขั้นตอนของการฝึกทักษะต่างๆ ที่จะช่วยทำให้นักเรียนปฏิบัติได้ง่ายขึ้น

สรุปได้ว่า กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีระบบระเบียบ ไม่สับสน จดจำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก กระบวนการคิดในการจำแนกแยกแยะ และหาข้อสรุปของกระบวนการสร้างความคิดรวบยอดจะช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อมสัมพันธ์กับอายุ และระดับสติปัญญา สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ กว้างขวาง สื่อสารทำความเข้าใจกับผู้อื่นเป็นไปด้วยดี และเสริมความรู้ต่อไปได้มากขึ้นและเร็วขึ้น และช่วยให้ผู้สอนได้ให้แนวคิดที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน เป็นพื้นฐานของทัศนคติและพฤติกรรมของผู้เรียนได้ และช่วยให้ผู้สอนประเมินได้ว่าผู้เรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยเพียงใด

2.4.8 การวัดประเมินผลความคิดรวบยอด

ศักดิ์ สุนทรเสถียร (2531, น. 19) ได้ให้ความหมายของการวัดความคิดเห็นไว้ว่า การใช้ความคิดเห็นเพื่อที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงเจตคติที่มีข้อจำกัดอยู่ว่าบุคคลอาจซ่อนความรู้สึกที่แท้จริงเอาไว้ได้ หรืออาจหันเหแก่งงกระทำผิดเบี่ยงเบนความเป็นจริงจากเจตคติที่แท้จริงไป จึงต้องมีการกำหนดเนื้อหาหรือวิธีการให้ความคิดเห็นหรือของการกระทำไว้ เพื่อเป็นการบ่งชี้เจตคตินั้น ๆ ในเรื่องของความคิดเห็นมีอยู่หลายมิติที่จะกำหนดสเกลวัดได้ และนักวัดผลเป็นการวัดแบบต่อเนื่องที่มีปริมาณเป็นเส้นตรง Linear Continuum เป็นการวัดที่ดีวิธีการวัดความคิดเห็นมีหลายวิธีด้วยกันและวิธีวัดด้วยกัน และวิธีที่นิยมกัน ได้แก่ วิธีการวัดของ Thurstone ซึ่งยึดหลักที่ว่าคุณลักษณะใด ๆ ในความรู้สึกของคนเรานั้นจะมีตั้งแต่เห็นด้วยน้อยที่สุด (Most Unfavorable) จนไปถึงเห็นด้วยมากที่สุด (Most Favorable)

จากการศึกษาสรุปได้ว่า วิธีของการวัดประเมินผลความคิดรวบยอด เพื่อสะดวก สร้างง่าย รวดเร็ว และมีความเชื่อมั่นค่อนข้างสูง ประกอบด้วยข้อความคิดหลาย ๆ ข้อ แต่ละข้อของความคิดรวบยอดตามสเกลระดับความต่อเนื่อง จากการสร้างความคิดแทบจะไม่เกิดขึ้นอย่างใดเลย ให้คะแนนระดับ 1 แนวคิดของนักเรียนเกือบจะไม่เกิด ให้คะแนนระดับ 2 แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง ให้คะแนนระดับ 3 แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นเป็นบ่อยครั้ง ให้คะแนนระดับ 4 แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นทุก ๆ ครั้งสม่ำเสมอ ให้คะแนนระดับ 5

2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้

2.5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

ได้มีผู้ให้ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2549, น. 43) ได้กล่าวถึงการวางแผนและเตรียมการสอนว่าเป็น การกำหนดไว้ล่วงหน้าจะสอนใคร ในเนื้อหาใด สอนเมื่อใด สอนอย่างไร และเพื่อให้เกิดอะไร ซึ่ง เมื่อถึงเวลาดังกล่าว จะดำเนินการสอนตามที่วางแผนไว้ ผู้สอนจึงต้องคิดวางแผนและเตรียมการ สอนล่วงหน้าอย่างละเอียดรอบคอบเหมาะสม เพื่อให้สามารถดำเนินการสอนตามที่ได้กำหนด

สุวิทย์ มูลคำ (2549, น. 58) แผนการจัดการเรียนรู้หมายถึง แผนการเตรียมการสอน หรือการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบและจัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร โดยมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มากำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย ที่กำหนดไว้ โดยเริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านใด (สติปัญญา เจตคติ ทักษะ) จะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิธีใด ใช้สื่อการสอนหรือแหล่งการ เรียนรู้ใดและจะประเมินอย่างไร

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551, น. 297) กล่าวว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดผลประเมินผลให้สอน คล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าแผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้เป็นแผนที่ผู้สอนจัดทำขึ้นจากคู่มือครูหรือแนวการสอนของกรมวิชาการทำให้ ผู้สอนทราบว่า จะสอนเนื้อหาใด เพื่อจุดประสงค์ใด สอนอย่างไร ใช้สื่ออะไร และวัดผลประเมินผล โดยวิธีใด

สรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นแผนการจัดกิจกรรมที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้สำหรับ สอนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แผนการสอนที่ดีควรมีองค์ประกอบที่เหมาะสมมีขั้นตอนการจัดเตรียมและมีการปรับปรุงอยู่เสมอประกอบด้วย ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สื่อและอุปกรณ์มีการวัดผลประเมินผล ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือจุดเน้นของหลักสูตรสภาพผู้เรียน เป็นการเตรียมการ สอนที่เป็นระบบเป็นเครื่องมือช่วยให้ครูจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.5.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

ได้มีผู้ให้ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549, น. 58) ได้กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดีที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และจิตวิทยาการศึกษา
 2. ช่วยให้ครูผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ทำไว้ล่วงหน้าด้วยตนเองและทำให้ครูมีความมั่นใจในการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย
 3. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบว่า การสอนของตนได้เกินไปในทิศทางใด หรือทราบว่า จะสอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดผล ประเมินผลอย่างไร
 4. ส่งเสริมให้ครูผู้สอนไปศึกษาหาความรู้ ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการเรียนรู้และ จัดหาและใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล
 5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอนแทนได้
 6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษ
 7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน สำหรับประกอบการประเมินเพื่อขอเลื่อนตำแหน่งและวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น
- สรุปได้ว่า ความสำคัญของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ครูผู้สอนจะต้องศึกษา และทำความเข้าใจในมาตรฐานช่วงชั้น สาระนั้นเนื้อหาที่ต้องการเรียนที่คาดหวังไว้

2.5.3 ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี

สุวิทย์ มูลคำและคณะ (2549, น. 59) กล่าวว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีมีลักษณะดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ไว้ชัดเจน ในการสอนเรื่องนั้นๆ ต้องการให้ผู้เรียน เกิดคุณสมบัติอะไร หรือด้านใด
2. กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ชัดเจน และนำไปสู่การเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ได้จริง ระบุบทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนไว้อย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอะไรจึงจะทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล
3. กำหนดสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้ไว้ชัดเจน จะใช้สื่ออุปกรณ์หรือแหล่งเรียนรู้อะไรช่วยบ้างและจะใช้อย่างไร
4. กำหนดวิธีการวัดและประเมินผลไว้ชัดเจน จะใช้วิธีการและเครื่องมือในการวัด และประเมินผลใด เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์นั้น
5. ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ในกรณีมีปัญหาเมื่อมีการนำไปใช้หรือไม่สามารถ กำหนดการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้นได้ก็สามารถปรับเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นได้ โดยไม่กระทบต่อการ เรียนการสอนและผลการเรียนรู้

6. มีความทันสมัย ทันต่อเหตุการณ์ ความเคลื่อนไหวต่างๆ และสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริงที่ผู้เรียนดำเนินชีวิตอยู่

7. แปลความได้ตรงกันแผนการจัดการเรียนรู้ที่เขียนขึ้นจะต้องสื่อความหมายได้ตรงกันเขียนให้เข้าใจง่ายกรณีมีการสอนแทนหรือเผยแพร่ผู้นำไปใช้สามารถเข้าใจและใช้ได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้เขียนแผนการจัดการเรียนรู้

8. มีการบูรณาการ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี จะสะท้อนให้เห็นการบูรณาการแบบองค์รวมของเนื้อหาสาระความรู้และวิธีการจัดการการเรียนรู้เข้าด้วยกัน

9. มีการเชื่อมโยงความรู้ไปใช้อย่างต่อเนื่องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้และประสบการณ์ เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์ใหม่ และนำไปใช้ในชีวิตจริงกับการเรียนในเรื่องต่อไป

ธนิตย์ สุวรรณเจริญ (2552, น. 1) กล่าวไว้ว่า แผนการสอนเป็นเอกสาร ซึ่งครูผู้สอนต้องจัดทำขึ้น เพื่อเตรียมการสอนให้เป็นไปตามที่หลักสูตรกำหนด นอกจากนั้นยังเป็นคู่มือการจัดการเรียนการสอนของครูประจำวันวิชา หรือ ครูคนอื่นที่ต้องสอนแทน เมื่อจำเป็นการเขียนแผนการสอนเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา ตลอดจนจุดประสงค์การเรียนรู้ต่างๆ จากนั้น จึงพิจารณาแต่ละจุดประสงค์ว่า ควรจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างไร ต้องใช้เทคนิคใด สื่ออะไรเพื่อจะให้นักเรียน เข้าใจ เกิดทักษะ มีความตระหนัก หรือ สารณาไปใช้ได้ ตามมาตรฐานนั้นๆ แผนการสอนที่ดี คือ

1. เป็นแผนการสอนที่ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างสนุกสนาน มีความสุขที่จะเรียน เพราะน่าสนใจ นำติดตามขั้นตอนต่อไปของครูรวมถึงทำให้นักเรียนทุกคนบรรลุจุดประสงค์ได้อย่างรวดเร็วการจัดการเรียนการสอน ห้องเรียนต้องพร้อมไปด้วยสื่อวัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีต่างๆ ถ้าเป็นวิทยาศาสตร์ เครื่องมือ อุปกรณ์ อุปกรณ์ หลอดทดลอง บีกเกอร์ ตะเกียงแอลกอฮอล์ สารเคมี ฯลฯ ต้องพร้อม การเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริง จะทำทนายให้นักเรียนสนใจได้ อย่างประหลาดใจทีเดียว

2. เป็นแผนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และวัดประเมินผลตามสภาพจริง ด้วยวิธีการอย่างหลากหลาย ตามที่หลักสูตรกำหนด แน่นอนว่าแผนการสอนจะดีไม่ได้เลย ถ้าไม่สอดคล้องกับหลักสูตร ทั้งนี้ได้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์ และคิดอย่างมีวิจารณญาณ โรงเรียนจึงต้องจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การวัดประเมินผลต้องเน้นสภาพจริง ด้วยวิธีต่างๆกัน เพื่อค้นหาความแตกต่างของบุคคล จนสามารถประเมินนักเรียนได้อย่างถูกต้องแม่นยำการเขียนแผนการสอนที่ดี ครูผู้สอนอย่าไปยึดติดกับรูปแบบหรืออะไรอื่นๆให้มากนัก เช่นจะเขียนว่า ครูแจก

ใบงานให้กับนักเรียนก็ไม่ได้ เพราะคว่านักเรียนไม่สำคัญ ต้องเขียนว่า นักเรียนรับใบงานจากครูจึงจะคว่านักเรียนสำคัญกว่าอย่างนี้เป็นต้น

จากการที่ได้ศึกษาสรุปได้ว่า ลักษณะของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดี คือ ต้องมีการวางแผนที่ดี มีการวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดเนื้อหาที่จะสอน กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดสื่อการสอน มีความยืดหยุ่นสอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่ของผู้เรียน เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีการวัดและประเมินผลที่ชัดเจน นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.5.4 ส่วนประกอบที่สำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เป็นสื่อในการเตรียมความพร้อมก่อนสอบ บันทึกรเป็นหลักฐานว่าสอนอะไรถึงไหน รวมทั้งบันทึกว่าได้ผลอย่างไร แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้คำแนะนำ และการดูแลของครูผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนที่ได้ปฏิบัติจริงและค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และนำกระบวนการไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งส่งเสริมการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่สามารถจัดหาได้ในท้องถิ่น โดยแผนการจัดการเรียนรู้ การประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ (ที่ได้มาจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี) สารการเรียนรู้ (สาระสำคัญ) กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ (ผลการจัดการเรียนรู้) ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ และความคิดเห็นของผู้บริหาร

1. สารสำคัญ (Concept) เป็นความคิดรวบยอด หรือหลักการของเรื่องหนึ่งที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้ (Learning objective) เป็นการกำหนดจุดประสงค์ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้
3. สารการเรียนรู้ (Content) เป็นเนื้อหาที่จะจัดกิจกรรมและต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Instructional activities) เป็นการเสนอขั้นตอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งจะนำไปสู่จุดประสงค์ที่กำหนดไว้
5. สื่อแหล่งเรียนรู้ (Instructional media) เป็น สื่อและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล (Measurement and evaluation) เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการวัดประเมินผลว่า นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ตามที่กำหนดในกิจกรรมการเรียนการสอนแยกประเมินเป็นก่อนสอน ขณะสอนและประเมินหลังสอน
7. กิจกรรมเสนอแนะ เป็นกิจกรรมบันทึกเพิ่มเติมของครูผู้สอนหลังจากได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้บังคับบัญชาตรวจ เพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้สอน

8. ความเห็นของผู้บริหารสถานศึกษา เป็นการบันทึกการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อเสนอแนะหลังจากที่ได้ตรวจความถูกต้อง การกำหนดรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์ เช่น การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ การใช้สื่อรวมทั้งการวัดและประเมินผล ให้ความสอดคล้องส่งเสริมการเรียนรู้ตาม จุดประสงค์ของหลักสูตร

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้ เป็นการบันทึกของผู้สอนหลังจากนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้สอนแล้ว เพื่อนำแผนไปปรับปรุงและใช้สอนในคราวต่อไป ประกอบด้วย 3 หัวข้อ

10. ผลการเรียนรู้ด้านปริมาณและคุณภาพทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัยด้านทักษะพิสัย ด้านจิตพิสัย และกระบวนการ ซึ่งกำหนดในขั้นกิจกรรมการเรียนการสอนและขั้นประเมินผล

11. ปัญหาและอุปสรรค เป็นการบันทึกปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะที่สอนก่อน สอนและหลังทำการสอน

12. ข้อเสนอแนะ แนวทางการแก้ไข เป็นการบันทึกข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขปรับปรุง การเรียนการสอน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุจุดประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตรกำหนด

สุวิทย์ มูลคำ และคณะ(2549, น. 63) กล่าวไว้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ส่วนประกอบสำคัญ 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ส่วนนำหรือหัวแผนการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนประกอบที่แสดงให้เห็น ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ ว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ใด ใช้กับ ผู้เรียนระดับใด เรื่องอะไร ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมนานเท่าใด

ส่วนที่ 2 ตัวแผนการจัดการเรียนรู้

1. สาระ
2. มาตรฐานการเรียนรู้
3. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น
4. ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
5. สาระสำคัญ
6. จุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 6.1 จุดประสงค์ปลายทาง
 - 6.2 จุดประสงค์นำทาง
7. สาระการเรียนรู้ เนื้อหา
8. กิจกรรม กระบวนการเรียนรู้
9. การวัดและประเมินผลประกอบด้วย

9.1 วิธีการประเมิน

9.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน

9.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน

10. เอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้

11. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 ท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยบันทึกผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้สอนบันทึกข้อสังเกตที่พบจากการนำไปใช้ เช่น ปัญหาและแนวทางแก้ไขกิจกรรมเสนอแนะและข้อมูลอื่น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในการนำไปใช้ต่อไปอีกส่วนหนึ่งของท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เอกสารประกอบการสอนได้แก่ใบงาน แบบทดสอบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแผนนั้น ๆ เป็นต้น

จากการที่ได้ศึกษาสรุปได้ว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสืบเสาะหาความรู้ และแผนผังมโนคติเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนผังมโนคติเป็นเครื่องมือในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการให้นักเรียนสิ่งที่เรียนเป็นแผนผังมโนคติ หรือตอบข้อสอบโดยใช้แผนผังมโนคติเพื่อแสดงความเข้าใจในการเขียนตอบ รวมทั้งการแสดงความคิด ความเข้าใจ ที่สรุปเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ หรือเรื่องนั้น ๆ หลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งเหล่านั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน เป็นข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นการเรียนการสอนจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้

2.6 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดจากการเรียนเป็นระดับที่จะพึงพอใจ หากมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วการกำหนดประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

เผชิญ กิจระการ (2544, น. 49 - 51) การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนเป็นการนำสื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนเป้าหมาย การหาประสิทธิภาพของสื่อ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ (CAI) บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน แผนการสอน แบบฝึกทักษะ เป็นต้น ส่วนมากจะใช้วิธีนี้ ประสิทธิภาพที่วัดได้ส่วนใหญ่จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียน

หรือแบบทดสอบย่อย โดยแสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$, $E_1/E_2 = 85/85$, E_1/E_2 , $E_1/E_2 = 90/90$ ขึ้นอยู่กับธรรมชาติเนื้อหาวิชา นอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่ถือว่าใช้ได้ คือ 87.5/87.5 หรือ 87.5/90 เป็นต้น

เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีความหมายแตกต่างกันหลายลักษณะ ในที่นี้จะยกตัวอย่าง $E_1/E_2 = 80/80$ ดังนี้

1) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือผู้เรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน 80 ตัวหลัง (E_2) คือผู้เรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 โดยใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (2-1)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	คะแนนแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบทุกชุดรวมกัน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (2-2)$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum y$	แทน	คะแนนของแบบทดสอบหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้น ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

3) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่ผู้เรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยเทียบกับคะแนนที่ได้ก่อนเรียน (Pre-test)

การอธิบายเฉพาะตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) ดังนี้ สมมุตินักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 10 แสดงว่า แตกต่างจากคะแนนเต็ม (ร้อยละ 100) เท่ากับ 90 ถ้านักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85 แสดงว่า ความแตกต่างของผลสอบ 2 ครั้งนี้ (ก่อนเรียนกับหลังเรียน) เท่ากับ $85-10 = 75$

ดังนั้น ค่าของ $E_1 = (75/90) * 100 = 83.33\%$ ถือว่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (E_2) = 80

4) เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ ผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ ผู้เรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนนักเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าข้อไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีความบกพร่อง)

กล่าวโดยสรุปว่าเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85, และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อ นั้น ถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับวิชาที่เนื้อหาว่าง่าย เช่น ก็อาจตั้งเกณฑ์ไว้ 90/90 เป็นต้นนอกจากนี้ยังตั้งเกณฑ์เป็นค่าความคลาดเคลื่อนไว้เท่ากับร้อยละ 2.5 นั่นคือ ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 90/90 เมื่อคำนวณแล้วค่าที่ถือว่าใช้ได้ คือ 807.5/87.5 หรือ 87.5/90 เป็นต้น

2.6.1 บริบทโรงเรียนบรบือวิทยาคาร

โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ตั้งอยู่เลขที่ 59 ถนนแจ้งสนิท หมู่ที่ 16 กลุ่มศรีพิลา ตำบลหนองสิมอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคามสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขตที่ 26 เป็น โรงเรียนระดับมัธยมศึกษา แบบสหศึกษา ขนาดใหญ่ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2514 มี พื้นที่ทั้งหมด 50 ไร่ 17.20 ตารางวา

2.6.1.1 วิสัยทัศน์

มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา สุขภาพดี มีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อ การ ประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.6.1.2 พันธกิจ

1) พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาตามแนวปฏิรูปการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและนำหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงบูรณาการในทุกวิชา

2) พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียน มีสุขภาพดี มีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อประกอบด้วยอาชีพ ยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

3) พัฒนาระบบการบริหารจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน ระดมทรัพยากรทางการศึกษาจากทุกภาค ส่วนให้มีส่วนร่วม เพื่อสร้างความเข้มแข็งให้สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.1.3 เป้าประสงค์

1) เพื่อให้ นักเรียนโรงเรียนบรบือวิทยาคาร มีความรู้ คุณธรรม น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2) เพื่อให้ นักเรียนโรงเรียนบรบือวิทยาคารมีสุขภาพดี มีศักยภาพ และทักษะพื้นฐานในการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3) โรงเรียนบรบือวิทยาคารมีการบริหารอย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.1.4 ศักยภาพของโรงเรียน

ปีการศึกษา 2559 นี้โรงเรียนบรบือวิทยาคาร เปิดสอนตาม โครงการ EIS (English for Integrated Studies) และหลักสูตร โครงการบริหารห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ โดยความร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในด้านการส่งเสริมสร้างคุณธรรมนักเรียน คุณทุกคนระลึกอยู่เสมอว่า บุคลากรของท่านเป็นดั่งแก้วตาดวงใจของผู้ปกครอง พวกเราจึงเอาใจใส่ดูแลนักเรียนทุกคนอย่างใกล้ชิดโดยน่าน โยบาย สพฐ.ระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนมาใช้อย่างเข้มแข็ง จัดครูที่ปรึกษาดูแลนักเรียนเป็นรายบุคคลคัดกรองส่งเสริมแก้ไขปัญหาให้โรงเรียนมีนโยบายให้ทุกคนออกเยี่ยมบ้านนักเรียนอย่างต่อเนื่องประสานเครือข่าย กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน สร้างเครือข่ายแกนนำนักเรียนประจำหมู่บ้าน เพื่อดูแลลูกหลานให้ทั่วถึงและช่วยเหลือได้ทันทั่วทั้งโรงเรียนได้จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาศึกษาตอนต้นถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และได้จัดให้นักเรียนได้เลือกวิชาเพิ่มเติม นอกจากนี้ยังจัดให้นักเรียนได้เรียนกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน ประกอบด้วย การจัดกิจกรรมลดเวลาเรียน เพิ่มเวลารู้ กิจกรรมบังคับ และกิจกรรมชุมนุมที่ให้นักเรียนได้เลือกตามความสนใจ ความถนัดของนักเรียน โรงเรียนมีสิ่งอำนวยความสะดวกนักเรียนมากมาย มีระบบไฟฟ้า ประปา บาดาล โทรศัพท์ โทรสาร รวมทั้งสัญญาดาวเทียม และระบบสื่อสารอื่นๆ มีสนามกีฬาที่ได้มาตรฐานอุปกรณ์กีฬาครบถ้วน การจัดสร้างสวนหย่อมมีบรรยากาศที่ร่มรื่น แผนการพัฒนาโรงเรียนในอนาคต โรงเรียนในอนาคต โรงเรียนมุ่งพัฒนาโรงเรียนในทุก ๆ ด้าน

ควบคู่ไปโดยจัดให้ทุกห้องเรียนมีเครื่องเสียง โปรเจ็คเตอร์ คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(PC) เพื่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ e-Book, E-learning, EDLTV มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wi-Fi) ครอบคลุมทุกพื้นที่ในโรงเรียน จัดสร้างห้องสมุดเป็นแหล่งเรียนรู้อาชีวศึกษา มีโครงการพัฒนาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีกิจกรรมที่หลากหลาย อาทิเช่น การส่งเสริมการอ่าน ตะลุยโจทย์ ทักษะพิชิต O-NET, GAT, PAT สอบ Pre-ONET, การจัดทำคู่มือการใช้หลักสูตร, การวิเคราะห์หลักสูตร และตัวชี้วัด เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ตลอดจนการวัดผลประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ โดยการส่งเสริมให้ครูและบุคลากรทางการศึกษาได้รับการอบรมเทคนิคการสอน อุปกรณ์ต่างๆ มีการจัดตั้งระบบข้อมูลสารสนเทศ มีวารสารประชาสัมพันธ์ เพื่อเป็นการสนับสนุนการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของนักเรียนให้สูงขึ้นภาพอนาคต โรงเรียนมีความมุ่งที่จะพัฒนา นักเรียนให้มีคุณภาพ เป็นคนดีมีความรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในสังคมได้อย่างมีความสุขตามอัตภาพ โดยให้มืองค์ประกอบที่เป็นคุณลักษณะอันพึงประสงค์ คือ มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ ชูคุณธรรม นำกีฬา ร่วมพัฒนาสังคม

ตารางที่ 2.2

ข้อมูลนักเรียนโรงเรียนบรบือวิทยาคาร ปีการศึกษา 2559

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน		รวม
	ชาย	หญิง	
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	193	213	406
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	163	218	381
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	154	157	311
รวม	510	588	1098
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	124	200	324
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	141	238	379
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6	111	184	295
การศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	31	95	126
รวม	31	95	126
รวมนักเรียนทั้งหมด	917	1305	2222

หมายเหตุ. ที่มา : โรงเรียนบรบือวิทยาคาร (2559)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ยุสนีย์ โสมทัศน์ (2556) ศึกษาความสามารถในการคิดรวบยอดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในภูมิภาคแบบคาสต์ด้วยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการภาคสนาม ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาพบว่า ความคิดรวบยอดทางสิ่งแวดล้อมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทำกิจกรรมภาคสนาม สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดทางสิ่งแวดล้อมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ($r = 0.88$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

อรพินท์ สายพรม (2552, น. 24-25) ศึกษาการศึกษาศักยภาพในการคิดรวบยอดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT สูงกว่าก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT สูงกว่าก่อนเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจากที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT อยู่ในระดับดี

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558, น. 40) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสรุป นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี สูงกว่าการเรียนแบบปกติ ดังนั้น ควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาต่อไป

นัสนรินทร์ บือชา (2557, น. 5) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึง

พอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) อยู่ในระดับมาก

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัวและสุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2558, น. 26) พัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1. ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก 2.ผลการทดลองใช้หลักสูตร พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ครูมีความคิดเห็นบวกต่อหลักสูตรบูรณาการในทุกด้าน

พรทิพย์ ศิริภักทราชย์ (2556, น. 49) STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ผลการศึกษาพบว่า ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผลการวิจัยเกี่ยวกับสมองและการเสนอแนวคิดเกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้กระบวนการทัศนทางการศึกษาเปลี่ยนแปลงไป การจัดการศึกษาทุกระดับเน้นให้ผู้เรียนเกิดการ พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์การคิดแก้ปัญหาการคิดแบบวิจารณญาณ ฯลฯรวมทั้งการพัฒนาทักษะการสื่อสารการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้และการมีทักษะทางสังคม แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่างๆ และบูรณาการการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง ทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียน ซึ่งผู้เรียน จะเห็นประโยชน์คุณค่าของการเรียน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ซึ่งเป็นการเตรียม ผู้เรียนในการเรียน ต่อไปในขั้นสูงขึ้น เกิดการเพิ่มโอกาสการทำงานในอนาคตการเพิ่มมูลค่า และการสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้

วรรณชนะ ปัดชา (2559, น. 830) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบวัดผลก่อนและหลังเรียนมีกลุ่มควบคุม มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 72 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ของ โรงเรียนวัดห้วยจรเข้วิทยาคม จังหวัดนครปฐม ดำเนินการวิจัย

โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดทักษะสะเต็มศึกษา และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที่ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

English and Donna (2015, pp. 1-16) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีข้อจำกัดในเรื่องของการทำอย่างไรจึงจะสามารถสอดแทรกกระบวนการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับหลักสูตรประถมศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้ากับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่อยู่ในวัยเด็กเหล่านี้ มีศักยภาพในการเรียนวิชาทางด้านวิศวกรรมได้ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในขั้นตอนของการคำนวณและออกแบบจากการประยุกต์ใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษานั้น ซึ่งให้เห็นว่า การเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบ การเรียนการสอนร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน เพื่อเป็นการหาแนวทางในการเรียนที่เหมาะสมร่วมกัน ประกอบกับการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นเลยทำทนาย เพื่อให้ นักเรียนได้ฝึกทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาและหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

Alpaslan and Top (2015, pp. 24-31) ได้ทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ที่เรียกว่า STEM Students on the Stage (SOS) ในการบูรณาการแบบสหวิทยาการ ด้วยรูปแบบโครงการเป็นฐาน เพื่อศึกษาว่ารูปแบบการเรียนแบบ STEM SOS ทำงานอย่างไร และส่งผลกระทบต่ออย่างไรกับนักเรียน สรุปได้ว่า โมเดลการสอนแบบ STEM SOS ช่วยพัฒนาทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้ และยังสามารถพัฒนาต่อยอดโมเดลนี้เพื่อใช้ในการสอนในระดับที่สูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/4 จำนวน 35 คน โรงเรียนบรบือวิทยาคารอำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 26 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการรูปแบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การเรียนรู้เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำไปใช้ทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน

3.2.3 แบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด จำนวน 25 ข้อ เพื่อนำไปประเมินหลังการจัดการเรียนรู้

3.3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้าง ตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1.1 ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1) ระบุปัญหา

- 2) ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 3) ขั้นการวางแผนและพัฒนา
- 4) ขั้นการทดสอบและประเมิน
- 5) ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์

3.3.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ช่วงชั้นที่4 (ม.4-ม.6) มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

3.3.1.3 ศึกษาและทำความเข้าใจตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานจากรายละเอียดในวิชาเคมี หน่วยที่ 2 ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ช่วงชั้นที่ 4 มาตรฐานรายวิชาคำอธิบายรายวิชา เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในบทเรียนออกเป็น 4 เรื่องย่อย ดังตาราง

ตารางที่ 3.1

เนื้อหาหน่วยที่ 2 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

เนื้อหา	ชั่วโมง
สมบัติของของแข็ง	2
สมบัติของของเหลว	3
สมบัติของแก๊ส	3
เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็งของเหลว และแก๊ส	2
กิจกรรมสะเต็ม	2
รวม	12

3.3.1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) จำนวน 1 แผนเวลา 12 ชั่วโมงซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญสาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบความรู้ ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอน ชิ้นงาน สื่อและแหล่งการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล

3.3.1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน คือ

1) อาจารย์ดร.จิณาภา ศรีภิรมย์ ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ผู้เชี่ยวชาญด้านสะเต็มศึกษา

2) นายสรภฤช ฆารโสภณ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนกมลาไสย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3) นางวราภรณ์จิณาบุญ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนเคมี

4) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ชุขกระเดื่อง ตำแหน่ง รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล

5) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.ฉาณุกรณ์ ทับทิมใสตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆภายในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ (บุญชม ศรีสะอาด. 2554, น. 102-103) ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสม มากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสม มาก

3 หมายถึง เหมาะสม ปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสม น้อย

1 หมายถึง เหมาะสม น้อยที่สุด

ใช้เกณฑ์แปลผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย แปลความหมาย

4.51-5.00 เหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.51-4.50 เหมาะสมในระดับมาก

2.51-3.50 เหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51-2.50 เหมาะสมในระดับน้อย

1.00-1.50 เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

พบว่าเกณฑ์การประเมินที่ใช้ในการพิจารณาความเหมาะสม โดยค่าเฉลี่ยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 มีความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด (ภาคผนวก ข)

3.3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับเนื้อหาและภาษาให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้ว นำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาเป็นการทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีวิธีสร้างเทคนิคการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบศึกษา แบบเรียนศึกษาคู่มือครุวิชาเคมี เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ(ต้องการใช้จริง 30 ข้อ)

ตารางที่ 3.2

วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเรียนรู้	เรื่อง	ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ การเรียนรู้	
		ออก	นำไปใช้
1. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับของแข็งและสมบัติของแข็ง	สมบัติของของแข็ง	14	8
2. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับของเหลวและสมบัติของเหลว	สมบัติของของเหลว	10	7
3. สืบค้นข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับแก๊สและสมบัติของแก๊ส	แก๊ส	14	8
4. สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และอธิบายเกี่ยวกับนำเสนอคุณสมบัติและประโยชน์รวมทั้งการนำเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็งของเหลว และแก๊สมาใช้ในชีวิตประจำวัน	เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็งของเหลว และแก๊ส	12	7
รวม		50	30

3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence: IOC) และความถูกต้องด้านภาษา ตัวเลือก และการ ใช้คำถามซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน คือ

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร. อรัญ ชูยกระเดื่องตำแหน่ง รองคณบดี บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผล

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณาณกรณ์ ทับทิมใสตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้าน เนื้อหา

3) นางวราภรณ์จิณานุกุล ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนบรบือวิทยาคาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนเคมีแล้วนำมา ปรับปรุงแก้ไขแล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างตั้งแต่ 0.5 ขึ้น ไป ซึ่ง ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้คะแนนตามเกณฑ์ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นจริง

ให้คะแนน 0 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดตามจุดประสงค์นั้นหรือไม่

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์นั้น

พบว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีค่าความสอดคล้อง(Index of Item Objective Congruence: IOC) เฉลี่ยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 (ภาคผนวก ข)

4. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามข้อเสนอแนะของ ผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหา การใช้คำถาม ภาษาให้มีความเหมาะสม และจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นฉบับทดลอง

5. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับทดลองไปทดลองกับกลุ่มนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำคะแนนมาหาค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.66 แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อเพื่อใช้ กับกลุ่มตัวอย่าง (ภาคผนวก ข)

6. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 30 ข้อ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าความเชื่อมั่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.97 (ภาคผนวก ข)

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีประสิทธิภาพไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร

3.3.3 การสร้างแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด

3.3.3.1 ศึกษาทฤษฎีวิธีการสร้างแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด และศึกษาเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3.3.2 การสร้างแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด เป็นแบบประเมินมาตรฐาน 5 ระดับดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นทุกๆ ครั้งอย่างสม่ำเสมอ

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นบ่อยครั้ง

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกือบจะไม่เกิด

ระดับคะแนน 1 หมายถึง การสร้างความคิดแทบจะไม่เกิดขึ้นอย่างใดเลย

3.3.3.3 นำแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านภาษา และการใช้คำถาม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดการสร้างความคิดรวบยอด ตามข้อเสนอแนะ

3.3.3.4 นำแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอดที่ได้ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.3.3.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.89 (ภาคผนวก ข)

3.3.3.6 นำแบบทดสอบวัดการสร้างความคิดรวบยอดที่มีประสิทธิภาพไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 12 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.4.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จาก การที่ได้สอบถามครูและสัมภาษณ์นักเรียนที่เคยเรียนเรื่องนี้มาแล้ว รวมทั้งศึกษาปัญหาต่างๆ ของนักเรียน

3.4.2 ปฐมนิเทศชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบ และอธิบายถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนและผู้วิจัย

3.4.3 ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEM Education) นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จำนวน 30 ข้อ โดยมีระยะเวลาทำแบบทดสอบ 60 นาที

3.4.4 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEM Education) วิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้

3.4.5 นำข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ มาทำการวิเคราะห์ เพื่อนำข้อเสนอแนะไปเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

3.4.6 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แล้วทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จำนวน 30 ข้อ โดยมีระยะเวลาทำแบบทดสอบ 60 นาที

3.4.7 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี แบบวัดการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) มาวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส มีวิธีการดังนี้

3.5.1.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

3.5.1.2 ทดสอบเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยใช้สถิติการทดสอบที่ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test Dependent Group)

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอด

การวิเคราะห์ข้อมูลของแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอดหลังจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75

3.5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สถิติการหาความสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ คือ

3.6.1 สถิติพื้นฐาน

3.6.1.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยใช้สูตร (Rosenthal, 2012,p. 31)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3-1)$$

เมื่อ	\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ศึกษา

3.6.1.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตร (Rosenthal, 2012,pp. 42-43)

$$S.D = \frac{\sum (X - \bar{X})}{n} \quad (3-2)$$

เมื่อ	S.D.	หมายถึง	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	\bar{X}	หมายถึง	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
	$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	X	หมายถึง	คะแนนแต่ละตัว
	n	หมายถึง	จำนวนนักเรียนในกลุ่มที่ศึกษา

3.6.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

3.6.2.1 หาค่าดัชนีความเที่ยงตรง (Validity) ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาจากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ได้จากสูตร (ทรงศักดิ์ ภูศรีอ่อน, 2551, น. 50)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-3)$$

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 $\sum R$ หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.2 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดย ตรวจสอบความเที่ยงตรงของข้อคำถามกับเป้าหมายของการประเมินของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543, น. 162)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-4)$$

เมื่อ IOC หมายถึง ค่าดัชนีความสอดคล้อง
 R หมายถึง ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ
 N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2.3 การหาค่าความยาก (Difficulty : P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ได้จากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 298)

$$P = \frac{R}{n} \quad (3-5)$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบ
 R แทน จำนวนคนตอบถูก
 n แทน จำนวนคนทั้งหมด

3.6.2.4 การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination: B) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้สูตรเบรนนาน (Brennan) (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 306)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \quad (3-6)$$

เมื่อ	B แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U แทน	จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	L แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูก
	N_1 แทน	จำนวนคนรอบรู้หรือสอบผ่านเกณฑ์
	N_2 แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

3.6.2.5 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีโดยใช้วิธีการของ Lovett (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 6) ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1) \sum (X_i - C)^2} \quad (3-7)$$

เมื่อ	r_{cc} แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	K แทน	จำนวนข้อสอบ
	X_i แทน	คะแนนของแต่ละข้อ
	C แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

3.6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.6.3.1 การทดสอบค่าที (t-test) Independent t-test for one sample เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเคมีและทักษะความคิดรวบยอดของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น. 109) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3-8)$$

โดย $df = n - 1$

เมื่อ t หมายถึง ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D หมายถึง ผลต่างระหว่างคู่คะแนน

n หมายถึง กลุ่มตัวอย่างหรือคู่คะแนน

3.6.3.2 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson product-moment correlation coefficient) ใช้สัญลักษณ์ r_{xy} เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสองชุด (หรือตัวแปรสองตัว) ที่อยู่ในมาตรอันตรภาพขึ้นไป (ไพศาล วรคำ, 2558, น. 333) โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(N \sum X^2)(N \sum Y^2) - (\sum X)^2(\sum Y)^2}} \quad (3-9)$$

เมื่อ r_{xy} เป็น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน
 X เป็น คะแนนของข้อมูลชุดแรก
 Y เป็น คะแนนของข้อมูลชุดแรก
 n เป็น ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา โดยใช้แผนการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นขอนำเสนอผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

N แทน จำนวนนักเรียน

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation)

Df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ(Degree of freedoms)

T แทน สถิติทดสอบที่ใช้ในการพิจารณาความมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test)

r แทน สหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Correlation)

β แทน สัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Standardized Regression Weight Validity)

R แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation)

R^2 แทน ค่าสัมประสิทธิ์การพยากรณ์

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้

ρ แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยขอเสนอลำดับขั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตาม รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

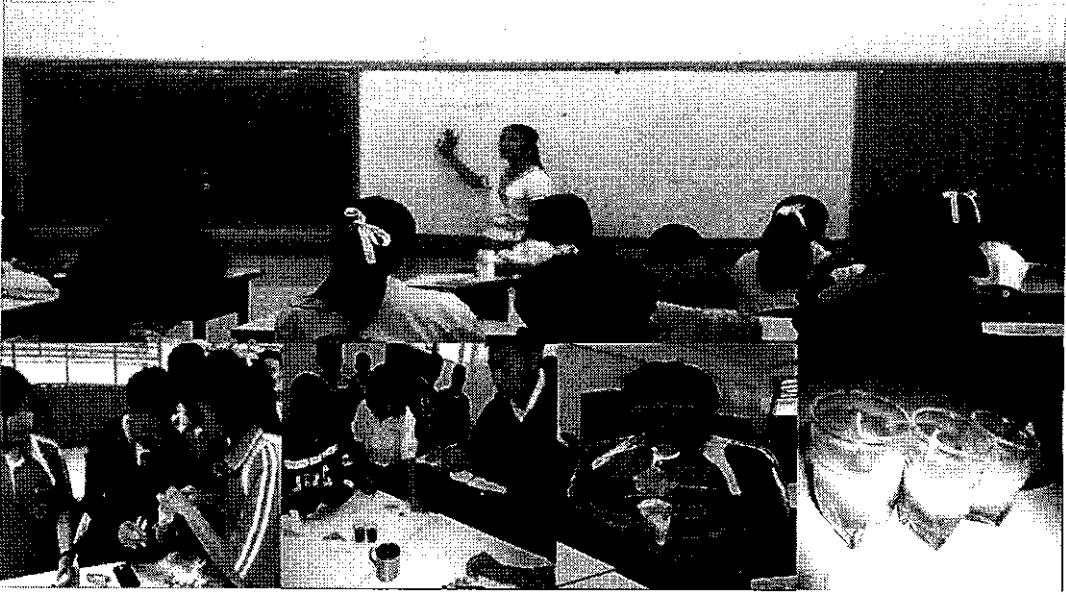
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งดำเนินการจัดกิจกรรมของกระบวนการทั้งสิ้น 1 แผนการเรียนรู้ประเมินการจัดการเรียนรู้ จำนวน 12 ชั่วโมง มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a Challenge) (30 นาที) ผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองช่วยกันวิเคราะห์ประเด็นที่ว่า ผู้เรียนคิดว่าแอลกอฮอล์แข็งที่มีขายตามท้องตลาดกับแอลกอฮอล์แข็งที่ประดิษฐ์ขึ้นเอง ชนิดใดจะสามารถติดไฟได้เวลานานกว่ากัน



ภาพที่ 4.1 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองช่วยกันวิเคราะห์

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) (8 ชั่วโมง) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง และประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุและผลประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุด ในการเลือกวิธีในการแก้ปัญหาการทำแอลกอฮอล์แข็งที่จะสามารถคิดไฟได้เวลานานที่สุดซึ่งผู้สอน ให้ความรู้และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งการให้ความรู้ออกเป็น 4 ครั้ง ซึ่งการสอนครั้งที่ 1 สมบัติ ของของแข็ง (2 ชั่วโมง) การสอนครั้งที่ 2 สมบัติของของเหลว (2 ชั่วโมง) การสอนครั้งที่ 3 สมบัติ ของแก๊ส (2 ชั่วโมง) การสอนครั้งที่ 4 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของของแข็ง ของเหลว และ แก๊ส (2 ชั่วโมง)



ภาพที่ 4.2 ผู้สอนให้ความรู้และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) (2 ชั่วโมง) ผู้เรียนกำหนดขั้นตอนในกระบวนการเป้าหมายและระยะเวลา ออกแบบและพัฒนาต้นแบบของผลผลิตแอลกอฮอล์แข็งที่จะสามารถติดไฟได้เวลานานที่สุด เพื่อให้ตอบสนองต่อแนวคิดในการแก้ปัญหา โดยมีครูผู้สอนคอยแนะนำและดูแลอย่างใกล้ชิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.3 ผู้เรียนออกแบบและผลิตแอลกอฮอล์แข็ง

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมิน (Test and Evaluate) (1 ชั่วโมง) ทดสอบและประเมินเพื่อแก้ไขปัญหานำผลที่ได้มาประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น โดยที่ผู้เรียนเมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จจะต้องทดสอบชิ้นงาน แอลกอฮอล์แข็งที่ประดิษฐ์ขึ้นสามารถติดไฟได้เวลานานที่สุด



ภาพที่ 4.4 ผู้เรียนทดสอบการติดไฟของชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present The Solution) (30 นาที) ผู้เรียนทำการนำเสนอผลลัพธ์หรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้น พร้อมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลการทดลองของกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติคือขั้นตอนหรือกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่วิศวกรใช้ออกแบบชิ้นงานมาเพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ



ภาพที่ 4.5 ผู้เรียนการนำเสนอผลลัพธ์

จากขั้นตอนกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษาพบว่า ผู้เรียนสามารถนำข้อมูลและความรู้หลังเรียนมาตอบ โจทย์เพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีการกำหนดสถานการณ์ ทำอย่างไรแอลกอฮอล์แข็งที่สามารถติดไฟได้เวลานานที่สุดเมื่อผู้เรียนทำใบงาน ใบกิจกรรมและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนรวมจำนวนข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ จากผลการทดลองหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้นำคะแนนมาวิเคราะห์ ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4.1

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย \bar{X}	S.D	ร้อยละของ คะแนนเต็ม
ประสิทธิภาพของ กระบวนการ (E ₁)	100	80.10	4.23	80.10
ประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E ₂)	100	78.09	3.51	78.09

หมายเหตุ. ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของหลังการเรียน(E₁/E₂) = 80.10/78.09

จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.10/78.09ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75ดังนี้

ตารางที่ 4.2

ประสิทธิภาพหลังการเรียน(E₂) เทียบกับเกณฑ์

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ระดับเกณฑ์	ค่าเฉลี่ย	S.D	df	t-test	Sig.
35	100	75	78.09	11.13	34	5.04	.000

หมายเหตุ. $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่า เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 จากนักเรียนจำนวน 35คน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เป็นชนิดปรนัย 5 ตัวเลือก พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเท่ากับ 78.09 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 11.29 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ t - test (One-Samples) เทียบกับเกณฑ์ พบว่า ค่า t เท่ากับ 1.65 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75

ตารางที่ 4.3

การเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้

ด้านความคิดรวบยอด	คะแนน	ระดับ	ค่าเฉลี่ย	\bar{X}	S.D	df	t-test	Sig.
	125	เกณฑ์						
		75						
ด้านความคิดสร้างสรรค์	5	75	78.06	3.90	2.82	34	2.41	.05
ด้านการวิเคราะห์ปัญหา ที่ยาก และแนวคิดของ การสรุปผล	5	75	77.49	3.87	3.44	34	2.97	.02
ด้านการพัฒนาการสร้าง ความคิดรวบยอดอย่างเป็นระบบ	5	75	79.09	3.95	3.56	34	2.55	.04
ด้านความสามารถในมุมมอง ถึงความต้องการ รูปงานให้สำเร็จ	5	75	77.71	3.89	3.45	34	2.31	.03
ด้านมุมมองของความ สัมพันธ์กับแนวคิดและ ความเข้าใจต่อสภาพ แวดล้อม	5	75	80.71	4.09	3.29	34	2.60	.05
รวม	125	75	78.81	3.94	13.70	34	2.40	.05

หมายเหตุ. $p < .05$

จากตารางที่ 4.3 พบว่าการเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส จากนักเรียนจำนวน 35 คน โดยใช้แบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอดจำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 125 หลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งแบ่งความคิดรวบยอดเป็น 5 ด้านคือ ด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่ยากและแนวคิดของการสรุปผล ด้านการพัฒนาการสร้างความคิดรวบยอดอย่างเป็นระบบด้านความสามารถในมุมมองถึงความต้องการรูปงานให้สำเร็จ ด้านมุมมองของความสัมพันธ์กับแนวคิดและความเข้าใจต่อสภาพแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.70 เมื่อวิเคราะห์

ความแตกต่างโดยใช้สถิติ t - test (One-Samples) เทียบกับเกณฑ์พบว่า ค่า t เท่ากับ 2.40 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของผู้เรียนหลังเรียนมีผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอด

เลขที่	ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน	เลขที่	การสร้างความคิดรวบยอด
	30 คะแนน		125 คะแนน
1	27	1	87
2	18	2	96
3	21	3	98
4	18	4	109
5	22	5	90
6	19	6	110
7	19	7	78
8	18	8	86
9	17	9	125
10	23	10	94
11	24	11	90
12	26	12	94
13	21	13	88
14	20	14	102
15	22	15	125
16	25	16	125
17	21	17	92
18	23	18	110

(ต่อ)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

เลขที่	ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน	เลขที่	การสร้างความคิดรวบยอด
	30 คะแนน		125 คะแนน
19	26	19	87
20	19	20	94
21	22	21	110
22	21	22	114
23	20	23	114
24	20	24	90
25	22	25	77
26	20	26	112
27	21	27	93
28	19	28	80
29	18	29	103
30	20	30	93
31	19	31	100
32	21	32	109
33	19	33	96
34	24	34	106
35	23	35	71
รวม	738	รวม	3448
เฉลี่ย	21.09	เฉลี่ย	98.51
%	78.09	%	78.81

จากตารางที่ 4.4 คะแนนผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของผู้เรียนหลังเรียนจากนักเรียนจำนวน 35 คน โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนนหลังการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.09 คิดเป็นร้อยละมีค่าเท่ากับ 78.09 และแบบประเมินวัดการสร้างความคิดรวบยอดจำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 125 หลังการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.51 คิดเป็นร้อยละมีค่าเท่ากับ 78.81 ซึ่งนำคะแนน

ที่ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอด

ตัวแปร	\bar{X}	S.D	Simple Correlation (r)	Standardized Regression Weight Validity(β)	Multiple Correlation (R)	Coefficient Predictive Value (R^2)
หลังเรียน	3.12	0.45	0.64**	0.52**	0.7761**	0.6026**
ความคิดรวบ ยอด	3.94	0.55				

หมายเหตุ. ** $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปร ด้วยสถิติสหสัมพันธ์ของเพียร์สันเชิงเส้น (r) พบว่า r มีค่าเท่ากับ 0.64 หมายความว่าตัวแปร 2 ตัวที่ศึกษามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาความถดถอยของค่าความเที่ยงของข้อมูลอย่างมีมาตรฐานด้วยสถิติ Standardized Regression Weight Validity (β) พบว่า β มีค่าเท่ากับ 0.52 หมายความว่าความสัมพันธ์ของทั้ง 2 ตัวแปรมีความถดถอยอย่างมีน้ำหนักตามเครื่องมือที่วัดและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแนวโน้มที่มีเป้าหมายที่ระดับ 1.00 ด้วยสถิติสหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) พบว่า R มีค่าเท่ากับ 0.7761 หมายความว่าในบริบทของกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 77.61 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉิ่ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (R^2) พบว่า R^2 มีค่าเท่ากับ 0.6026 หมายความว่าจำนวนนักเรียนร้อยละ 60.26 ของกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉิ่ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร สรุปได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิด รวบยอด เรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร หลังได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร จำนวน 35 คน ซึ่งผลการศึกษาวิจัยสามารถสรุปผล ดังต่อไปนี้

5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.01/78.09 ซึ่งมีค่าสูง กว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ 75/75

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊สระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ ร้อยละ 75 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 การเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการ จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ ร้อยละ 75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่ จัดการ เรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊สระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับการสร้างความคิดรวบยอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด เรื่อง ของแฉิ่ง ของเหลว แก๊ส โดยการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัย สามารถอภิปรายผลตามลำดับได้ดังนี้

5.2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉิ่ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 80.01/78.09 ซึ่ง หมายความว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนซึ่งได้มาจาก คะแนนใบงาน คะแนนใบกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 80.01 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนซึ่งได้มาจากการทำ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 78.09 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอนด้วย รูปแบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ระดับ 75/75 เนื่องจากผู้เรียนให้ความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบสะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน คือผู้เรียนทำความเข้าใจในสิ่งที่ปัญหา สามารถระบุปัญหา วิเคราะห์ประเด็นที่เป็นปัญหาได้ มีการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและ ประเมินความเป็นไปได้ พิจารณาเหตุและผลประกอบการตัดสินใจเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุดในการ เลือกวิธีในการแก้ปัญหาการทำแอลกอฮอล์แฉิ่งที่จะสามารถติดไฟได้เวลานานที่สุดผู้เรียนมีการ วางแผนและพัฒนา กำหนดขั้นตอนในกระบวนการเป้าหมายและระยะเวลา ออกแบบและพัฒนา ต้นแบบของผลผลิต แอลกอฮอล์แฉิ่งที่จะสามารถติดไฟได้เวลานานที่สุด เพื่อให้ตอบสนองต่อ แนวคิดรวบยอดเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา มีการทดสอบและประเมินเพื่อแก้ไขปัญหานำผลที่ได้มา ประยุกต์แก้ไขและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประโยชน์มากขึ้น และผู้เรียนทำการนำเสนอผลลัพธ์หรือนวัตกรรมที่สร้างขึ้น พร้อมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผลการทดลองของกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งผู้สอนและผู้เรียน ร่วมกันสรุปกิจกรรมที่นักเรียนได้ปฏิบัติคือขั้นตอนหรือกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ที่ วิศวกรใช้ออกแบบชิ้นงานมาเพื่อแก้ไขปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ส่งผลให้นักเรียนมีผลการ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์อย่างน่าพอใจ การจัดการเรียนรู้รูปแบบ สะเต็มศึกษาจึงเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการ โดยนักเรียนจะสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ทำกิจกรรมรู้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ หรือ ใช้ใน การดำเนินชีวิต รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคตซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี อินตา และคณะ(2558, น. 132) ที่สร้างชุดกิจกรรม มหัตศจรย์บางพาราโดยใช้แนวการสอน STEM ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมของนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนแม่จันวิทยาคม จังหวัดเชียงราย โดยผลการวิจัยพบว่าดัชนีชุดกิจกรรมที่ใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.58/78.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ชนิด 4 ตัวเลือก โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 13.11 คิดเป็นร้อยละ 43.71 และหลังเรียนเท่ากับ 21.09 คิดเป็นร้อยละ 78.09 ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการอีกอย่างหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวนักเรียนเอง กระบวนการคิดแก้ปัญหา คิดวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ และที่สำคัญผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558, น. 74) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งงานวิจัยของ ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (2558, น. 224) ที่ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่าหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและความสอดคล้องอยู่ในระดับมาก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังทดลองใช้หลักสูตรบูรณาการสูงกว่าก่อนทดลองใช้หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และสอดคล้องงานวิจัยของ วรณธนะ ปัดชา (2559, น. 830) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแบบ สสวท. กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาหลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.3 การเปรียบเทียบการสร้างความคิดรวบยอดหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแฉ่ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากใช้แบบทดสอบวัด

การสร้างความคิดรวบยอดจำนวน 25 ข้อ คะแนนเต็ม 125 หลังการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 13.70 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้สถิติ t - test (One-Samples) เทียบกับเกณฑ์พบว่า ค่า t เท่ากับ 2.40 เนื่องจากผู้เรียน ได้เรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา ซึ่งทำให้หลังการเรียนรู้ผู้เรียนมีการจัดระบบความคิดอย่างเป็นระบบระเบียบ สามารถแบ่งความคิดรวบยอดเป็น 5 ด้าน คือ ด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่ยากและแนวคิดของการสรุปผล ด้านการพัฒนาการสร้างความคิดรวบยอดอย่างเป็นระบบด้านความสามารถในมุมมองถึงความต้องการรูปร่างให้สำเร็จ ด้านมุมมองของความสัมพันธ์กับแนวคิดและความเข้าใจต่อสภาพแวดล้อมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรพินท์ สายพรหม (2552, น. 24) ที่ศึกษาความสามารถในการคิดรวบยอด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการคิดรวบยอดวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจกที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT สูงกว่าก่อนเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจกที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT สูงกว่าก่อนเรียน และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังจกที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT อยู่ในระดับดี และงานวิจัยของ นลินรัตน์ ทับทอง (2558, น. 565) ที่ศึกษาผลการใช้ชุดการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่มีต่อความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านจำนวนของเด็กปฐมวัยผลการวิจัยพบว่า เด็กปฐมวัยร้อยละ 100 ที่ได้รับการจัดประสบการณ์ด้วยชุดการสอน โดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดมีความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านจำนวน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเด็กปฐมวัยที่ได้รับการจัดประสบการณ์ด้วยชุดการสอนโดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด มีความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านจำนวน คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดประสบการณ์ สูงกว่าก่อนการจัดประสบการณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องงานวิจัยของ ยูสนีย์ โสมทัศน์ (2556) ศึกษาความสามารถในการคิดรวบยอดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพในภูมิภาคแบบคาสต์ด้วยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการภาคสนาม ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาพบว่า ความคิดรวบยอดทางสิ่งแวดล้อมและ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการทากิจกรรมภาคสนาม สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดทางสิ่งแวดล้อมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ($r = 0.88$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

5.2.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับการสร้างความคิดรวบยอดที่ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับการสร้างความคิดรวบยอด การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของแนวโน้มที่มีเป้าหมายที่ระดับ 1.00 ด้วยสถิติสหสัมพันธ์พหุคูณของเพียร์สัน (R) พบว่า R มีค่าเท่ากับ 0.7761 หมายความว่าในบริบทของกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนนักเรียนร้อยละ 77.61 และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการพยากรณ์ (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.6026 หมายความว่าจำนวนนักเรียนร้อยละ 60.26 ของกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้ รูปแบบสะเต็มศึกษาเรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการสร้างความคิดรวบยอด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาเป็นอีกเทคนิคของการสอนที่ช่วย ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น จากการทำกิจกรรมผู้เรียนเกิดการสร้างความคิดรวบยอด รู้จักจัดระบบความคิดเมื่อได้รับการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนมีการค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ ลงมือปฏิบัติ นำ ความรู้มาบูรณาการ มีการระดมความคิด กล้าที่จะแสดงออกของความคิดเห็นของตนเองต่อเพื่อน ในกลุ่ม ช่วยให้ผู้เรียนสนใจในการทำกิจกรรมสามารถที่จะวางแผน แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นได้ มากยิ่งขึ้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดของนักเรียนให้ดีขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรมีความรู้ความ เข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้เป็นอย่างดี ครูผู้สอนควร เตรียมตัวและทำหน้าที่ตนเองให้พร้อมต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น การวางแผนการจัดการเรียนรู้อย่าง รอบคอบและมีประสิทธิภาพ การดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้เพื่อให้การ จัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.1.2 ก่อนการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรชี้แจงทำความเข้าใจให้นักเรียนเข้าใจ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ถ่องแท้ ให้นักเรียนเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเอง โดยให้นักเรียนมี อิสระในด้านการคิดภายใต้ขอบข่ายเนื้อหา โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่าง ใกล้ชิด

5.3.1.3 ครูสอนควรแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบก่อนการจัดการเรียนรู้ ในแต่ละคาบทุกครั้ง

5.3.1.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีข้อจำกัดเรื่องเวลา ครูผู้สอนควรยืดหยุ่นเรื่องระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามความเหมาะสม

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 การสร้างความคิดรวบยอดให้กับผู้เรียนเป็นอีกวิธีที่ทำให้กิจกรรมการเรียนรู้พัฒนาเกิดขึ้นกับผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนจัดระบบความจำการเก็บข้อมูลเนื้อหาการเรียนรู้ที่มีระบบระเบียบ ไม่สับสน จดจำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก

5.3.2.2 การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาในวิชาเรียนสามารถที่จะดึงผู้เรียนให้เกิดการอยากเรียนรู้สามารถคิดวิเคราะห์เป็น แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ รวมทั้งออกแบบทางวิศวกรรมเป็น ส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากยิ่งขึ้น



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ : อักษรไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2554). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). โรงเรียนแห่งการเรียนรู้พัฒนาบทเรียน-บรรยายจากกรณีศึกษา. สืบค้นจาก http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.phpNewsID=43398&Key=news_research.
- กระทรวงศึกษาธิการ. การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. สืบค้นจาก. Available:<http://www.nsdv.go.th/commerce/integrated/integrated.htm>.
- เกศินี อินตาและคณะ. (2558). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์อย่างพารา โดยใช้แนวการสอน STEM กับการพัฒนาการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารครูพิบูล ฉบับพิเศษ 1/2558.
- จุไรศิริ ชูรักษ์. (2557). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด. สืบค้นจาก <http://curriculumju.blogspot.com/2014/06/blog-post.html?m=1>.
- ชนิตร ภู่อัญจน์. (2559). สะเต็ม'สะท้อนวงการการศึกษาไทย เราเสียเวลาไปนานกว่าห้าสิบปีแล้ว สืบค้นจาก <http://www.ryt9.com/s/nnd/2570987>
- ทรงศักดิ์ ภู่อ่อน. 2551. การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย. กภาพลินธุ์:ประสานการพิมพ์.
- ชนิดย์ สุวรรณเจริญ. (2552). สื่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์โปรตีน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- นาคยา ปิลันธนานนท์. (2542). การเรียนรู้ความคิดรวบยอด. กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ แม็ค จำกัด.
- นลินรัตน์ ทับทอง. (2558). ผลการใช้ชุดการสอน โดยใช้กระบวนการสร้างความคิดรวบยอดที่มีต่อความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านจำนวนของเด็กปฐมวัย. คุรุศาสตร์มหาบัณฑิตหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

- นัสนรินทร์ ปือชา.(2557). ศึกษาผลการจัดการเรียนรูตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น.กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- บุญชม ศรีสะอาด.(2549). การวิจัยสำหรับครู.กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรมัตต์ปัญญปรัชญ์ ต้องประสงค์. (2555). การพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ โดยใช้การอภิปรายกลุ่มควบคู่กับการ ใช้ความคิดรวบยอดในรายวิชาโครงสร้างข้อมูลและขั้นตอนวิธี. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- ปรียา สุภวงส์. 2543. การเปรียบเทียบการสอน โดยใช้เทคนิคกราฟิกกับการสอนแบบปกติที่มีต่อความคิดรวบยอดในวิชาพื้นฐานอารยธรรมของนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีปทุม. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2539). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.
- เผชิญ กิจระการ. (2544).การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E,E₂). วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 8(1) : 49-51
- พรทิพย์ ศรีภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21,49-56.
- พรทิพย์ ศรีภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะใน ศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2 : 49-56.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา).มหาวิทยาลัยมหาสารคาม: มหาสารคาม.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส และ ชาญชัย ลิ้มปิยาภร. (2558). การถอดประสบการณ์ การจัดการเรียนการสอน โดยใช้เทคนิคสะเต็มศึกษา. (ม.ป.ม).
- ไพศาล วรคำ. (2558). การวิจัยทางการศึกษา. มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

- มนตรี จุฬวัฒน์ทล. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หรือ สะเต็ม . *สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*. 19 (มกราคม - ธันวาคม), 3 - 14.
- มลฤดี ลีวเฉลิมวงศ์. 2541. *การพัฒนาความคิดรวบยอดวิชาสังคมศึกษา เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติของไทย โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุวดี เพ็ชรประไพ. 2540. *การศึกษาการจัดความคิดรวบยอดทางการเรียน 2 รูปแบบด้วยบทเรียนสไลด์เทป เรื่อง “โรคเอดส์” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุสนีย์ โสมทัศน์. (2556). *ความสามารถในการคิดรวบยอดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพในภูมิภาคแบบศาสตร์ด้วยวิธีการสอนแบบปฏิบัติการภาคสนาม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ระพีพันธ์ โพธิ์ศรี. (2549). *การสร้างและวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย*. คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์ : อัดสำเนา.
- รักษพล ชนานวงศ์.(2556.).[ออนไลน์]. *รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Sducation*. สืบค้นจาก <http://slidshare.net/focusphysics/stem-workshop-summary>.
- ล้วน สายยศ. (2551). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ. สุวีริยาสาส์น.
- วรรณชนะ บัดชา. (2559). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ*. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*. 2559 (3),ISSN 1906 - 3431.
- วิชัย วงศ์ใหญ่. (2554). *นวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้สู่ความเป็นพลเมือง*. กรุงเทพฯ : แอนด์ อาร์ ปริ้นท์.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). *นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Back ward Desing*. ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริลักษณ์ ชาวุ่มบัว และสุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2558). *การพัฒนาหลักสูตรบูรณาการแบบ STEM รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่อง อ้อย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*.วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, . ปีที่ 26 (ฉบับที่ 1),224-236.
- ศักดิ์ สุนทรเสถียร. (2531). *เจตคติ*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา.

- สมนึก กัทพิชญ์. (2542). *การวัดผลการศึกษา. มหาสารคาม : ภาควิชาการวัดผลและการวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). *สะเต็มศึกษา ประเทศไทย.* สืบค้นจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2556). *สะเต็มศึกษา ประเทศไทย.* สืบค้นจาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=23.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2556). *สะเต็มศึกษากับความตื่นตัวในวงการศึกษาไทย.* สืบค้นจาก <http://www.ipst.ac.th/index.php/news-and-announcements/articles/item/1499-2014-11-13-10-01-50>.
- สุชา จันทร์เอม. (2539). *จิตวิทยาในห้องเรียน.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2533). *จิตวิทยาการศึกษา.* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ.(2549). *กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์.* กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และคณะ. (2549). *การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิด.* กรุงเทพฯ : ดวงกลมสมัย.
- สุমনทนา พรหมบุญ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม.* กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สุมิตร ด่านพานิชย์. (2550). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนความคิดรวบยอดทางภาษาอังกฤษ.* มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, 2(1).
- อรพินท์ สายพรหม. (2552). *การศึกษาความสามารถในการคิดรวบยอด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.วิทยบริการ, 20 (2).*
- Alpaslan Sahin and Namik Top. (2015). *STEM students on the Stage (SOS): Promoting Student Voice and Choice in STEM Education Through an Interdisciplinary, Standard-focused, Project Based learning Approach.* Journal of STEM Education. 16(3).
- Bruner, J.S. Goodnow, J.J. and Austin, G.A. (1956). *A Study of Thinking.* New York: John Wiley & Sons.
- Breiner, J. M., Carla, C. J., Harkness, S. S., & Koehler, C. M.. (2012). *What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and Shelly Sheats Harkness Partnerships.* School Science and Mathematics.
- Eggen, Kauchak.(1992). *Educational Psychology: Classroom Connections.* New York: Macmillan.

Joyce, B. and Weil, M. (1992). *Models of Teaching*. Englewood Cliffs, New Jersey Prentice-Hall.

Lyn D English and Donna T King. (2015). *STEM learning through engineering design: Fourth-grade student's investigations in aerospace*. Journal of STEM Education. 1(1).

Rosenthal VD, Maki SK, Alvarez-Moreno C, et al. (2012) *Impact of a multidimensional infection control strategy on catheter-associated urinary tract infection rates in the adult intensive care units of 15 developing countries: findings of the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC)*. Infection;40(5).



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และแบบวัดการสร้างความคิดรวบยอด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

<p>1. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของของแข็ง</p> <p>ก. มีรูปร่างไม่แน่นอน</p> <p>ข. มีปริมาตรแน่นอน</p> <p>ค. บีบอัดให้มีขนาดเล็กกลงได้ยาก</p> <p>ง. มี 2 รูป คือ มี</p> <p>2. ของแข็งในข้อใดมีรูปผลึกทุกชนิด</p> <p>ก. แก้ว กำมะถัน ฟอสฟอรัส</p> <p>ข. คาร์บอน ฟอสฟอรัส กำมะถัน</p> <p>ค. ซึ่ผึ้ง เพชร แกรไฟต์</p> <p>ง. พลาสติก กำมะถัน ฟลูออรีน</p> <p>3. ข้อความเกี่ยวกับการระเหิด ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. สารที่มีสถานะเป็นของแข็งเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอ</p> <p>ข. การระเหิดเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวหน้าของสารเท่านั้น</p> <p>ค. สารที่มีพลังงานจลน์สูงเท่านั้นจึงจะระเหิดได้ดี</p> <p>ง. อนุภาคที่ระเหิดได้จะต้องมีพลังงานจลน์สูงกว่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลเสมอ</p> <p>4. กำมะถันมอนอกคลินิกและรวมบิกมีสมบัติใดเหมือนกัน</p> <p>ก. สูตรโมเลกุล</p> <p>ข. รูปร่างผลึก</p> <p>ค. ความหนาแน่น</p> <p>ง. ความคงตัวที่อุณหภูมิห้อง</p>	<p>5. เพราะเหตุใดของเหลวแต่ละชนิดจึงมีจุดเดือดต่างกัน</p> <p>ก. ของเหลวแต่ละชนิดได้รับความร้อนไม่เท่ากัน</p> <p>ข. ของเหลวแต่ละชนิดมีมวลโมเลกุลต่างกัน</p> <p>ค. ของเหลวแต่ละชนิดมีพลังงานต่างกัน</p> <p>ง. ของเหลวแต่ละชนิดมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลต่างกัน</p> <p>6. ของเหลวใดมีค่าความร้อนแฝงของการเกิดไอสูงที่สุด</p> <p>ก. เมทานอล</p> <p>ข. เอทานอล</p> <p>ค. เบนซิน</p> <p>ง. น้ำ</p> <p>7. สารที่มีรูปร่างไม่แน่นอน ฟูกระจายอนุภาคไม่เรียงชิดกัน คือคุณสมบัติของสารในสถานะใด</p> <p>ก. ของแข็ง ข. ของเหลว</p> <p>ค. ก๊าซ ง. สารละลาย</p> <p>8. เมื่ออุณหภูมิและมวลของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผกผันกับความดันเป็นไปตามกฎของใคร</p> <p>ก. ชาร์ลส์</p> <p>ข. บอยล์</p> <p>ค. เกย์</p> <p>ง. ลูสแซก</p>
--	--

แบบวัดการสร้างความคิดรวบยอด
(Conceptual Thinking Measurement)

ข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน

ระดับชั้น...../.....เลขประจำตัว.....เพศ.....

คำชี้แจง แบบวัดการสร้างความคิดรวบยอด โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องว่างตรงตามความคิดเห็นของนักเรียน โดยมีน้ำหนักคะแนนดังนี้

ระดับคะแนน 5 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นทุกๆ ครั้งอย่างสม่ำเสมอ

ระดับคะแนน 4 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นบ่อยครั้ง

ระดับคะแนน 3 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกิดขึ้นเป็นบางครั้ง

ระดับคะแนน 2 หมายถึง แนวคิดของนักเรียนเกือบจะไม่เกิด

ระดับคะแนน 1 หมายถึง การสร้างความคิดแทบจะไม่เกิดขึ้นเลย

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		1	2	3	4	5
ด้านความสามารถในการคิดสร้างสรรค์						
1	นักเรียนมีแนวคิดแตกต่างจากบุคคลอื่นกับงานในรูปแบบเดียวกัน					
2	ระบบงานของนักเรียนที่ทำมีความถูกต้องตามกฎและเนื้อหาของรายวิชาที่เรียน					
3	งานที่นักเรียนทำที่ประสบความสำเร็จ เนื่องจากจะถูกกระตุ้นจากความรู้สึกภายในจากตัวนักเรียนเอง					
4	ธรรมชาติต่อแนวคิดของนักเรียนจะถูกสะสมอย่างเป็นระบบด้วยแนวคิดของตนเอง					
5	นักเรียนรู้จักว่าตนเองมีแนวคิดของตนเองต่อรูปแบบการทำงานให้ประสบความสำเร็จ					
ด้านการวิเคราะห์ปัญหาที่ยาก และแนวคิดของการสรุปผล						
6	นักเรียนตระหนักถึงความสามารถต่อการนำข้อมูลในส่วนย่อยของข้อมูลต่างๆ ต่อการวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้อง					
7	ข้อปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียน สามารถวิเคราะห์และสรุปถึง					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		1	2	3	4	5
	แนวทางในการแก้ไขปัญหาด้วยตัวนักเรียน					
8	แนวคิดของนักเรียนในแต่ละครั้งต่อการวิเคราะห์ปัญหาที่จะแก้ไข จะให้ผลงานที่ตามมามีความแตกต่างกัน					
9	ผลงานของนักเรียนที่สำเร็จออกมาเกิดจากการวิเคราะห์แนวคิดที่หลากหลายของนักเรียน					
10	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อผลงานที่ทำและรู้สึกได้ว่าผลงานที่สำเร็จนั้นสร้างความภูมิใจต่อนักเรียน					
ด้านการพัฒนาการสร้างความคิดรวบยอดอย่างเป็นระบบ						
11	นักเรียนมีลักษณะเฉพาะพิเศษของตัวเองเกี่ยวกับการตัดสินใจต่อการทำกิจกรรมใดๆ โดยมีเป้าหมายของความสำเร็จ					
12	แนวคิดต่อการบวนการที่นักเรียนดำเนินกิจกรรมมีแนวทางออกนำไปสู่ความสำเร็จ					
13	ความสามารถในการทำงานของนักเรียนได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและเป็นมีแนวคิดอย่างมีระบบ					
14	กิจกรรมแต่ละกิจกรรม นักเรียนสามารถบรรลุจนประสบความสำเร็จได้ด้วยกระบวนการที่นักเรียนสร้างสรรค์ขึ้นมา					
15.	แนวคิดใหม่ๆของนักเรียนเกิดจากแหล่งความรู้ใหม่ที่นักเรียนให้ความสนใจ					
ด้านความสามารถในมุมมองถึงความต้องการ รูปงานให้สำเร็จ						
16	นักเรียนมีส่วนร่วมกับเพื่อน ภายใต้แนวคิดเกี่ยวกับเพื่อน					
17	บริบทของเนื้อหา นักเรียนมีความที่คิดต่างความหมาย แต่ถูกต้อง					
18	แนวคิดของ นักเรียน ถูกสะสมและให้แสดงออกต่อหน้าบุคคลอื่น					
19	ทุกกิจกรรมนักเรียน มีความเชื่อมั่นที่จะทำได้ดีที่สุด					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		1	2	3	4	5
20	ทุกกิจกรรม นักเรียนจะออกแบบ และใช้แหล่งอ้างอิงอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ					
21	นักเรียนมีแรงกระตุ้นจากภายในที่แสดงออกต่อความพึงพอใจในแต่ละกิจกรรมที่ทำ					
22	นักเรียนมีความต้องการพื้นฐานและมีทางออก ที่สอดคล้องกับวัฒนธรรมการสร้างความคิดรวบยอด และความต้องการของสังคม					
ด้านมุมมองของความสัมพันธ์ กับแนวคิดและความเข้าใจในต่อสภาพแวดล้อม						
23	นักเรียน ตระหนักถึงความสำเร็จของมนุษย์ จำเป็นต้องขับเคลื่อนกิจกรรมต่างๆด้วยตัวเอง					
24	การได้รับการสนับสนุนจากครู ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของครูและโรงเรียน					
25	นักเรียนรู้สึกเข้มแข็งต่อกิจกรรมทุกกิจกรรมที่ทำและมีความเชื่อมั่นที่ผลงานเป็นไปตามความต้องการและมีศักยภาพ					



ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.1

คะแนนประเมินความเหมาะสม และความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย \bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับ สาระการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับ พฤติกรรมกรการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
1.3 สามารถวัด/ ประเมินผลได้	5	5	5	5	5	5	มากที่สุด
2. สาระการเรียนรู้							
2.1 สอดคล้องกับ สาระสำคัญ	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
2.2 เหมาะสมกับ ระดับชั้นของผู้เรียน	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด
3. สื่อ/แหล่งเรียนรู้							
3.1 เหมาะสมกับวัย และความสามารถ ของผู้เรียน	5	4	5	4	4	4.40	มาก
3.2 เหมาะสมกับ เนื้อหาและกิจกรรม การเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	มาก

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย \bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
4. เนื้อหา							
4.1 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	4	4	3	4	5	4.00	มาก
4.2 เรียงลำดับกิจกรรม ได้เหมาะสม	4	5	3	4	5	4.20	มาก
4.3 สอดคล้องกับ ตัวชี้วัด	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด
4.4 เหมาะสมกับเวลาที่ สอน	4	4	5	4	5	4.40	มาก
4.5 การบูรณาการความรู้ ด้านสะเต็มศึกษา	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้อง จุดประสงค์ และการวัด และประเมินผล	4	5	4	5	5	4.60	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องเหมาะสม กับเนื้อหา	5	5	3	5	5	4.60	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย \bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
5.3 เหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของ ผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	มาก
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการวางแผนในการ ทำงาน	4	5	3	5	5	4.40	มากที่สุด
5.5 ส่งเสริมให้ผู้เรียนมี การนำเทคโนโลยีมาใช้ ในการออกแบบชิ้นงาน	5	4	3	4	4	4.00	มาก
5.6 ชิ้นงานสามารถนำ ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้	5	4	3	3	5	4.00	มาก
5.7 ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม	4	4	5	4	5	4.40	มากที่สุด
6. การวัดและประเมินผล							
6.1 สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย \bar{X}	ระดับความ เหมาะสม
	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่	คนที่		
	1	2	3	4	5		
6.2 สอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดผล ได้เหมาะสม	4	5	5	5	5	4.80	มากที่สุด
	รวม					4.51	มากที่สุด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.2

ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
2	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้	
3	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้	
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
6	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้	
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				IOC	ค่าความ สอดคล้อง	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	$\sum R$			
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
29	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
32	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
39	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
40	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
41	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
42	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
43	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
44	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
45	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
46	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				$\sum R$	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
47	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
48	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
49	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	
50	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้	

หมายเหตุ. $IOC = \frac{\sum R}{N}$

เมื่อแทนค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา

$\sum R$ แทนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากตารางภาคผนวกข.2 แสดงจำนวนความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ
หลังจากได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านและนำข้อมูลมาทำการ
วิเคราะห์หาค่า IOC ผลปรากฏว่าข้อสอบที่ผ่านตามเกณฑ์การประเมินมีจำนวนทั้งสิ้น 50 ข้อ

ตารางที่ ข.3

การแสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊สจำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย(P)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก(r)	แปลผล	คุณภาพข้อสอบ
1	0.60	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.45	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.70	ใช้ได้	0.35	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.60	ใช้ได้	-0.02	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
5	0.85	ทิ้ง	0.12	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
6	0.63	ใช้ได้	0.13	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย(P)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก(r)	แปลผล	คุณภาพข้อสอบ
7	0.65	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.60	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.78	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.68	ใช้ได้	0.09	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
11	0.45	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.43	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.78	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.48	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.60	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.63	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.60	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.58	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.60	ใช้ได้	-0.02	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
20	0.73	ใช้ได้	0.16	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
21	0.43	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.53	ใช้ได้	0.09	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
23	0.63	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.38	ใช้ได้	-0.13	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
25	0.45	ใช้ได้	-0.13	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
26	0.60	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.73	ใช้ได้	0.28	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.45	ใช้ได้	-0.02	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
29	0.40	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.45	ใช้ได้	0.10	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
31	0.50	ใช้ได้	0.17	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความ ยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	แปลผล	คุณภาพข้อสอบ
32	0.58	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.68	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.48	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.40	ใช้ได้	0.14	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
36	0.60	ใช้ได้	0.66	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.60	ใช้ได้	0.32	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.63	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.68	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.60	ใช้ได้	0.21	ใช้ได้	ใช้ได้
41	0.35	ใช้ได้	0.29	ใช้ได้	ใช้ได้
42	0.70	ใช้ได้	0.24	ใช้ได้	ใช้ได้
43	0.45	ใช้ได้	0.10	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
44	0.50	ใช้ได้	0.17	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
45	0.68	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	ใช้ได้
46	0.58	ใช้ได้	0.17	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
47	0.33	ใช้ได้	0.15	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
48	0.63	ใช้ได้	0.36	ใช้ได้	ใช้ได้
49	0.63	ใช้ได้	0.13	ตัดทิ้ง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
50	0.60	ใช้ได้	0.43	ใช้ได้	ใช้ได้

จากตารางที่ ข.3 แสดงค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.66 จากการคัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 50 ข้อ ผลปรากฏว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องของแข็ง ของเหลว แก๊ส ผ่านเกณฑ์จำนวน 32 ข้อผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อเพื่อที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ตารางที่ ข.4

วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
1	17	303	10	108
2	19	369	12	149
3	17	303	10	108
4	17	303	10	108
5	20	416	13	180
6	22	493	15	231
7	23	520	16	250
8	22	467	15	213
9	22	493	15	231
10	8	71	1	2
11	25	635	18	331
12	16	262	9	85
13	12	144	5	25
14	18	324	11	121
15	14	190	7	46
16	19	369	12	149
17	16	262	9	85
18	23	548	16	269
19	20	416	13	180
20	13	174	6	38
21	19	346	12	135
22	21	441	14	196
23	20	416	13	180
24	12	144	5	25
25	19	346	12	135

(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

คนที่	X_i	$(X_i)^2$	$X_i - C$	$(X_i - C)^2$
26	14	207	7	55
27	7	52	0	0
28	13	159	6	31
29	11	130	4	19
30	14	207	7	55
31	14	190	7	46
32	15	225	8	64
33	13	159	6	31
34	7	44	0	0
35	16	243	9	74
36	16	243	9	74
37	23	520	16	250
38	22	493	15	231
39	22	467	15	213
40	22	493	15	231
รวม	685	12586	405	4953

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability) โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett)

$$r_{cc} = 1 - \frac{K \sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1) \sum (x_i - c)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	K	แทน	จำนวนของแบบทดสอบทั้งหมด
	X_i	แทน	คะแนนของแต่ละข้อ
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจุดตัดของแบบทดสอบ

แทนค่าในสูตร

$$r_{cc} = 1 - \frac{30(685) - 12586}{(30-1)(4953)}$$

$$= 1 - 0.05$$

$$= 0.94$$

ตารางที่ ข.5

สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
1	15	27
2	9	18
3	15	21
4	12	18
5	19	22
6	11	19
7	13	19
8	17	18
9	15	17
10	12	23
11	16	24
12	15	26
13	7	21
14	8	20
15	8	22
16	10	25
17	15	21
18	14	23
19	10	26
20	14	19

(ต่อ)

ตารางที่ ข.5 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน
21	13	22
22	18	21
23	15	20
24	12	20
25	7	22
26	13	20
27	13	21
28	17	19
29	17	18
30	13	20
31	13	19
32	15	21
33	10	19
34	14	24
35	14	23
รวม	495	738
คะแนนเฉลี่ย	13.11	21.09
ร้อยละ	43.71	78.09

จากตารางที่ ข.5 สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ของแข็ง ของเหลว แก๊ส พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 43.71 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผลสัมฤทธิ์มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 78.09

ตารางที่ ข.6

แสดงผลวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการสร้างความคิดรวบยอด (ข้อมูล Try-out)

คนที่	คะแนนเต็ม 125
1	92
2	92
3	113
4	89
5	92
6	111
7	91
8	104
9	89
10	92
11	99
12	81
13	105
14	87
15	78
16	84
17	87
18	117
19	99
20	111
21	100
22	97
23	86

(ต่อ)

ตารางที่ ข.6 (ต่อ)

คนที่	คะแนนเต็ม 125
24	111
25	101
26	106
27	107
28	84
29	104
30	85
31	98
32	86
คะแนนเฉลี่ย	96

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	32	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	32	100.0
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.893	.894	25

จากตารางที่ ข.6 คะแนนนักเรียนทำแบบทดสอบการสร้างความคิดรวบยอด จำนวน 25 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คะแนนเต็ม 125 คะแนนแสดงผลวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบการสร้างความคิดรวบยอด (ข้อมูล Try-out) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 96 ค่า Reliability Statistics เท่ากับ 0.89



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ ข.7

คะแนนนักเรียนจากการทำแบบวัดการสร้างความคิดรวบยอด

ที่	ข้อ																									รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	0	3	4	3	3	4	3	3	3	5	5	3	4	5	5	3	2	3	3	4	3	3	4	4	2	87	3.48
2	3	3	4	4	4	5	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	5	5	5	4	5	96	3.84
3	3	4	3	4	5	4	3	4	5	3	4	5	3	4	4	5	4	3	4	4	4	3	3	4	5	98	3.92
4	4	5	5	4	4	5	4	3	5	5	5	4	4	5	5	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	109	4.36
5	5	4	5	3	5	3	4	4	4	5	3	3	3	2	3	4	3	3	2	3	4	5	4	3	3	90	3.6
6	4	5	4	3	5	5	4	3	4	5	5	5	5	5	3	5	5	5	4	4	5	3	4	5	5	110	4.4
7	4	4	3	5	3	2	3	3	4	5	4	2	1	3	1	3	4	2	3	3	2	5	2	3	4	78	3.12
8	3	2	4	3	5	3	4	3	3	3	4	3	2	4	3	5	3	3	4	2	5	3	3	4	5	86	3.44
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	125	5
10	4	3	2	4	5	5	4	5	4	3	4	5	4	5	2	4	5	5	3	3	4	4	2	3	2	94	3.76
11	3	3	5	3	3	5	5	5	5	5	1	5	5	2	4	2	3	2	2	4	5	3	3	4	3	90	3.6

(ต่อ)

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

ที่	ชื่อ																									รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
12	3	4	4	3	5	4	3	4	5	5	3	4	3	3	4	3	4	3	3	5	4	5	3	4	3	94	3.76
13	4	2	5	3	4	1	3	3	2	5	3	3	3	5	3	2	4	2	3	3	5	5	5	5	5	88	3.52
14	3	3	5	4	4	5	5	3	4	4	4	3	5	5	4	4	5	3	5	4	3	5	4	3	102	4.08	
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	125	5
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	125	5
17	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	5	4	5	3	4	3	4	5	3	4	4	4	92	3.68
18	4	5	5	4	5	4	3	4	5	5	4	4	5	5	3	4	3	5	4	5	4	5	5	5	5	110	4.4
19	5	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	5	4	4	3	3	3	4	3	3	3	87	3.48
20	3	4	3	5	3	3	4	5	3	4	3	3	3	4	5	3	3	3	4	4	5	4	4	4	5	94	3.76
21	4	5	4	5	5	4	3	3	4	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	4	4	110	4.4
22	4	3	5	5	5	3	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	114	4.56

(ต่อ)

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

ที่	ข้อ																									รวม เฉลี่ย		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			
23	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	114	4.56
24	3	4	3	4	4	3	2	3	4	4	4	4	5	4	4	3	3	3	4	2	3	3	4	5	5	90	3.6	
25	2	3	3	2	3	4	3	3	2	2	3	3	2	3	4	5	4	3	4	5	2	4	3	2	3	77	3.08	
26	5	5	5	3	4	5	4	5	3	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	112	4.48	
27	3	4	5	3	5	2	3	2	4	3	5	4	5	3	4	5	4	4	2	3	4	5	4	4	3	93	3.72	
28	3	4	2	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	4	3	4	80	3.2	
29	4	3	4	5	5	3	4	3	4	3	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	3	5	4	4	3	103	4.12	
30	4	3	4	4	4	3	3	3	4	5	3	4	3	5	5	3	4	4	3	3	3	3	5	3	4	93	3.72	
31	3	4	5	4	3	3	4	5	4	5	3	4	4	4	5	3	4	4	3	4	5	4	5	3	4	100	4	
32	4	5	4	4	4	3	5	5	4	4	5	5	5	4	3	4	4	5	4	5	4	5	5	3	5	109	4.36	
33	3	4	3	3	4	5	3	4	5	4	4	3	5	4	3	3	5	3	4	5	5	5	3	4	3	96	3.84	

(ต่อ)

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

ที่	ข้อ																									รวม	เฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
1	2	3	4	3	4	3	5	3	5	4	3	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	5	3	4	5	106	4.24
34	5	4	3	4	3	5	3	5	5	4	3	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	3	4	5	71	2.84
35	3	3	4	3	4	2	2	3	2	3	3	2	2	3	3	4	2	3	3	2	2	4	3	2	4		



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวอมร เกาสี
วัน เดือน ปี เกิด วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531
ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 25 หมู่ 14 ตำบลหนองม่วง
อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม 44130

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2560 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา (แผนวิชาชีพครู)
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY