



การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน
เคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ภัทรนันท์ ชื่นเรือง

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน
เคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

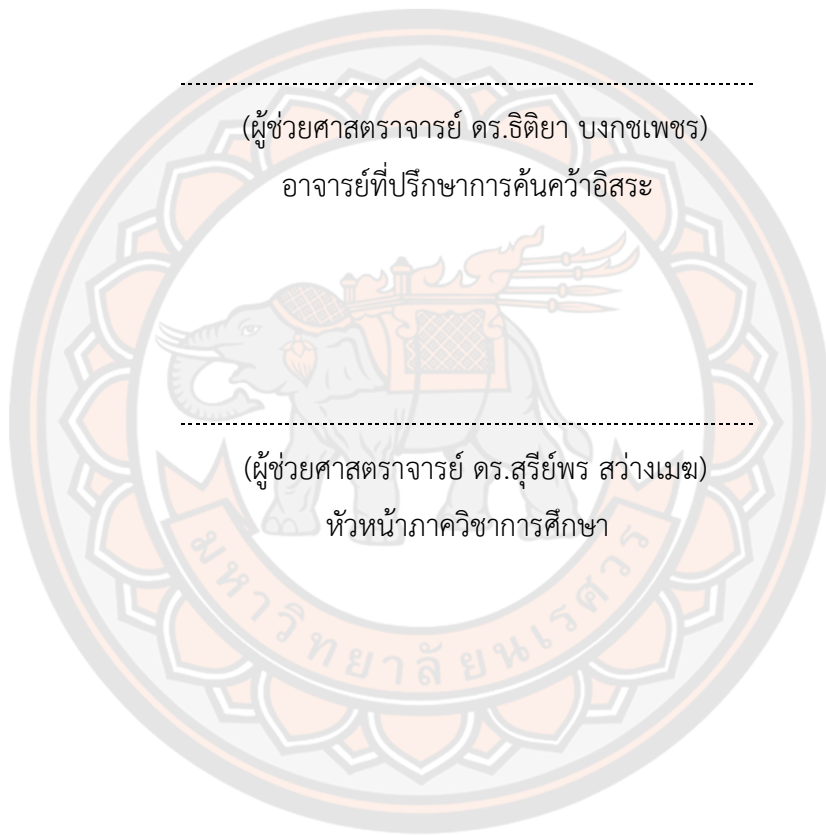
การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความ
ฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"
ของ ภัทรนันท์ ชื่นเรือง
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	ภัทรนันท์ ชื่นเรือง
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิตยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี, ความฉลาดรู้ด้านเคมี, สารละลาย

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้อง ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี จำนวน 4 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคสามเส้า

ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การใช้บริบทนำในขั้นที่ 1 ขั้นการกำหนดสถานการณ์ และบริบทใหม่ในขั้นที่ 4 ชี้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ควรมีความสอดคล้องกัน โดยบริบทที่เลือกใช้ควรเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในสังคม เช่น ชาวที่เป็นประเด็นในสังคมหรืออาจเป็นสถานการณ์ที่ครูจำลองขึ้นที่มีความน่าสนใจและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา การใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้ นักเรียนได้เกิดการวิเคราะห์ อธิบาย และระบุประเด็นปัญหาเกี่ยวกับบริบทดังกล่าวได้และควรสรุปแนวคิดสำคัญที่ได้จากบริบทนั้น การใช้เทคโนโลยีควรมีความจำเพาะเจาะจงกับเนื้อหาและกิจกรรมที่ออกแบบไว้เพื่อช่วยเสริมประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ เช่น แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน 2)

ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีพบว่า นักเรียนมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีสูงสุดในองค์ประกอบความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 88.89 รองลงมาคือเจตคติต่อเคมี บริบททางเคมีและทักษะการคิดขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 87.85 87.15 และ 86.81 ตามลำดับและแปลผลได้ว่ามีระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม



Title	CONTEXT-BASED LEARNING INTEGRATED WITH TECHNOLOGY TO DEVELOP CHEMICAL LITERACY ON THE SOLUTION TOPIC FOR 10 TH GRADE STUDENTS
Author	Pattaranun Chuenroung
Advisor	Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Science Education, Naresuan University, 2023
Keywords	Context-based learning with Technology, Chemical Literacy, Solutions

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) study the learning management of context-based learning with technology to development of chemical literacy on the topic solution for 10th grade students and 2) study the results of development of chemical literacy after implementing context-based learning (CBL) with technology. The research participants were 40 students in grade 10 of the science-mathematics learning plan from a school in Phichit province in the second semester of the academic year 2023. The research instruments were four CBL lesson plans, reflective learning management, activity sheets and chemical literacy assessments. Data were analyzed through content analysis, mean values, percentages, and data credibility was ensured through triangulation.

The results revealed that 1) the learning management of context-based learning with technology to develop chemical literacy, the teacher should emphasize choosing situations that are consistent and reflect real-life situations in society, such as social issues or situations that the teacher simulates. The teacher should use probing questions to stimulate analysis, explanation, and identification of issues related to the contexts and students should summarize the key concepts derived from that context. The use of technology should be specific to the content and activities designed to enhance learning management effectiveness, such as virtual

experiment simulation. 2) the results of development of chemical literacy after implementing context-based learning (CBL) with technology. The students scored highest in chemical literacy components with 88.89% in chemical content, followed by attitude toward chemistry, chemical in context and high-order learning skill scoring 87.85% and 87.15% respectively. The interpretation of these results indicates that the level of chemical literacy is excellent.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างดีจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระที่ได้ให้คำแนะนำ การตรวจแก้ไขเครื่องมือและข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังให้คำปรึกษาต่างๆ และให้กำลังใจต่อผู้วิจัย ซึ่งช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ ดร.สุรียา ซาปู้ นายอิสรา อยู่หว่าง และนางกฤษณา พุ่มขาวสวน ที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เป็นอย่างดี และขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารโรงเรียน และคณะครูโรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคมทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนการเก็บข้อมูลวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566

ทุกคนที่ตั้งใจและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและเก็บข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและช่วยสนับสนุนให้ผู้วิจัยทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วง คอยเป็นกำลังใจสำคัญให้ผู้วิจัยผ่านพ้นอุปสรรคต่างๆ และคอยห่วงใยและส่งเสริม สนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาและประสบการณ์ต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำลังศึกษา และขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกคนที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแต่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

ภัทรนันท์ ชื่นเรือง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณุปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	6
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	6
ขอบเขตของงานวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน.....	11
ความฉลาดรู้ด้านเคมี.....	13
เทคโนโลยี.....	28
การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี.....	36
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
งานวิจัยในประเทศ.....	46

งานวิจัยต่างประเทศ.....	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	53
รูปแบบการวิจัย.....	53
กลุ่มเป้าหมายและบริบทของการวิจัย	55
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	56
การสร้างเครื่องมือวิจัย.....	58
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ.....	69
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	70
ผลการวิจัย.....	70
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการ พัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีเรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	70
ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.	101
บทที่ 5 สรุปผล.....	117
สรุปผลการวิจัย.....	117
อภิปรายผล	121
ข้อเสนอแนะ	124
บรรณานุกรม.....	125
ประวัติผู้วิจัย	186

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2005, 2006b) และ Thummathong et al. (2016).....	20
ตาราง 2 แสดงการวัดประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b).....	22
ตาราง 3 การวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Cigdemoglu (2015).....	24
ตาราง 4 การประเมินการตอบคำถามแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ (Cigdemoglu, Arslan, & Çam, 2016).....	25
ตาราง 5 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี ประเภทเครื่องมือที่ใช้ประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนนของ Thummathong et al. (2016).....	26
ตาราง 6 เกณฑ์การแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีตามร้อยละคะแนนที่ได้ของ Thummathong et al. (2016).....	27
ตาราง 7 ประเภทเครื่องมือที่ใช้ประเมิน องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ใช้ในงานวิจัย	28
ตาราง 10 เทคโนโลยีที่ใช้ในงานวิจัยและจุดประสงค์ของการใช้เทคโนโลยี.....	35
ตาราง 8 แสดงลักษณะและความสำคัญ และตัวอย่างของบริษัทในแต่ละด้านของ De Jong (2008).....	39
ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานของ Gilbert, Williams and Day และ Parchmann.....	44
ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย.....	57
ตาราง 12 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี.....	59

ตาราง 13 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนา.....	93
ตาราง 14 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบ ความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของ สารละลายหน่วยร้อยละจาก ใบกิจกรรม สืบ หา ใคร ซ้ำ เชื้อ	101
ตาราง 15 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบ ความฉลาด.....	102
ตาราง 16 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบ ความฉลาดรู้ด้านเคมีระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียม สารละลาย	104
ตาราง 17 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบ ความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการ ของสารละลาย จากใบกิจกรรม ล้างลับสูตรเซพมิซิลิน.....	105
ตาราง 18 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 3 จากใบกิจกรรมและแบบประเมินเจตคติทางเคมี	106
ตาราง 19 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ได้จากใบกิจกรรม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความฉลาดรู้ ด้านเคมี	107

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein	16
ภาพ 2 กรอบโครงสร้างที่ใช้วัดความฉลาดรู้ด้านเคมี	27
ภาพ 3 การทดลองเสมือน เรื่องสมบัติแก๊สจาก PHET Simulation	32
ภาพ 4 การทดลองเสมือนเรื่องสารละลายจาก Teachchemistry (AACT) และ PHET	32
ภาพ 5 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เฉลี่ย	33
ภาพ 6 เทคโนโลยีเสริมสภาพจริงจาก AR Chemistry Lab และ Chemistry AR (BETA)	34
ภาพ 7 แสดงหน้าจอการเผยแพร่ใบกิจกรรมสืบหา ใคร ชำ เชื้อ ของนักเรียน	73
ภาพ 8 แสดงหน้าจอการสร้างกราฟจากเว็บไซต์ VISME	75
ภาพ 9 แสดงหน้าจอการรายงานดัชนีคุณภาพอากาศจากแอปพลิเคชัน Air4Thai	77
ภาพ 10 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชัน LUX Light Meter ที่ใช้สำหรับตรวจสอบความชุ่ม	80
ภาพ 11 การทำกิจกรรม Water Analysis report การตรวจสอบคุณภาพน้ำในโรงเรียน	81
ภาพ 12 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชัน Simulation AACT ในการคำนวณ	84
ภาพ 13 แสดงหน้าจอการทดลองเสมือน Simulation AACT ในตอนการชั่งสารเคมี	84
ภาพ 14 การเผยแพร่ขั้นตอนการทดลองใน Facebook เรื่อง การเตรียม	86
ภาพ 15 แสดงหน้าจอการทดลองเสมือน Simulation AACT ในเรื่องจุดเดือดของสารละลาย	90
ภาพ 16 แสดงหน้าจอการทดลองเสมือน Simulation AACT ในเรื่องจุดเยือกแข็งของสารละลาย	91

ภาพ 17 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 2 คะแนน แสดงถึงการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี.....	108
ภาพ 18 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 1 คะแนน จากใบกิจกรรม สืบ หา ใคร ฆ่า เชื้อ	108
ภาพ 19 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 2 คะแนน แสดงถึงการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านความรู้ทางเคมีมาใช้อธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ของนักเรียนกลุ่มที่ 5	109
ภาพ 20 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 1 คะแนน จากใบกิจกรรม การรายงานคุณภาพอากาศ	109
ภาพ 21 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านความรู้ทางเคมีมาใช้ในการคำนวณหาสารที่ต้องการซึ่งเพื่อเตรียมสารละลายของนักเรียนกลุ่มที่ 2 และ 5 ..	110
ภาพ 22 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านความรู้ทางเคมีมา	111
ภาพ 23 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 2 คะแนน แสดงถึงการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้าน	112
ภาพ 24 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 1 คะแนน จากใบกิจกรรม สืบ หา ใคร ฆ่า เชื้อ ของนักเรียนกลุ่มที่ 7	112
ภาพ 25 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีมาใช้ในการอธิบายคุณภาพอากาศจากสถานการณ์ ของนักเรียนกลุ่มที่ 4.....	113
ภาพ 26 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมี... ..	113
ภาพ 27 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีมาใช้ ใน	114
ภาพ 28 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง มาใช้ในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นของเจลแอลกอฮอล์ของนักเรียนกลุ่มที่ 7.....	114

- ภาพ 29 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง การทำกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 ในการการสืบค้นค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้..... 115
- ภาพ 30 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง การทำกิจกรรมการเตรียมสารละลาย 116
- ภาพ 31 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง การทำกิจกรรมการ ถ้างลับสูตรเคมีของนักเรียนกลุ่มที่ 5 116



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ความฉลาดรู้ด้านเคมี มีความสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงแนวคิดพื้นฐานและหลักการของวิชาเคมี ซึ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการคิดและตัดสินใจอย่างรอบรู้ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นด้านต่างๆ ทั้งด้านสุขภาพ ด้านสิ่งแวดล้อมและด้านเทคโนโลยี (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2005) เนื่องจากความฉลาดรู้ด้านเคมี คือความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆ ของเคมี ใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อเคมีมาอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของความรู้ที่มุ่งเน้นไปที่แนวคิดทางเคมีและการนำไปใช้งาน โดย Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ได้ให้คำจำกัดความของความฉลาดรู้ด้านเคมีและพัฒนาจรรยาบรรณองค์ประกอบสำหรับการประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี ด้านบริบททางเคมี ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี ซึ่งในปัจจุบันถูกนำมาใช้เป็นกรอบการทำงานสำหรับการศึกษาความฉลาดรู้ด้านเคมี ซึ่งความฉลาดรู้ด้านเคมีเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาสำหรับนักเรียนที่เน้นการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนที่เน้นการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะมีความถนัดในด้านความจำเกี่ยวกับเนื้อหาและหลักการทางเคมี แต่ยังคงขาดการนำความรู้ไปใช้ และยังคงขาดการเชื่อมโยงสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวันว่ามีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างไร (พัชรี ร่มพยอม, 2558) ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีในปัจจุบัน ซึ่งมักเน้นไปที่การสอนเนื้อหา ทฤษฎี และฝึกทำโจทย์ปัญหาเท่านั้น ซึ่งขาดการจัดการจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงสถานการณ์ที่ใกล้ตัวให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนคิดว่าวิชาเคมีหรือวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไกลตัวหรือเป็นเพียงแค่หลักการเท่านั้น และการที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านเคมี จะสามารถนำไปสู่การพัฒนาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากแนวคิดทางเคมีเป็นแนวคิดพื้นฐานของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ในอีกหลายแขนง (Cigdemoglu, Arslan, & Çam, 2016)

ปัจจุบันโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านสังคม ด้านการดำเนินชีวิต และด้านความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ล้วนแต่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้แนวคิดพื้นฐานและหลักการของวิชาเคมี (Gilbert & Treagust, 2009) อาทิ การเลือกใช้วัสดุคุณภาพดีและสารเคมีในการผลิตเครื่องสำอางและยา การใช้ประโยชน์ของพลังงานนิวเคลียร์ในทางการแพทย์ โดยใช้ไอโอดีน-131 ตรวจความผิดปกติของต่อมไทรอยด์ หรือใช้รังสีรักษา

โรคมะเร็ง เป็นต้น ซึ่งบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมีจะสามารถอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องและประเมินการโต้แย้งหรือการอภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเคมีได้ (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2006b)

วิชาเคมีเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร เนื้อหาส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เน้นไปที่การอธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสาร ซึ่งประกอบไปด้วยการเปลี่ยนแปลงระดับมหภาค การเปลี่ยนแปลงระดับจุลภาค และการเปลี่ยนแปลงระดับสัญลักษณ์ โดยการเปลี่ยนแปลงระดับมหภาคเป็นการอธิบายถึงปรากฏการณ์ทางเคมีที่สามารถสังเกตเห็นได้ แต่การเปลี่ยนแปลงในระดับจุลภาคเป็นการอธิบายปรากฏการณ์ทางเคมีที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งเป็นการอธิบายการเปลี่ยนแปลงของสารในระดับอะตอมและโมเลกุล ส่วนในการเปลี่ยนแปลงระดับสัญลักษณ์เป็นการอธิบายที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาค โดยการเขียนด้วยสัญลักษณ์ทางเคมี (Gilbert & Treagust, 2009)

สารละลาย เป็นแนวคิดพื้นฐานหนึ่งที่สำคัญสำหรับการเรียนรายวิชาเคมีคำนวณ (Pramchoo, Sreethunyoo, & Meesuk, 2017) เนื่องจากเนื้อหาเรื่องสารละลายจะเป็นแนวคิดพื้นฐานในการเรียนรู้แนวคิดอื่นๆ ในรายวิชาเคมี เช่น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส สมดุลเคมีและกรด-เบส เป็นต้น และสารละลายยังเป็นเนื้อหาที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการนำไปใช้ในงานด้านเคมีชีวภาพ ห้องปฏิบัติการ และอุตสาหกรรมต่างๆ รวมทั้งยังเป็นเนื้อหาที่สอดแทรกอยู่ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันหรือใกล้ตัว เช่น การระบุน้ำแข็งของเครื่องดื่ม ความเข้มข้นของเจล แอลกอฮอล์ล้างมือ การรายงานข่าวคุณภาพอากาศ (PM 2.5) การทำน้ำแข็งเกล็ดหิมะ หรือการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เป็นต้น

จากประสบการณ์ในฐานะครูผู้สอนรายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ผ่านมาพบว่า เมื่อครูผู้สอนถามคำถามกับผู้เรียนเกี่ยวกับการให้ยกตัวอย่างสารละลายที่พบได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนส่วนใหญ่มักตอบว่าสารละลายคือของเหลวหรือของแข็ง ที่ประกอบไปด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลายเพียงเท่านั้น ซึ่งเป็นเพียงแค่ความรู้ในทางทฤษฎีที่ท่องจำมา โดยไม่สามารถยกตัวอย่างสารละลายที่พบในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากยังขาดความฉลาดรู้ด้านเคมี และจากการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีที่ผ่านมาเน้นไปที่การจำสูตรเพื่อใช้ในการคำนวณมากกว่า การสอนให้เข้าใจแนวคิดหรือที่มาและการเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน เป็นผลทำให้นักเรียนมักจะจดจำเฉพาะหลักการ แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ไปยังระดับมหภาคและจุลภาค ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seher, Kolomuç and Ayas (2004) ที่มีผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกทำโจทย์ปัญหาโดยขาดการเรียนการสอนที่เน้นความเข้าใจถึงแนวคิดที่สำคัญนั้น ทำให้นักเรียนมีความคิดคลาดเคลื่อนอีกทั้งยังไม่ช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้ ซึ่งปัญหาดังกล่าวสอดคล้องว่านักเรียนควรที่จะได้รับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีทั้ง

4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี ด้านบริบททางเคมี ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี เพื่อแก้ไขปัญหาข้างต้นที่กล่าวมา ดังนั้นในการจัดการเรียนรายวิชาเคมีควรนำเอาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือบริบทที่เกี่ยวข้องในชีวิตจริงหรือชุมชนเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์จริงที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากบริบทและสถานที่จริง และเหตุการณ์จริงที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากบริบท สถานที่และเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจึงช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตประจำวันได้เพราะการเรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้ตัวจะทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย (อิชยา กองไชย, 2565) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sriprom and Onthane (2020) พบว่า จากการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิก ทำให้นักเรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเอาบริบทใกล้ตัวนักเรียนมากระตุ้นทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง และด้วยขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น ตั้งข้อสงสัย หาคำตอบ ลงข้อสรุป โดยการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นด้วยหลักการและเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง Okafor (2021) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้การจัดการเรียนรู้บริบทเป็นฐาน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานมีผลต่อทักษะกระบวนการบูรณาการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาเคมีมากกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม และจากการศึกษาข้อมูลและงานวิจัยทางการศึกษา เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Eny and Wiyarsi (2019) ที่ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในหัวข้อสมดุลเคมี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทที่พบได้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้หัวข้อเรื่อง แนวปะการัง การขาดแก๊สออกซิเจน (โรคไฮพอกเซีย) และสารเคลือบฟันซึ่งเป็นบริบทที่พบได้ในชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่า หัวข้อแนวปะการัง และการขาดแก๊สออกซิเจน (โรคไฮพอกเซีย) ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ดีขึ้นในการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีตามบริบท และหัวข้อสารเคลือบฟันทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความฉลาดรู้ด้านเคมีน้อยที่สุดจากการเรียนรู้เรื่องสมดุลเคมีตามบริบท ซึ่งจากข้อมูลข้างต้น จะพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะสามารถช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ โดยมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบในด้านความรู้ทางเคมี และด้านบริบททางเคมี ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้จากบริบทและเหตุการณ์จริงในชีวิตประจำวันโดยสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้เข้ากับเนื้อหาวิชาเคมีได้และมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบในด้านด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมีที่

นักเรียนจะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ พิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลรวมทั้งเกิดความสนใจในเนื้อหาเคมีมากขึ้น ซึ่งการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ควรนำไปใช้ในโรงเรียนอยู่อย่างเสมอเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนให้ดีขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำเอาบริบทรอบตัวของนักเรียนเข้ามาเชื่อมโยงกับการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ว่าวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียนกับวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงเป็นสิ่งเดียวกัน (Sriphrom & Onthanee, 2020) สามารถเชื่อมโยงกันได้และเป็นเรื่องใกล้ตัวมากขึ้น ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจเรียนและมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์มากขึ้นและช่วยให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบและสามารถนำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับบริบทอื่นๆ ได้

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้ประชาชนทุกคนสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น ส่งผลให้การศึกษาของประเทศไทยต้องเกิดการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ก้าวทันต่อความต้องการในการเรียนรู้ที่มีความหลากหลายมากขึ้น (วิทยา วาโย, 2563) และเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันตอบสนองต่อการพัฒนาของเทคโนโลยี การศึกษาในปัจจุบันจึงต้องมีการปรับรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนมาพร้อมกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเพิ่มเข้าไปและกลไกสำคัญของระบบการศึกษาคือครูผู้สอนที่เป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรที่จะมีการพัฒนาทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาสาระของวิชา และการใช้เทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างสนุกสนาน และเทคโนโลยีจะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Rodniyom, 2023)

จากปัญหาของการเรียนรายวิชาเคมีและประเด็นข้างต้นที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำเทคโนโลยีเข้ามามีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน และสอดคล้องกับงานวิจัย Chatwan, Bongkotphet and Vorasingha (2018) ที่มีการใช้แอปพลิเคชัน Zappar และ V-player เข้ามาเป็นสื่อการเรียนรู้ในการตรวจสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีทั้ง 3 ระดับ ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นและอยากรู้อยากเห็นในเนื้อหาที่จะเรียนมากขึ้น และยังทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นโมเลกุลในระดับจุลภาคได้โดยไม่ต้องจินตนาการในสิ่งที่เป็นการนามธรรมด้วยตนเอง และงานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีร่วมกับการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี พบว่าการที่ใช้โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของเคมี ทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและการสืบเสาะหาความรู้ที่ดีขึ้น (Davenport, Rafferty, & Yaron, 2018) เนื่องจากเทคโนโลยีเสมือนจริง อาทิ โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการ

เสมือนจริง จะทำให้ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องประเภทและปริมาณของสารที่ใช้ในการพิสูจน์หรือทดสอบ สมมติฐาน และการใช้ห้องทดลองเสมือนจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลของผู้วิจัยข้างต้น พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีจะสามารถช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนได้ เนื่องจากจุดเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานคือการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนเรียนรู้จากสถานการณ์จริง มีการเชื่อมโยงการเรียนรู้เข้ากับชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่ใกล้ตัวซึ่งจะช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน โดยในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อเข้าไปช่วยส่งเสริมความเข้าใจ ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ ก่อให้เกิดทักษะทางการเรียนรู้ที่ดีมากขึ้น การนำเทคโนโลยีมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะช่วยให้ นักเรียนสามารถอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น ช่วยตรวจสอบข้อมูลที่เกี่ยวข้องและ ประเมินการโต้แย้งหรือการอภิปรายในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับเคมีได้ซึ่งจะก่อให้เกิดความฉลาดรู้ด้านเคมีกับนักเรียน และจากการสืบค้นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่ามีเทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้บูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีได้ เพื่อช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แนวใหม่ อาทิ เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน เทคโนโลยีเสริมสภาพจริง แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ และเทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา (Chamrat, 2019) และตามที่ Rodniyom (2023) ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีไว้ว่า เทคโนโลยีเป็นตัวที่ ผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และ ทักษะของนักเรียนให้ดีขึ้น

ดังนั้นจากความเป็นมา ความสำคัญ ปัญหาและสาเหตุต่างๆ ประกอบกับการศึกษางานวิจัยที่ เกี่ยวข้อง จึงทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญและต้องการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยผู้วิจัยมีความ สนใจที่จะศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร และสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้หรือไม่ อย่างไร

คำถามวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตของงานวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งขอบเขตงานวิจัยออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา ขอบเขตด้านเนื้อหา มีรายละเอียดดังนี้

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้อง ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน เป็นนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 25 คน นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับที่ดี และมีความพร้อมในด้านอุปกรณ์การเรียน ได้แก่ โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต รวมทั้งอินเทอร์เน็ต ซึ่งนักเรียนมีความตั้งใจและเอาใจใส่ในการเรียนการสอนเป็นอย่างดี

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี
2. ความฉลาดรู้ด้านเคมี

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาเคมี 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้เนื้อหา เรื่อง สารละลาย ได้แก่

- 1) ความเข้มข้นของสารละลาย 2) การเตรียมสารละลาย 3) สมบัติบางประการของสารละลาย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลาย โดยนำเอาบริบทซึ่งเป็นสถานการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัวนักเรียน ครูผู้สอน โรงเรียนและสังคม ที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่องสารละลาย มาเป็นสื่อการสอนในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น และช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียน โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นจะนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แอปพลิเคชันในสมาร์ทโฟน, Simulation (การทดลองเสมือน), เว็บไซต์, สื่อสังคมออนไลน์ และสื่อมัลติมีเดียที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาในเรื่องสารละลาย โดยใช้ผ่านสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจ เข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายยิ่งขึ้น และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี มีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน 4 ขั้นตอน ตามของ Gilbert (2006) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ครูมีกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง สารละลาย โดยสถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ใกล้ตัวกับนักเรียน เป็นประเด็นในสังคมหรืออาจเป็นสถานการณ์ที่ครูจำลองขึ้น ให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดกระบวนการคิด อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวว่าเกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไรและผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ ระบุประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนำความสนใจนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ ได้แก่ Padlet, Canva Whiteboard

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด เพื่อศึกษาหรือสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาค้นพบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ได้แก่ Simulation AACT, PHET

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อค้นพบหรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยมีครูและนักเรียนร่วมกันประเมินความถูกต้องของแนวคิดสำคัญจากการนำเสนอใบกิจกรรมหรือผลงาน

จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อสรุปความรู้หรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรมจากสถานการณ์ดังกล่าว

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทแอปพลิเคชันสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอ ได้แก่ Padlet, Canva และเผยแพร่ผลงานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีเนื้อหาในทางเคมีเช่นเดียวกันกับกิจกรรมก่อนหน้า โดยอาจจะเป็นภาพข่าวหรือคลิปวิดีโอที่มีเนื้อหาที่กระชับและน่าสนใจ และเป็นเนื้อหาที่ต่อยอดจากเนื้อหาเดิม เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมไปปรับประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาที่เรียนว่าสามารถนำไปใช้หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ได้แก่ Simulation AACT, PHET และแอปพลิเคชันสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอ ได้แก่ Canva

2. ความฉลาดรู้ด้านเคมี (Chemical Literacy) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆของเคมี และใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการ และเจตคติต่อเคมีมาอธิบายประเด็นทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งสามารถประเมินได้จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี ด้านบริบททางเคมี ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2006a) ซึ่งประเมินจากใบกิจกรรมและแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ความรู้ทางเคมี (chemical content) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดวิทยาศาสตร์พื้นฐานและแนวคิดหลักทางเคมีกับปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ รวมทั้งสามารถอธิบายและพิสูจน์ปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้อิทธิพลเฉพาะของเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน หมายถึง ความรู้ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์วิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ในเชิงเคมีได้

2) แนวคิดหลักทางเคมี หมายถึง องค์ความรู้ทางเคมีที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้อิทธิพลเฉพาะของเคมี ได้แก่ อธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูป โครงสร้าง โมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ กระบวนการ แลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี และอธิบายกระบวนการของชีวิตในรูปของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมีได้

บริบททางเคมี (chemical in context) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม อีกทั้งยังใช้ความรู้ทางเคมีในการตัดสินใจเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถวัดได้ด้วย 3 ตัวบ่งชี้ คือ

1) บริบทชีวิตประจำวัน หมายถึง การใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับปรุงหรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

2) บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม หมายถึง การเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม

3) บริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี หมายถึง การใช้ความเข้าใจในเคมีในการเลือกการตัดสินใจบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี

ทักษะการคิดขั้นสูง (high-order learning skill) หมายถึง ทักษะในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) ทักษะการสืบเสาะ หมายถึง การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้หรือข้อเท็จจริงจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

2) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณาที่เกี่ยวข้องทางด้านเคมี

เจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อเคมีและกิจกรรมการเรียนรู้ทางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

1) ความเป็นกลาง หมายถึง ความรู้สึกที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไปต่อเคมี และการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

2) มีความสนใจ หมายถึง ความตั้งใจจดจ่อในหัวข้อใหม่ๆ ทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน
 - 1.1 วิสัยทัศน์
 - 1.2 พันธกิจของโรงเรียน
 - 1.3 เป้าประสงค์ของโรงเรียน
 - 1.4 คำอธิบายรายวิชาเคมี 2
 - 1.5 ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี 2
2. ความฉลาดรู้ด้านเคมี
 - 2.1 ความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านเคมี
 - 2.2 ความหมายความฉลาดรู้ด้านเคมี
 - 2.3 องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี
 - 2.4 แนวทางการวัดประเมินผลความฉลาดรู้ด้านเคมี
3. เทคโนโลยี
 - 3.1 ความหมายของเทคโนโลยี
 - 3.2 ความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา
 - 3.3 เทคโนโลยีกับการสอนเคมี
4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 4.1 ความหมายของบริบท
 - 4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 4.3 ขอบเขตการเลือกบริบท
 - 4.4 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
 - 4.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน

1.1 วิสัยทัศน์

มุ่งพัฒนาการศึกษา ตามมาตรฐานสากล บนพื้นฐานคุณธรรม

1.2 พันธกิจของโรงเรียน

1.2.1 ส่งเสริมระบบการบริหารงาน ให้มีความคล่องตัว มีประสิทธิภาพ โปร่งใส ตรวจสอบได้ โดยเน้นการมีส่วนร่วม

1.2.2 พัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษา ขั้นพื้นฐาน มุ่งสู่ความเป็นสากล

1.2.3 จัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้มีคุณธรรม จริยธรรม มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ส่งเสริมความเป็น ไทย และดำเนินชีวิตตามแนวทางปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.2.4 พัฒนาคูและบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้ มีคุณธรรม จรรยาบรรณ ตามมาตรฐานวิชาชีพครู

1.2.5 ส่งเสริม พัฒนาสื่อและแหล่งเรียนรู้ให้หลากหลาย ทันสมัย อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.6 ส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถานศึกษา ผู้ปกครอง และชุมชนเพื่อสนับสนุน การจัดการศึกษา

1.3 เป้าประสงค์ของโรงเรียน

1.3.1 นักเรียนได้รับการศึกษาที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาขั้น พื้นฐานและมีศักยภาพตาม มาตรฐานสากล

1.3.2 นักเรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง

1.3.3 ครูและบุคลากรทางการศึกษาปฏิบัติตนตามมาตรฐานวิชาชีพ และมี จรรยาบรรณเป็นแบบอย่างที่ดี

1.3.4 จัดสื่อและแหล่งเรียนรู้โดยนิตเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อการ เรียนรู้

1.3.5 สถานศึกษามีระบบบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ

1.3.6 สถานศึกษาได้รับความร่วมมือจากผู้ปกครอง และชุมชนในการจัดการศึกษา อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 คำอธิบายรายวิชาเคมี 2

รหัสวิชา ว30222 รายวิชา เคมี 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP หน่วยและความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย การเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ความหมายสูตรโมเลกุล สูตรเคมีหรือสูตรอย่างง่ายและสูตรโครงสร้าง มวลเป็นร้อยละจากสูตร สูตรเคมีหรือสูตรโมเลกุลของสาร การดุลสมการเคมี อัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นที่ทำให้ปฏิกิริยาพอดีกัน สมบัติของระบบปิดและระบบเปิด ปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอวอกาโดร ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีนั้นๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณและผลได้ร้อยละ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ คำนวณ ทดลอง เขียนกราฟ เขียนแผนภาพ นำเสนอผล ประยุกต์ใช้และแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ตระหนัก ดูแลรักษาอย่างเหมาะสม ปลอดภัยและคุ้มค่า เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะและกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ใน ชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ เพื่อให้เห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาเคมี สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบ มีระเบียบ รอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และสร้างสรรค์นวัตกรรมได้อย่างเป็นระบบตามสมรรถนะของนักเรียนและคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ มีคุณภาพนักเรียนตามยุทธศาสตร์ชาติ อารงความเป็นไทย ยึดค่านิยมร่วมของสังคม ส่งเสริมอัตลักษณ์ท้องถิ่น เป็นคนดี มีคุณธรรม เห็นคุณค่าตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง และพัฒนาตามมาตรฐานสากลสู่ความเป็นพลโลก

1.5 ผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี 2

ผลการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี 2 มีทั้งหมด 14 ผลการเรียนรู้ แต่ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้เนื้อหาเคมีเรื่องสารละลาย ซึ่งอยู่ในผลการเรียนรู้ข้อที่ 1.5.1 - 1.5.7 รวมทั้งสิ้น 7 ผลการเรียนรู้

1.5.1 บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุและคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตรได้

1.5.2 อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP ได้

- 1.5.3 คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่ได้
- 1.5.4 คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสารได้
- 1.5.5 คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่างๆ ได้
- 1.5.6 อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตีและปริมาตรสารละลายตามที่กำหนดได้
- 1.5.7 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายได้
- 1.5.8 แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดได้
- 1.5.9 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสารได้
- 1.5.10 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลายได้
- 1.5.11 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊สได้
- 1.5.12 คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอนได้
- 1.5.13 ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่างๆ ในปฏิกิริยาเคมีได้
- 1.5.14 คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีได้

ความฉลาดรู้ด้านเคมี

2.1 ความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านเคมี ทำให้ผู้วิจัยพบถึงความสำคัญของการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ซึ่งจะแตกต่างกันในด้านของกลุ่มเป้าหมายที่ควรได้รับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Celik (2014) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการที่ควรจะพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีที่มีกลุ่มเป้าหมายเป็นประชาชนทุกคน โดย Celik (2014) กล่าวไว้ว่าเนื่องจากในชีวิตประจำวันของทุกคนล้วนเกี่ยวข้องอย่างมากกับเคมี อาทิเช่น การใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ทางเคมีทั้งสิ้น ดังนั้นการที่ประชาชนได้รับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีที่จะต้องมีความรู้และทักษะที่ครอบคลุม จึงจะช่วยให้ทุกคนสามารถทำความเข้าใจเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อม สามารถนำความเข้าใจนั้นไปใช้ได้จริง โดยอาศัยความรู้ทางเคมีซึ่งจะช่วยให้ประชาชนสามารถตัดสินใจอย่างถูกต้อง

ซึ่งจะแตกต่างกับของ Eny and Wiyarsi (2019) และ Cigdemoglu (2020) ที่มีกลุ่มเป้าหมายของความสำคัญของการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีเป็นนักเรียน โดย Eny and Wiyarsi (2019) ทำการศึกษาและพบว่า ความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนยังคงอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้จากโรงเรียนเข้ากับบริบทในชีวิตประจำวันของตนเองได้ และพบว่าสำหรับนักเรียนการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ไกลตัวและยากที่จะเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะคล้ายกับของ Cigdemoglu (2020) ที่กล่าวไว้ว่า แนวคิดทางเคมีเป็นสิ่งเรียนรู้ได้และเข้าใจยากและไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรืออาชีพในอนาคตของนักเรียน โดย Cigdemoglu (2020) ยังได้พิจารณาถึงตัวหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ซึ่งพบว่าขาดการนำความรู้ทางทฤษฎีไปเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ดังนั้นนักเรียนควรที่จะได้รับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เพื่อที่จะสามารถเข้าใจแนวคิดพื้นฐานของเคมี เห็นความสำคัญของเคมี เพื่อที่จะนำมาใช้อธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและใช้ในชีวิตรประจำวันได้ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีกับวิชาเคมีมากขึ้นว่าแนวคิดทางเคมีเป็นวิชาที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและไม่ได้เป็นเรื่องที่ไกลตัว

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านเคมีข้างต้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ให้ความสำคัญของความฉลาดรู้ด้านเคมี ไว้ว่า ความฉลาดรู้ด้านเคมีจะช่วยให้ทุกคนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสิ่งแวดล้อมได้ โดยมีทั้งความรู้และทักษะที่ครอบคลุม ซึ่งจะถือว่าเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมี

2.2 ความหมายความฉลาดรู้ด้านเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ามีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านเคมี ดังต่อไปนี้

Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006a) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านเคมีไว้ว่าเป็นความเข้าใจของบุคคลในด้านความรู้ทางเคมี (Chemical content) ด้านบริบททางเคมี (Chemical in context) ด้านทักษะการคิดขั้นสูง (High-order learning skill) และด้านเจตคติต่อเคมี (Attitude toward chemistry)

Thummathong et al. (2016) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านเคมีไว้ว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ทางเคมีในชีวิตประจำวันในลักษณะของความเข้าใจใน 3 ลักษณะ ได้แก่ ความรู้ทางเคมี ความตระหนักถึงความสำคัญของเคมี และการประยุกต์ใช้เคมีในชีวิตประจำวันอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ภุริต สวงนศักดิ์ (2562) ได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านเคมีไว้ว่า การมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางเคมี มีความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีเข้ากับบริบทในชีวิตประจำวัน มีทักษะการเรียนรู้ระดับสูง และมีเจตคติที่ดีต่อเคมี

ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงที่มาและความหมายของความฉลาดรู้ด้านเคมี พบว่าของ Shwartz ได้รับการยอมรับและถูกนำไปอ้างอิงในวงกว้างในนักเคมี นักการศึกษา เช่น งานวิจัยของ Eny and Wiyarsi (2019) ที่ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในหัวข้อสมดุลเคมีและครูผู้สอนในรายวิชาเคมีโรงเรียนมัธยมปลาย เช่น ภุริต สวงนศักดิ์ (2562) ที่ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดย Shwartz มีกระบวนการพัฒนานิยามความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) การสัมภาษณ์นักเคมีและนักวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อรวบรวมแนวคิดหลากหลายไว้เป็นแนวทางในการพิจารณาเพิ่มเติม 2) การดำเนินโครงการพัฒนาในระยะยาว ซึ่งครูผู้สอนวิชาเคมีระดับมัธยมปลายต้องอภิปรายและสะท้อนถึงปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความรูทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางเคมี และการสอนเคมี (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2005) และ 3) การตรวจสอบการยอมรับเกี่ยวกับเนื้อหาของการนิยาม

Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ได้อธิบายต่อไว้ว่า ผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมีนั้นจะต้องเป็นบุคคลที่มีความสามารถ ดังนี้

1. ความรู้ทางเคมี

1.1 ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

1.1.1 เคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง อีกทั้งยังมีการสืบเสาะหาความรู้ ข้อสรุป และนำเสนอทฤษฎี ในการอธิบายธรรมชาติของโลก

1.1.2 ความรู้วิชาเคมีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในสาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ได้ เช่น ด้านธรณีวิทยา ด้านชีววิทยา เป็นต้น

1.2 แนวคิดหลักทางเคมี

1.2.1 วิชาเคมีอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร

1.2.2 วิชาเคมีพิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์

1.2.3 วิชาเคมีพิสูจน์กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.2.4 วิชาเคมีมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจและอธิบายชีวิตในรูปแบบของกระบวนการและโครงสร้างทางเคมี

2. บริบททางเคมี บุคคลผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมีมีความสามารถดังนี้

2.1 ยอมรับความสำคัญของความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในทุกวัน

2.2 ใช้ความเข้าใจในวิชาเคมีของตนในชีวิตประจำวัน อย่างเช่น การบริโภคผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีใหม่ การตัดสินใจ และมีส่วนร่วมในการอภิปรายทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาทางเคมี

2.3 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างนวัตกรรมทางเคมีและกระบวนการทางสังคมวิทยา

3. ทักษะการคิดขั้นสูง บุคคลผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมีสามารถอภิปรายปัญหาทางเคมีเพื่อมองหาข้อมูลและโยงความสัมพันธ์กัน สามารถวิเคราะห์การได้หรือเสียประโยชน์ได้หลากหลายประเด็น

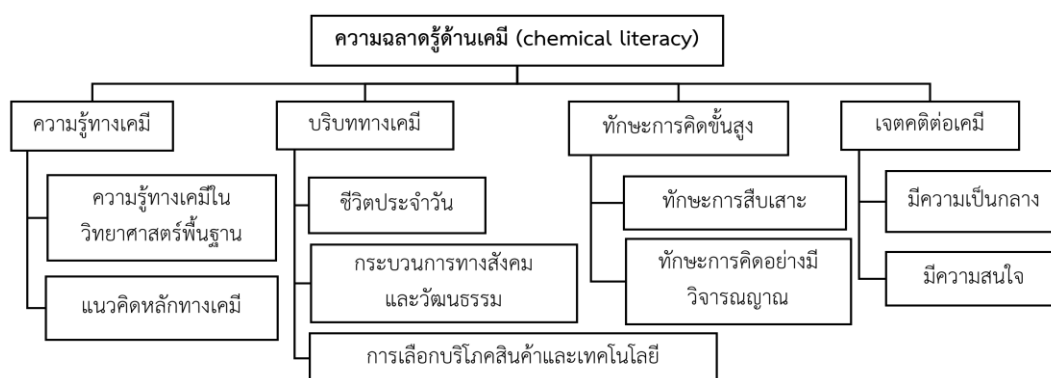
4. เจตคติต่อเคมี บุคคลผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมีจะมีมุมมองทางเคมีที่เป็นจริงและเป็นกลาง และการประยุกต์ใช้ รวมทั้งต้องมีความสนใจในปัญหาทางเคมีอย่างชัดเจน ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านเคมีข้างต้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ให้ความหมายของความฉลาดรู้ด้านเคมี หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจ ในเนื้อหาทางเคมี มีความสามารถในการเชื่อมโยงเนื้อหาเคมีเข้ากับบริบทในชีวิตประจำวัน มีทักษะการเรียนรู้คิดขั้นสูงและมีเจตคติที่ดีต่อเคมี

2.3 องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีไว้ดังต่อไปนี้

Shwartz ได้ทำการศึกษาความฉลาดรู้ด้านเคมีโดยเฉพาะ (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2005, 2006b) ซึ่งได้พัฒนาจนได้องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบที่กล่าวไว้ข้างต้น ได้แก่ เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์และเคมี บริบททางเคมี ทักษะการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น และเจตคติต่อเคมี ดังแสดงในภาพ 1 (ณัฐพล สิทธิกุล, 2561)



ภาพ 1 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2005, 2006b)

จากแผนภาพองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีดังภาพ 1 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1. ความรู้ทางเคมี (chemical content)

1.1 ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองอีกทั้งมีการสืบเสาะหาความรู้ ข้อสรุป และนำเสนอ ทฤษฎี ในการอธิบายธรรมชาติของโลก ซึ่งความรู้วิชาเคมีสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ใน สาขาทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ได้ เช่น ด้านธรณีวิทยา ด้านชีววิทยา เป็นต้น

1.2 ลักษณะเฉพาะของเคมี (แนวคิดหลัก) วิชาเคมีอธิบายปรากฏการณ์ที่มองเห็นด้วยตาเปล่าให้อยู่ในรูปโครงสร้างโมเลกุลของสาร พิสูจน์กระบวนการและปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับไดนามิกส์ พิสูจน์กระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงาน ระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เข้าใจและอธิบายชีวิตในรูปแบบของ กระบวนการและโครงสร้างทางเคมี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.2.1 การเรียนรู้การทดลอง

การศึกษาทางด้านเคมีจะให้ความสำคัญในเรื่องของการทดลองซึ่งจำเป็นที่จะต้องสอนให้ นักเรียนได้รู้และมีความเข้าใจในกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยเข้าใจในธรรมชาติของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจได้ว่าวิทยาศาสตร์สามารถที่จะอธิบายโลกของธรรมชาติได้โดยใช้ กระบวนการในการคำนวณ จำพวก กฎทางวิทยาศาสตร์ เข้าใจในกระบวนการสืบเสาะ เข้าใจ ความหมายของการสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การสรุปและอภิปรายผลการทดลอง และ เข้าใจในทฤษฎีที่ใช้ในการทดลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

1.2.2 โครงสร้าง (คำสำคัญ : อะตอม โมเลกุล พันธะ และ โครงสร้าง)

มีความเข้าใจในเรื่องของอนุภาคโดยสามารถอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสถานะและการ เปลี่ยนแปลงของสารได้ เข้าใจถึงสารเชิงซ้อนที่อยู่ในโลกซึ่งสัมพันธ์กับธาตุจำนวนน้อยๆ เข้าใจเกณฑ์ ในการจำแนกความแตกต่างของธาตุและอะตอม เข้าใจในแนวคิดของโมเลกุลและแนวคิดของความ แตกต่างกันระหว่างโมเลกุลของธาตุกับโมเลกุลของสารประกอบ รู้ถึงโครงสร้างทั่วไปของวัตถุ เช่น โมเลกุล ไอออนิก โควาเลนต์ โลหะ และผลึก รางตาข่าย เข้าใจพันธะเคมีที่เกิดจากความสมดุลกัน ของแรงระหว่างประจุโดยใช้กฎของคูโลมม์ในการอธิบายปรากฏการณ์นี้ และสามารถจัดกลุ่มของสารที่เป็นไปตามชนิดของอนุภาคและโครงสร้าง ได้แก่ สารที่เป็นโลหะ ไอออนิก สารประกอบ และพอลิเมอร์

1.2.3 ไดนามิกส์ (คำสำคัญ : ปฏิกิริยาเคมี)

มีความเข้าใจถึงปฏิกิริยาเคมีที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและพันธะของสาร ซึ่งมวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลหลังทำปฏิกิริยาที่เป็นไปตามกฎทรงมวล

เข้าใจถึงปฏิกิริยา เคมีเกิดขึ้นในธรรมชาติตลอดเวลาทั้งในสิ่งที่มีชีวิตและสิ่งที่ไม่มีชีวิต สามารถที่จะพูดอธิบายบาง ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดในธรรมชาติได้ เช่น กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือปฏิกิริยาระหว่างกรดกับหินปูน และเข้าใจแนวคิดที่เกี่ยวกับพลังงาน กระตุ้น กฎของตัวเร่งปฏิกิริยาและเอนไซม์

1.2.4 พลังงาน

มีความเข้าใจในเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน เข้าใจถึงปฏิกิริยาคายความร้อนนั้นถูกใช้เพื่อที่จะทำให้เกิดพลังงาน มีความเข้าใจในความหมายของกฎการอนุรักษ์พลังงาน เข้าใจถึงอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กับความร้อนแต่มีแนวคิดที่ต่างกัน และมีความ เข้าใจถึงการทำปฏิกิริยากันระหว่างวัตถุกับกัมมันตภาพรังสีจะเกิดพลังงานขึ้น

2. บริบททางเคมี (chemical in context)

เป็นความสามารถของการใช้ความรู้ทางเคมีเพื่ออธิบายสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ผู้ที่จะมีความฉลาดรู้ด้านเคมีนั้น ควรเข้าใจในเรื่องของการใช้ความรู้ทางเคมีมาปรับประยุกต์ใช้หรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อให้ได้สิ่งที่เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด อธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่สัมพันธ์กับความรู้ทางเคมีได้ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรมและใช้ความเข้าใจในเคมีของตนในชีวิตประจำวัน

3. ทักษะการคิดขั้นสูง (high-order learning skill)

ผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมีได้นั้นจะต้องใช้ทักษะในการเรียนรู้ที่หลากหลายในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับบริบททางเคมี ได้แก่ ทักษะทางด้านภาษา เช่น การอ่าน การเขียน การฟังและการสื่อสาร ทักษะความรู้ขั้นพื้นฐาน เช่น การจัดกลุ่ม การจำแนกความต่าง ทักษะการเรียนรู้เป็นความสามารถที่ต้องใช้ความรู้ มีความเข้าใจในการรับความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย และมีความสามารถในการจัดกระทำข้อมูล ทักษะการสืบเสาะผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านเคมี จะอาศัยต้องกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นความสามารถในการที่จะต้องพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลในบทความในหนังสือพิมพ์และสื่อโฆษณา

4. เจตคติต่อเคมี (Attitude toward chemistry)

เจตคติต่อเคมีเป็นความรู้สึกที่มีต่อเคมีและกิจกรรมการเรียนรู้ทางเคมี สามารถวัดได้ด้วย 2 ตัวบ่งชี้ คือ

4.1 มีความเป็นกลาง หมายถึง ความรู้สึกที่ไม่เอนเอียงในเชิงบวกและเชิงลบมากเกินไป ต่อเคมีและการนำความรู้ทางเคมีไปประยุกต์ใช้

4.2 มีความสนใจ หมายถึง ความตั้งใจจดจ่อในหัวข้อใหม่ๆ ทางเคมี ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ เช่น รายการทีวี หรือการโต้วาทีกันของผู้บริโภค เป็นต้น

Salta and Tzougraki (2004) กล่าวว่า เจตคติต่อเคมี หมายถึง กลุ่มของความรู้สึก ทั้งทางบวกและทางลบที่เกี่ยวข้องกับเคมี และได้สร้างแบบวัดเจตคติต่อความฉลาดรู้ด้านเคมี ตามวิธีวัดของลิเคิร์ทที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2) เห็นด้วย 3) ไม่รู้ 4) ไม่เห็นด้วย 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ซึ่งจะแตกต่างกับ Cheung (2009) ที่กล่าวไว้ว่า เจตคติต่อเคมี หมายถึง ความโน้มเอียงในการตอบสนองทั้งที่ชอบและไม่ชอบด้วยลักษณะการได้รับบทเรียนวิชาเคมีหรือประเด็นทางเคมีในการเรียนเคมี ซึ่งทำการวัดเจตคติต่อเคมีด้วยแบบวัดเจตคติต่อวิชาเคมีตามวิธีการวัดของลิเคิร์ทเช่นเดียวกัน แต่ลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่าจะใช้เป็น 7 ระดับ ได้แก่ 1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2) เห็นด้วย 3) ไม่รู้ 4) ไม่เห็นด้วย 5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 6) ไม่เห็นด้วยปานกลาง 7) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ได้แก่

1. การเชื่อมโยงทฤษฎีทางเคมีในบทเรียน เป็นการเน้นไปยังความรู้สึกและอารมณ์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมี ซึ่งมีผลต่อการเรียนในโรงเรียน
2. การเชื่อมโยงการปฏิบัติการทดลองทางเคมี เป็นการแบ่งการตอบสนองของนักเรียนต่อการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งนักเรียนจะแสดงความรู้สึกเชิงบวกต่อการปฏิบัติการทดลองทางเคมี
3. ความเห็นเชิงประเมินเกี่ยวกับวิชาเคมีในโรงเรียนเป็นการแสดงออกในการประเมินว่าชอบหรือไม่ชอบต่อการจัดการเรียนวิชาเคมีของครูผู้สอน
4. แนวโน้มเชิงพฤติกรรมในการเรียนเคมี เป็นการเน้นไปยังพฤติกรรมของนักเรียนต่อการเรียนเคมี

Thummathong et al. (2016) ได้ระบุองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีไว้ว่าประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาทางเคมี (Knowledge and Understanding of Chemistry Contents) หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริงที่มีความสัมพันธ์ มโนทัศน์หลักการ กฎ สมมติฐาน ทฤษฎี และแบบจำลอง
2. ความรู้และความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างเคมี เทคโนโลยี และสังคม (Knowledge and Understanding of the Relationship between Chemistry, Technology and Society) หมายถึง ความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง เคมี เทคโนโลยี และสังคม รวมถึงตระหนักถึงข้อดี ข้อเสียของเคมี เทคโนโลยี และสังคม รวมถึงการตระหนักถึงความจำเป็นของเคมีสำหรับคนทั่วไป

3. การประยุกต์ใช้การคิดวิเคราะห์ (Application of Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการแตกประเด็นความซับซ้อนของปัญหาให้เล็กลง อยู่ในรูปขององค์ประกอบที่สามารถจัดการได้ที่ทำให้ปัญหาสามารถแก้ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

4. การประยุกต์ใช้การให้เหตุผล (Application of Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการลงข้อสรุปบนพื้นฐานของหลักฐาน การประเมินการใช้ตรรกะของข้อสรุปของบุคคลอื่น

5. ความตระหนักทางศีลธรรม และความรับผิดชอบ (Moral awareness and a Sense of Responsibility) หมายถึง การตระหนักถึงศักยภาพของผลที่ตามมา ทั้งการฝึกฝนและศีลธรรมของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องของทางเคมีและการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่อสาธารณะ

จากแนวคิดของ Schwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2005, 2006b) และ Thummathong et al. (2016) ผู้วิจัยสามารถเปรียบเทียบองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี ได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Schwartz, Ben- Zvi and Hofstein (2005, 2006b) และ Thummathong et al. (2016)

	องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี			
	ความรู้ทางเคมี	บริบททางเคมี	ทักษะการคิดขั้นสูง	เจตคติต่อเคมี
Shwartz et al. (2006)	✓ (ความรู้เนื้อหาทางเคมี)	✓ (บริบททางเคมี)	✓ (ทักษะการคิดขั้นสูง)	✓ (เจตคติต่อเคมี)
Thummathong et al. (2016)	✓ (ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาทางเคมี)	✓ (ความรู้และความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างเคมี เทคโนโลยี และสังคม)	✓ (การประยุกต์ใช้การคิดวิเคราะห์และการประยุกต์ใช้การให้เหตุผล)	✓ (การตระหนักทางศีลธรรม และความรับผิดชอบต่อ)

จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Schwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) และ Thummathong et al. (2016) พบว่าองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีมีความสอดคล้องกัน โดยที่องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Schwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) มีการให้นิยามองค์ประกอบที่มีความหมายในมุมที่กว้างและครอบคลุมมากกว่า

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงยึดองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีตามองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ที่มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้ทางเคมี 2) บริบททางเคมี 3) ทักษะการคิดขั้นสูง และ 4) เจตคติต่อเคมี

2.4 การวัดประเมินผลความฉลาดรู้ด้านเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้เสนอการวัดประเมินผลความฉลาดรู้ด้านเคมีไว้ดังต่อไปนี้

การวัดประเมินผลตามแนวคิดของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ได้กล่าวไว้ว่าความฉลาดรู้ด้านเคมีมีหลายมิติและมีความซับซ้อนจึงเป็นเรื่องยากในการประเมินให้ครบทุกองค์ประกอบหรือลงลึกในแต่ละมิติ อย่างไรก็ตาม Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ได้ใช้ฐานกรอบแนวคิดของการแบ่งระดับของความฉลาดรู้ด้านเคมีที่กล่าวมาก่อนหน้า ในการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับต่างๆ ดังนี้

2.4.1 เครื่องมือวัดความสามารถในการระบุและการนิยามมโนทัศน์ทางเคมี

เครื่องมือนี้ใช้สำหรับประเมินระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ในระดับพื้นฐานและเชิงปฏิบัติการ โดยเครื่องมือนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันดังนี้

1) ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนที่ใช้วัดระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับพื้นฐาน โดยเป็นเครื่องมือประเภทแบบวัดประมาณค่าของลิเคิร์ต ซึ่งประกอบด้วย รายการมโนทัศน์ต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และเคมี เช่น โมเลกุล อุณหภูมิ พันธะเคมี กรด โอโซน และปฏิกิริยาทางเคมี เป็นต้น นักเรียนจะถูกตั้งคำถามถึงระดับของความรู้ของแต่ละมโนทัศน์เริ่มจาก “ไม่รู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นี้เลย” จนถึง “เข้าใจความหมายของมัน” โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 1 – 3 ดังนี้

- 1 = ฉันไม่รู้เกี่ยวกับมโนทัศน์นี้เลย
- 2 = ฉันเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์นี้บางส่วน
- 3 = ฉันเข้าใจความหมายของมโนทัศน์

2) ส่วนที่สองเป็นส่วนที่ใช้วัดระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือจะเป็นในลักษณะให้นักเรียนเขียนอธิบายมโนทัศน์ที่ให้มาด้วยภาษาของตนเอง (Open Ended Essay Question) คำอธิบายของนักเรียนจะถูกแยกประเภทออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ‘ถูกต้อง’ ‘ถูกบางส่วน’ และ ‘ผิด’ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 1 – 3 ดังนี้

- 1 = ไม่มีคำอธิบาย หรืออธิบายมโนทัศน์ไม่ถูกต้อง
- 2 = อธิบายมโนทัศน์ถูกต้องบางส่วน
- 3 = อธิบายมโนทัศน์ถูกต้อง

ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลจะจำแนกการอธิบายของนักเรียน ออกเป็น 2 ระดับ คือ 1) ระดับแมโครสโกปิก (Macroscopic) และ 2) ระดับโมเลกุล (Molecular) (มีการใช้คำศัพท์ การเขียนสัญลักษณ์หรือโครงสร้างทางเคมี)

2.4.2 เครื่องมือวัดความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันเชิงเคมี

สำหรับเครื่องมือนี้ใช้สำหรับประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับการรู้รบบยอด โดยจะประเมินความสามารถในการใช้คำอธิบายเชิงเคมีต่อปรากฏการณ์เฉพาะในชีวิตประจำวัน ข้อคำถามจะมีการกำหนดสถานการณ์มาให้และใช้เครื่องมือแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple-Choice) หรือแบบถูก-ผิด (Correct – Wrong Answer) ในการระบุข้อความที่ถูกต้องของข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดและมีการเพิ่มตัวเลือก “ฉันไม่รู้ (I don't know)” เป็นอีกหนึ่งตัวเลือกด้วย

2.4.3 เครื่องมือวัดความสามารถในการอ่านบทความสั้น ๆ อย่าง มีวิจารณญาณ

เครื่องมือนี้ต้องการวัดความสามารถในการวิเคราะห์บทความอันนำไปสู่ข้อมูลทางเคมี (Essay Question) วัตถุประสงค์ของเครื่องมือนี้เพื่อวัดระดับของความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับรบบยอดและหลายมิติ เพื่อที่จะประเมินทักษะการคิดขั้นสูง (การวิเคราะห์, สังเคราะห์ และการแปลความหมายข้อมูล) ในแต่ละบริบท บทความที่ใช้เป็นคำถามปลายเปิดซึ่งสามารถแบ่ง ความสามารถที่ต้องการการวัดออกเป็น 4 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 1) ความเข้าใจข้อมูลในบทความ (การสรุปความ)
- 2) การเชื่อมโยงความรู้ทางเคมี
- 3) การตัดสินใจและการให้เหตุผล
- 4) การถามคำถามเพิ่มเติม

นอกจากนี้ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ได้เสนอแนวทางการวัดเจตคติต่อเคมีด้วยการใช้วิธีการวัดแบบลิเคิร์ต โดยเริ่มจาก “ไม่สนใจเลย” จนถึง “สนใจมาก” ต่อแต่ละมโนทัศน์ โดยจากการศึกษาแนวทางการวัดประเมินของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) สามารถสรุปได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการวัดประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b)

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	ลักษณะความสามารถ	เครื่องมือ
ความรู้เนื้อหาทางเคมี	สามารถอธิบาย ระบุและนิยามมโนทัศน์ทางเคมี	- แบบวัดประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert-Type Scale) - แบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด (Open-Ended Questionnaire)

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	ลักษณะความสามารถ	เครื่องมือ
บริบททางเคมี	สามารถนำเคมีไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน	แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Questionnaire)
ทักษะการคิดขั้นสูง	สามารถอ่านบทความสั้นๆ อย่างมีวิจารณญาณ	แบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด (Open-Ended Questionnaire)

การวัดประเมินตามแนวคิดของ Witte and Beers (2003) ได้เสนอเครื่องมือในการประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีในองค์ประกอบของความรู้ทางเคมีและทักษะการเรียนรู้ โดยเครื่องมือที่ใช้อาจนำเสนอด้วยบทความ รูปภาพ หรือการ์ตูน และชนิดคำถามอาจเป็นแบบเลือกตอบ (Simple Multiple-Choice) หรือเขียนตอบสั้นๆ (Open and Close Constructed-Response) และมีการกำหนดสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและข้อมูลที่เป็นในการตอบคำถามแต่ละข้อมาให้ ซึ่งในหนึ่งสถานการณ์อาจมีได้หลายคำถาม ซึ่งจะวัดในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งในแต่ละข้อคำถามจะให้คะแนนไม่เท่ากันตามจำนวนโมโนทัศน์หรือทักษะที่ต้องการวัดและให้คะแนนตามจำนวนโมโนทัศน์หรือทักษะนั้นๆ

โดย Witte and Beers (2003) ได้มีการแบ่งทักษะที่ใช้ในการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีออกเป็น 2 ทักษะ ได้แก่ ทักษะความสามารถในการใช้ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์และทักษะความสามารถในการตัดสินใจ โดยมีการระบุพฤติกรรมบ่งชี้แต่ละทักษะดังนี้

1) ทักษะความสามารถในการใช้ความรู้ทางเคมีในการอธิบายปรากฏการณ์

- สามารถเข้าใจในข้อมูลที่กำหนดให้
- สามารถเลือกใช้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
- สามารถแปลความหมายข้อมูลที่กำหนดให้
- สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล

2) ทักษะความสามารถในการตัดสินใจ

- สามารถสร้าง หรือตระหนักถึงข้อได้เปรียบและเสียเปรียบของข้อโต้แย้งในการแสดงความคิดเห็น
- สามารถหาจุดยืนของตนเองของการโต้แย้งได้

การวัดตามแนวคิดของ Programme for International Student Assessment (PISA) โดยข้อสอบ PISA มีรูปแบบข้อสอบที่นำบริบทที่เกี่ยวข้องทางวิทยาศาสตร์นำมาตั้งเป็นสถานการณ์ตัวอย่าง ซึ่งบริบทที่นำมาใช้จะครอบคลุมในหลายโมโนทัศน์

สำหรับชนิดเครื่องมือที่ใช้ในการวัดสามารถแบ่งออกเป็น 4 ชนิด ได้แก่ 1) แบบเลือกตอบ (Simple Multiple Choice) 2) แบบเลือกตอบเชิงซ้อน (Complex Multiple-Choice) 3) แบบเขียนตอบปลายปิด (Close Constructed-Response) และ 4) แบบเขียนตอบปลายเปิด (Open Constructed Response) และมีการตรวจให้คะแนนโดยหากเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบหรือเขียนตอบปลายปิด ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน และหากเป็นข้อสอบแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิดจะแยกคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) ตอบผิด หรือให้ข้อมูลที่ไม่สอดคล้อง ให้ 0 คะแนน 2) ตอบถูกบางส่วน หรือให้ข้อมูลที่สอดคล้องบางส่วน ให้คะแนน 1 คะแนน และ 3) ตอบถูกโดยให้ข้อมูลที่สอดคล้องได้ครบถ้วนให้ 2 คะแนน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

การวัดตามแนวคิดของ Cigdemoglu (2015) ได้เสนอรูปแบบการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยมีลักษณะข้อสอบแบบเขียนตอบปลายเปิด (Open Constructed-Response) ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีด้านพุทธิพิสัย (ความรู้เนื้อหาทางเคมี บริบททางเคมี และทักษะการเรียนรู้) ตามคำนิยามของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่แต่ละข้อประกอบด้วยบริบทที่เป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเคมี ซึ่งข้อสอบอาจเป็นรูปแบบของบทความสั้นๆ ตารางหรือแผนภาพ และตัวคำถามของข้อสอบแต่ละข้อจะมีมากกว่า 1 คำถาม ซึ่งจะประเมินในแต่ละองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยส่วนมากจะมากกว่า 1 มโนทัศน์ หรือ 1 ทักษะ มีการให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 การวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Cigdemoglu (2015)

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	พฤติกรรมบ่งชี้	เครื่องมือ
ความรู้เนื้อหาทางเคมี	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสาร - อธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานของสาร - อธิบายโครงสร้างของสาร - อธิบายปรากฏการณ์ด้วยความรู้ทางเคมี - ตัดสินใจปรากฏการณ์ด้วยความรู้ทางเคมี 	แบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด
บริบททางเคมี	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ความรู้ทางเคมีอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน 	(Open-Ended Contextual Item)
ทักษะการคิดขั้นสูง	<ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง - อภิปรายข้อโต้แย้ง และเสียเปรียบของข้อมูล 	

การวัดประเมินตามแนวคิดของ Cigdemoglu, Arslan and Çam (2016) ได้เสนอการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยใช้นิยามความฉลาดรู้ด้านเคมีของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ผนวกเข้ากับการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของ PISA จากการวัดทั้งสองแนวทางทำให้ Cigdemoglu, Arslan and Çam (2016) สามารถแบ่งความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านสมรรถนะและด้านทัศนคติ จากการรวมด้านการประยุกต์ใช้บริบททางเคมีเข้ากับทักษะการคิดขั้นสูงและพัฒนาแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีขึ้น โดยใช้รูปแบบเครื่องมือเป็นข้อคำถามจากสถานการณ์และมีข้อมูลสนับสนุนสถานการณ์กำหนดให้ รูปแบบการตอบคำถามเป็นการตอบคำถามแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด และมีข้อคำถามแบบมาตรวัดประมาณค่าของลิเคิร์ตที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์สำหรับการวัดด้านทัศนคติ การให้คะแนนเป็นไปตามรูปรีดที่กำหนด โดยมีการให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 2 คะแนน ถ้าตอบคลาดเคลื่อนให้ 1 คะแนน และถ้าตอบผิดให้ 0 คะแนน ในการตอบคำถามแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด ส่วนมาตรวัดประมาณค่าเพื่อวัดด้านทัศนคติ มีคะแนน 4 ระดับ ได้แก่ 2.0, 1.5, 1.0 และ 0.5 เรียงตามลำดับความสนใจจากมากไปน้อยดังตาราง 4

ตาราง 4 การประเมินการตอบคำถามแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิดและเกณฑ์การให้คะแนนของ (Cigdemoglu, Arslan, & Çam, 2016)

ความฉลาดรู้ด้านเคมี 3 ด้าน	ด้านความรู้	ด้านสมรรถนะ	ด้านทัศนคติ
เกณฑ์การให้คะแนนตามมาตราส่วนประมาณค่า	ตอบถูกทั้งหมด = 2	มีความสามารถเต็มที่ = 2	สนใจเป็นอย่างยิ่ง = 2
	ตอบถูกบางส่วน = 1	มีความสามารถบางส่วน = 1	สนใจปานกลาง = 1.5
	ตอบผิด = 0	ไม่มีความสามารถ = 0	สนใจน้อย = 1
(Rating Scales)			ไม่สนใจ = 0.5

การวัดประเมินของ Thummathong et al. (2016) ที่ได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีสำหรับนักศึกษาคณะวิศวกรรม โดยสร้างเครื่องมือเพื่อวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งได้กำหนดกรอบเครื่องมือที่ใช้ประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนไว้ดังตาราง 5

ตาราง 5 องค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี ประเภทเครื่องมือที่ใช้ประเมิน และเกณฑ์การให้คะแนนของ Thummathong et al. (2016)

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	ประเภทเครื่องมือที่ใช้ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน
1. ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาทางเคมี (Knowledge and Understanding of Chemistry contents)	แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Question Answer)	1 = ถูกต้อง 0 = ไม่ถูกต้อง
2. ความรู้ และความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างเคมี เทคโนโลยีและสังคม (Knowledge and Understanding of the Relationship between Chemistry, Technology and Society)	แบบทดสอบชนิดเขียนตอบคำถามปลายเปิด (Extended-End Essay Question)	2 = ถูกต้อง 1 = ถูกต้องบางส่วน 0 = ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้อง
3. การประยุกต์ใช้การคิดวิเคราะห์ (Application of Analytical Thinking)	แบบทดสอบชนิดเขียนตอบคำถามปลายเปิด (Extended-End Essay Question)	2 = ถูกต้อง 1 = ถูกต้องบางส่วน 0 = ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้อง
4. การประยุกต์ใช้การให้เหตุผล (Application of Reasoning)	แบบทดสอบชนิดเขียนตอบคำถามปลายเปิด (Extended-End Essay Question)	2 = ถูกต้อง 1 = ถูกต้องบางส่วน 0 = ไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้อง
6. การตระหนักทางศีลธรรมและความรับผิดชอบ (Moral awareness and a Sense of Responsibility)	แบบวัดมาตราประมาณค่าของลิเคิร์ท (Likert Type Scale)	1 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง 2 = ไม่เห็นด้วย 3 = ไม่แน่ใจ 4 = เห็นด้วย 5 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดย Thummathong et al. (2016) มีเกณฑ์ในการแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีตามร้อยละคะแนนที่ได้ในแต่ละองค์ประกอบดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีตามร้อยละคะแนนที่ได้ของ Thummathong et al. (2016)

ร้อยละของคะแนนที่ได้ \leq 49	ร้อยละของคะแนนที่ได้ \leq 69	ร้อยละของคะแนนที่ได้ \geq 70
ระดับต่ำ	ระดับปานกลาง	ระดับสูง

จากการศึกษาแนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีข้างต้น จะเห็นว่า การวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีสามารถวัด ได้หลากหลายรูปแบบและจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เพื่อวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีให้ครอบคลุมทุกองค์ประกอบ จากแนวทางและเครื่องมือการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีข้างต้น จะเห็นส่วนที่สอดคล้องกันในการออกแบบเครื่องมือวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี คือ การใช้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเคมีในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถาม โดยอาจนำเสนอในรูปแบบของบทความ รูปภาพ แผนภาพหรือการ์ตูนและสามารถสร้างข้อคำถามที่สามารถวัดได้หลายองค์ประกอบจากสถานการณ์เดียวกัน ซึ่งแสดงกรอบโครงสร้างที่ใช้วัดความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ดังภาพ 2 (ภูริต สงวนศักดิ์, 2562)



ภาพ 2 กรอบโครงสร้างที่ใช้วัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีตามแนวทางของ Schwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b) ,Cigdemoglu, Arslan and Çam (2016) และ Thummathong et al. (2016) โดยผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้ดังตาราง 7

ตาราง 7 ประเภทเครื่องมือที่ใช้ประเมิน องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี เกณฑ์การให้คะแนน และเกณฑ์การแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

ประเภทเครื่องมือที่ใช้ประเมิน	องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	เกณฑ์การให้คะแนน	เกณฑ์การแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี
1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice Question Answer)	1) ความรู้ทางเนื้อหาเคมี และ 2) บริบททางเคมี	1 = ถูกต้อง 0 = ไม่ถูกต้อง	ร้อยละของคะแนนที่ได้ ≤ 49 มีความฉลาดรู้เคมีระดับต่ำ
2. แบบเขียนตอบ คำถามปลายเปิด (Open-Ended Questionnaire)	3) ทักษะการคิดขั้นสูง	2 = ถูกต้องทั้งหมด 1 = ถูกต้องบางส่วน 0 = ตอบไม่ถูกต้อง ไม่เกี่ยวข้องหรือไม่ตอบ	ร้อยละของคะแนนที่ได้ ≤ 69 มีความฉลาดรู้เคมีระดับปานกลาง
	4) เจตคติต่อเคมี	2 = สนใจเป็นอย่างยิ่ง 1 = สนใจน้อย 0 = ไม่สนใจ	ร้อยละของคะแนนที่ได้ ≥ 70 มีความฉลาดรู้เคมีระดับสูง

ตาราง 7 ผู้วิจัยได้ทำการประยุกต์ใช้แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีตามแนวทางของ Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein (2006b), Cigdemoglu, Arslan and Çam (2016) และ Thummathong et al. (2016) โดย 2 องค์ประกอบแรกของความฉลาดรู้ด้านเคมี ได้แก่ 1) ความรู้ทางเนื้อหาเคมีและ 2) บริบททางเคมี จะใช้เครื่องมือเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบและองค์ประกอบที่ 3) ทักษะการคิดขั้นสูงและ 4) เจตคติต่อเคมี จะใช้เครื่องมือเป็นแบบเขียนตอบคำถามปลายเปิด โดยทั้ง 4 องค์ประกอบจะให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังตาราง และตัดสินระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีตามร้อยละของคะแนนที่ได้

เทคโนโลยี

3.1 ความหมายของเทคโนโลยี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้มีการเสนอความหมายของเทคโนโลยีไว้ดังนี้

เทคโนโลยี (Technology) เป็นคำที่มาจากรากศัพท์ภาษาละตินว่า "Texere" มีความหมายตรงกับภาษาอังกฤษ ว่า to weave ที่แปลว่า สาน เรียบเรียง ถักทอ ปะติดปะต่อ และ "construc"

แปลว่า สร้าง ผูกเรื่อง ความรู้สึกนึกคิดที่ก่อให้เกิด สนวนเทคโนโลยีในรากศัพท์ภาษา กรีกมาจากคำว่า "technologia" แปลว่า การทำงานอย่างเป็นระบบ (systematic treatment) (วิทย์ เทียงบูรณธรรม, 2539)

Edgar Dale (1969) กล่าวไว้ว่า เทคโนโลยีไม่ใช่เครื่องมือแต่เป็นแผนการวิธีการทำงานอย่างเป็นระบบที่ให้ผลบรรลุตามแผนการ

Carter V. Good (1973) กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีว่า หมายถึง การนำเอา วิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในวงการต่างๆ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

Heinich (1989) ได้อธิบายว่าเทคโนโลยีจำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) เทคโนโลยีในลักษณะของกระบวนการ (process) เป็นการใช่วิทยาศาสตร์และความรู้ ต่างๆ ที่รวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่ผลในทางปฏิบัติ โดยเชื่อว่าเป็นกระบวนการที่เชื่อและ นำไปสู่การแก้ปัญหาต่างๆ ได้

2) เทคโนโลยีลักษณะของผลผลิต (product) หมายถึง วัสดุและอุปกรณ์ที่เป็นผลมาจากการ ใช้กระบวนการทางเทคโนโลยี เช่น ภาพยนตร์เป็นผลผลิตของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เช่นเดียวกับเครื่องฉายภาพยนตร์ หรือหนังสือเป็นผลผลิตของเทคโนโลยีเช่นเดียวกับแท่นพิมพ์ หนังสือ เป็นต้น

3) เทคโนโลยีลักษณะผสมของกระบวนการและผลผลิต (process and product) ซึ่งใช้ร่วมกันสองลักษณะ

ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์ (2531) กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีว่า หมายถึง ความรู้ วิชาการรวมกับความรู้วิธีการ และความชำนาญที่สามารถนำไปปฏิบัติภารกิจให้มีประสิทธิภาพสูง

ราชบัณฑิตยสถาน (2556) กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีว่า หมายถึง วิทยาการที่นำเอา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ อุตสาหกรรม เป็นต้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของเทคโนโลยีข้างต้น ผู้วิจัยสรุปความหมายของ เทคโนโลยีไว้ว่า หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ รวมถึงความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งวัสดุและอุปกรณ์ถูก นำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

3.2 ความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง มีนักวิชาการศึกษาและนักวิจัยกล่าวถึงความหมายของ เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาไว้ดังนี้

Carter V Good (1973) กล่าวว่า เทคโนโลยีการศึกษาเป็นการประยุกต์หลักการทาง วิทยาศาสตร์และเครื่องมือเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน

Hancock (1977) กล่าวว่า เทคโนโลยีทางการศึกษา คือ การผสมความคิดความเข้าใจในการปฏิบัติงานระหว่างคนกับเครื่องมือและวัสดุอย่างมีระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2546) กล่าวว่า เทคโนโลยีทางการศึกษาเป็นการประยุกต์เอาบุคคลองค์กร กระบวนการและผลผลิตของเทคโนโลยีทางด้านวัสดุอุปกรณ์ เทคนิควิธีการรวมถึงหลักการทางด้านจิตวิทยามาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านการจัดการ การบริหารและการปรับปรุงการเรียนการสอน

ศิริรัตน์ พริกสี (2556) กล่าวว่า เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา คือ การนำเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมและการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

พิมพลอย ตามตระกูล (2564) กล่าวว่า เทคโนโลยีการศึกษาเป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีระบบเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ แก้ไขปัญหา และพัฒนาการศึกษาให้ก้าวหน้าอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาความหมายเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาว่า หมายถึง การประยุกต์ใช้หลักการและความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับเครื่องมือ เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ และช่วยพัฒนาการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ

3.3 เทคโนโลยีกับการสอนเคมี

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษา ได้มีการนำเสนอเทคโนโลยีที่ครูผู้สอนสามารถนำมาใช้เพื่อบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เพื่อช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปไว้ดังต่อไปนี้

- 1) เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน (Cloud based technology)
 - 2) แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน (Lab simulation application)
 - 3) ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ (Cumulative information or big data)
 - 4) โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสาร (Office application)
 - 5) เทคโนโลยีเสริมสภาพจริง (Augmented reality)
 - 6) แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ (Tablet and mobile phone application)
 - 7) เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา (Subject matter specific technology)
- โดยมีรายละเอียดแต่ละประเภทดังนี้

1. เทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน (Cloud based technology)

เป็นระบบที่เก็บข้อมูล ประมวลผล และนำเสนอผลบนเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะแตกต่างจากการเก็บข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ส่วนบุคคลหรือองค์กร ทุกคนสามารถเข้าถึงได้จากทุกที่

ระบบการทำงานดังกล่าว สามารถประยุกต์ใช้กับการทำงานที่หลากหลาย โดยเทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐานที่รู้จักกันมากที่สุดระบบหนึ่ง คือ เว็บแอปพลิเคชันของ Google ซึ่งได้แก่ Google Drive และ Google Education ที่ได้มีการนำเทคโนโลยีที่ใช้คลาวด์เป็นฐานมาใช้ในการจัดการศึกษา โดยเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี ซึ่งต้องอาศัยหลักฐานข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลรวมไปถึงการตรวจสอบ เป็นลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์มักจะแลกเปลี่ยนข้อมูลและการตรวจสอบข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ร่วมกัน

ตัวอย่างการใช้งานจาก Google เพื่อการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ได้แก่

- การที่ครูผู้สอนสามารถเก็บเอกสารประกอบการสอน ใบกิจกรรม และแบ่งปันให้กับนักเรียนผ่าน Google Drive
- การที่ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างชิ้นออนไลน์งานร่วมกันด้วย Google Slides, Google Docs และ Google Sheets
- การออกแบบการทดลองร่วมกันด้วย Google Drawings
- การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกันหรือการทดสอบย่อยด้วย Google Forms
- การประมวลผลและนำเสนอผลที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถส่งข้อมูลลงในตารางบน Google Sheets ร่วมกัน นอกจากนี้ Google Sheets สามารถจะสร้างกราฟขึ้นมาทันทีที่นักเรียนกรอกข้อมูลผลการทดลอง

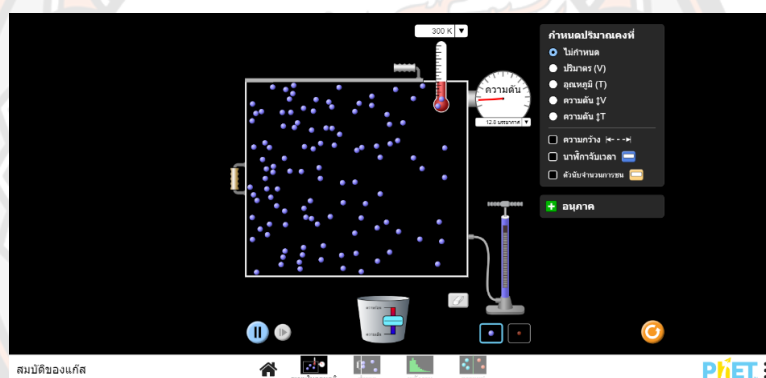
จากตัวอย่างการใช้ Google ที่เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นฐาน มีจุดเด่นคือสามารถเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์ สามารถจัดกระทำข้อมูล ประมวลผล และนำเสนอ รวมทั้งสามารถแบ่งปันให้ครูและนักเรียนทำงานร่วมกัน ซึ่งการดำเนินการในลักษณะนี้จะทำให้การจัดการเรียนการสอนสามารถทำการประมวลผลและอภิปรายการทดลองที่นำไปสู่การลงข้อสรุปความรู้ที่ได้รับจากกิจกรรมการทดลองได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสมกับระยะเวลาเรียน 1 ถึง 2 คาบเรียน และที่สำคัญคือทำให้นักเรียนและครูมีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น

2. แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน (Lab simulation application)

การทดลองหลายการทดลองในรายวิชาเคมีอาจไม่สามารถจัดขึ้นได้ในบริบทห้องเรียนจริง เนื่องด้วยอุปกรณ์อาจไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน หรือระยะเวลาไม่เพียงพอต่อการทำการทดลอง ซึ่งการใช้แอปพลิเคชันที่สามารถทำการทดลองเสมือน (Simulation) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการทดลอง และทำความเข้าใจในเนื้อหาเคมีที่มีความเป็นนามธรรมได้ดียิ่งขึ้น โดยกลุ่มแอปพลิเคชันทดลองเสมือนในรายวิชาเคมีที่มีชื่อเสียง ได้แก่ PhET, javalab และ

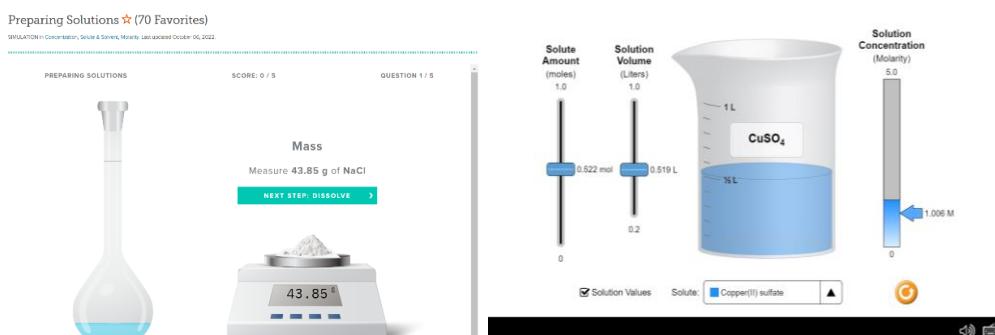
teachchemistry ซึ่งได้รับความนิยมและมีการพัฒนาแพลตฟอร์มขึ้นมาอย่างหลากหลาย โดยปัจจุบันสามารถใช้ได้ทั้งบนโทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์ได้

ตัวอย่างการใช้แอปพลิเคชันการทดลองเสมือนไปใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู พบว่า มีนักศึกษาเลือกใช้อัปพลิเคชันเข้ามาเสริมหรือขยายขอบเขตการเรียนรู้จากกิจกรรมการลงมือปฏิบัติในกิจกรรมกฎของแก๊ส ในรายวิชาเคมี โดยออกแบบชุดทดลองที่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรที่ความดันแตกต่างกัน จากนั้นก็ขยายความรู้โดยการทดลองเสมือนด้วยโปรแกรม PhET เพื่อศึกษาตัวแปรอื่นๆ แล้วสังเกตผลที่เกิดขึ้น เช่น การปรับเปลี่ยนอุณหภูมิที่ส่งผลต่อทั้งความดันและปริมาตรของแก๊ส การปรับเปลี่ยนจำนวนโมลของแก๊สและสังเกตความดันที่เปลี่ยนไปดังภาพ 3 การทดลองลักษณะนี้ในบริบทห้องเรียนจริงอาจทำได้ยาก ในขณะที่แอปพลิเคชันการทดลองเสมือนจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้และเห็นภาพชัดเจน ดังนั้นแอปพลิเคชันการทดลองเสมือนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ที่นำเทคโนโลยีมาบูรณาการร่วมกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์



ภาพ 3 การทดลองเสมือน เรื่องสมบัติแก๊สจาก

ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ผู้วิจัยได้นำการทดลองเสมือนจาก PhET และ teachchemistry มาใช้ในเรื่องการเตรียมสารละลายและความเข้มข้นของสารละลายดังภาพ 4

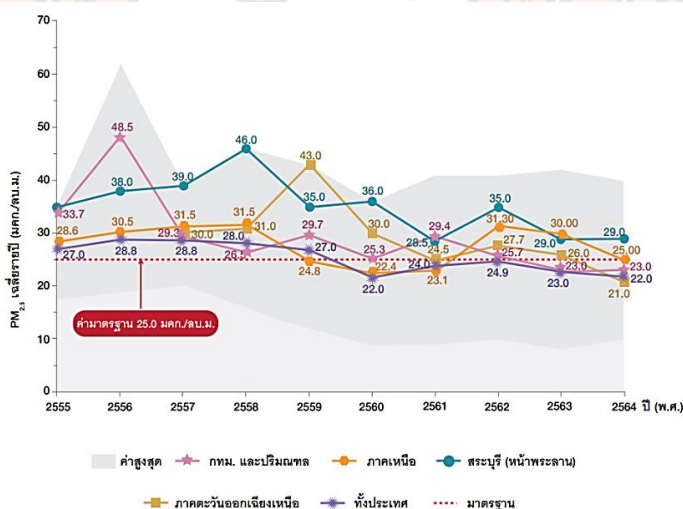


ภาพ 4 การทดลองเสมือนเรื่องสารละลายจาก Teachchemistry (AACT) และ PhET

3. ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ (Cumulative information or big data)

ข้อมูลสารสนเทศที่ถูกเก็บรวบรวมไว้และข้อมูลขนาดใหญ่ เป็นแหล่งเรียนรู้ที่ครูสามารถใช้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยข้อมูลเหล่านี้ไม่ได้เป็นเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และไม่ใช้สาระความรู้ในตัวของมันเองแต่เป็นข้อมูลดิบหรือข้อมูลที่ถูกจัดกระทำมาแล้ว โดยเผยแพร่ในแหล่งต่างๆ ที่ครูและนักเรียนสามารถ เข้าถึงได้ เพื่อใช้เป็นแหล่งสืบค้นสำหรับนักเรียนที่จะได้ฝึกทักษะการสืบค้นและเข้าถึงข้อมูล แล้วนำมาจัดกระทำข้อมูล วิเคราะห์ รายงานผล ลงข้อสรุปและเปรียบเทียบองค์ความรู้ที่ได้กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะตรงกับองค์ประกอบสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนได้ตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานหรือประจักษ์พยานของคำถามที่ตั้งขึ้น นักเรียนสร้างคำอธิบายจากข้อมูลและหลักฐานที่ได้มา นักเรียนเปรียบเทียบคำอธิบายของตนกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนสื่อสารและประเมินองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล

ตัวอย่างการใช้แหล่งข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่มีการรายงานค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) ใน พ.ศ. 2564 พบว่า มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดอยู่ในช่วง 29-414 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่ามาตรฐาน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ส่วนค่าเฉลี่ยรายปี อยู่ในช่วง 10-40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ค่ามาตรฐาน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งสามารถให้นักเรียนฝึกอ่านค่าจากกราฟได้ดังภาพ 5



ภาพ 5 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) เฉลี่ยรายปีและค่าเฉลี่ยรายพื้นที่ พ.ศ. 2555-2564

4. โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสาร (Office application)

โปรแกรมประยุกต์สำหรับใช้งานเอกสารหรือที่เรียกทั่วไปว่าโปรแกรม Office ส่วนใหญ่มีไว้เพื่อทำงาน พิมพ์ การคำนวณ หรืองานนำเสนอ เช่น Microsoft Office ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีได้ โดยเฉพาะโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีความสามารถในการใช้งานได้หลากหลายครอบคลุมทั้งในส่วนของการจัดกระทำข้อมูลในเชิงวิทยาศาสตร์ การสร้างกราฟ แผนผัง แผนภูมิ ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำมาใช้หลังการทำการทดลอง เพื่อให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลที่จัดบันทึก สร้างเป็นกราฟ หรือแผนภูมิจาก Microsoft Excel เพื่อรายงานผลการทดลอง

5. เทคโนโลยีเสริมสภาพจริง (Augmented reality)

เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการนำสื่อเสมือนจริง ภาพหรือข้อมูล กราฟิกผสมผสานกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง นับว่าเป็นเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในวงการศึกษาค่อนข้างมาก ซึ่งเทคโนโลยีเสริมสภาพจริงที่นิยมนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีที่เป็นลักษณะภาพ 3 มิติ เช่น AR Chemistry Lab, Chemistry AR (BETA) ดังภาพ 6 การใช้เทคโนโลยีจะไม่ได้ใช้เพียงเครื่องมือเดียวแต่จะมีการผสมผสานเพื่อบูรณาการเข้าไปกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเกิดความสนุกสนานมากยิ่งขึ้น



ภาพ 6 เทคโนโลยีเสริมสภาพจริงจาก AR Chemistry Lab และ Chemistry AR (BETA)

6. แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ (Tablet and mobile phone application)

ปัจจุบันอุปกรณ์อย่างมือถือและแท็บเล็ตมีแอปพลิเคชันหลากหลายที่สามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนรู้ได้ซึ่งขึ้นอยู่กับครูผู้สอนว่าจะนำไปประยุกต์ใช้อย่างไร ตัวอย่างการนำไปใช้การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน LUX Light Meter ในการตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย และใช้แอปพลิเคชัน Air4Thai ในการตรวจสอบคุณภาพอากาศในหน่วยความเข้มข้น ppm, ppb นอกจากนี้แอปพลิเคชันในมือถือยังสามารถวัดระยะทางวัดมุมหรือใช้สืบค้นสภาพภูมิอากาศ การรายงานสภาพอากาศจากแอปพลิเคชัน Thai Weather การพยากรณ์อากาศจากแอปพลิเคชัน Thai Smart Sim การรายงานปริมาณฝุ่นใน

อากาศจากแอปพลิเคชัน Air4Thai และสืบค้นตำแหน่งดาวเทียมจากแอปพลิเคชัน SattellitePointer การดูปริมาณน้ำจากแอปพลิเคชัน Water4Thai เป็นต้น

7. เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา (Subject matter specific technology)

บางรายวิชาในวิทยาศาสตร์ต้องใช้เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาความรู้ซึ่งต้องมีการสืบค้นเพื่อนำเทคโนโลยีเหล่านั้นมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้

ตัวอย่างกรณีของการใช้เครื่องมือที่ใช้ในรายวิชาเคมี ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ เครื่องวัด TDS (Total dissolved solid) ที่เป็นอุปกรณ์พกพาขนาดเล็กที่ใช้เพื่อระบุปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดในสารละลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนได้ออกสำรวจแหล่งน้ำในโรงเรียนและนำแต่แหล่งน้ำมาวัดดูค่าของแข็งที่ละลายและอ่านค่าออกมาเป็นหน่วย ppm พร้อมกับวิเคราะห์ว่าแหล่งน้ำนั้นปลอดภัยหรือไม่โดยเทียบกับค่ามาตรฐาน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับเทคโนโลยี เทคโนโลยีทางการศึกษาและเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดการใช้ดังนี้

ตาราง 8 เทคโนโลยีที่ใช้ในงานวิจัยและจุดประสงค์ของการใช้เทคโนโลยี

เทคโนโลยีที่ใช้ในงานวิจัย	จุดประสงค์ของการใช้เทคโนโลยี
- แอปพลิเคชัน Air 4 Thai	ใช้สำหรับให้นักเรียนอ่านค่าและสังเกตสถิติของค่าฝุ่น PM 2.5 ภายในจังหวัดและเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่นๆ ภายในประเทศ
- แอปพลิเคชัน LUX Light Meter - Simulation AACT (Colligative properties) - Simulation PHET (Concentration)	ใช้ในการทำการทดลองเรื่องสารละลาย โดยนักเรียนจะต้องอ่านค่า คำนวณ และจดบันทึกข้อมูล
- เว็บไซต์ Visme (Online Graph Maker)	ใช้สำหรับจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและสร้างออกมาเป็นกราฟ
- เว็บไซต์ Padlet - สื่อสังคมออนไลน์ (Facebook)	ใช้สำหรับเผยแพร่ข้อมูลที่นักเรียนจัดกระทำขึ้นในแต่ละกิจกรรม

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี

4.1 ความหมายของบริบท

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของบริบทเป็นฐานไว้ดังต่อไปนี้

John K Gilbert (2006) ได้ให้ความหมายของบริบทว่า หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่ช่วยให้เข้าใจแนวคิด คำศัพท์ต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น

จินดา พรหมณัฐ (2553) ได้ให้ความหมายของบริบทว่า หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ (ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม) ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เข้าใจ คำศัพท์ แนวคิด หลักการ กฎ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นตลอดจนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้ให้ความหมายของบริบทว่า หมายถึง ปัจจัยและตัวประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ซึ่งอาจมีผลต่อการศึกษา เช่น ท่าเลที่ตั้ง ช่วงเวลา บรรยากาศทางสังคมและการเมือง สภาพเศรษฐกิจ รวมทั้งกิจกรรมต่าง ๆ ที่ดำเนินอยู่ในเวลาเดียวกันกับการศึกษาเรื่องนั้นๆ

ยุพาวรรณ คำทา (2562) กล่าวว่าถึงบริบทว่า หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้เข้าใจ คำศัพท์ แนวคิด หลักการ กฎ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

พิมพ์ลอย ตามตระกูล (2564) กล่าวว่าถึงบริบทว่า หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเองหรือสร้างขึ้นและมีความเกี่ยวข้องกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมเพื่อให้เข้าใจแนวคิด หลักการ กฎ คำศัพท์ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นและสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่ได้รับกับสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

จากความหมายของบริบทที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บริบท หมายถึง สถานการณ์ เหตุการณ์ ปัจจัยหรือตัวประกอบต่าง ๆ ที่ช่วยให้เข้าใจแนวคิด คำศัพท์ต่างๆ หลักการ กฎ เหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้นตลอดจนสามารถถ่ายโอนความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

4.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ดังต่อไปนี้

V. A. Darkwah (2006) ได้ให้ความหมายว่าการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่าเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นภาพรวมของสิ่งแวดล้อมให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนจะถูกปลูกฝังการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นการทำกิจกรรมกลุ่มและมีครูเป็นผู้คอยกระตุ้นและชี้แนะ และได้เสนอเพิ่มเติมต่ออีกว่าการเรียนการสอน โดยใช้บริบทเป็นฐานมุ่งเน้นการระดมความคิดของนักเรียนเพื่อย้อนดูความรู้พื้นฐานของนักเรียน เพื่อลดช่องว่างของระดับความรู้ของนักเรียนแต่ละคนที่มีไม่เท่ากัน และนำไปสู่การแก้ปัญหาพร้อมกัน ในที่สุด นอกจากนี้ กระบวนการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้และ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

จินดา พรหมณัฐ (2553) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่นำเอาสถานการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียนหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน มาเป็นจุดเริ่มต้นหรือผลักดันให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิด หลักการและสิ่งต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนสามารถถ่ายโอนความรู้ ความเข้าใจเหล่านั้นไปสู่สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ได้

ทัศนิน เครือทอง (2553) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่อาศัยการบูรณาการเนื้อหาเข้ากับสถานการณ์ที่เหมาะสมเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้และทักษะในการนำไปใช้ในเวลาพร้อมๆ กัน โดยบริบทที่นี้จะอ้างอิงทั้งเหตุการณ์และสถานที่ต่างๆ ที่เอื้อให้เห็นถึงความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความซับซ้อนกับประสบการณ์จริงของนักเรียน

ยุวพันธ์ ไชยมงคล (2557) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่า หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ใช้บริบทที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน เช่น บริบทส่วนตัว บริบทโรงเรียน บริบทการทำงานอาชีพและบริบทชุมชน สังคมสาธารณะ โดยครูเป็นผู้คอยกระตุ้นและเป็นผู้ให้ คำแนะนำแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันได้

ศุภกร สุขยิ่งและคณะ (2560) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่าเป็นการเรียนรู้ที่นำเอาสถานการณ์หรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียน โรงเรียน ชุมชน สังคมหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาเป็นจุดเริ่มต้นหรือ ผลักดันให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจใน คำศัพท์ แนวคิด หลักการ กฎ เหตุการณ์ ตลอดจน สามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจนั้นไปสู่สถานการณ์อื่นๆ ได้ โดยบริบทในที่นี้จะอ้างอิงถึง เหตุการณ์ และสถานที่ต่างๆ ที่เอื้อให้เห็นถึงความเชื่อมโยงหรือความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่มีความ ซับซ้อนกับประสบการณ์จริงของนักเรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงระหว่างบริบท สถานการณ์ หรือเหตุการณ์รอบตัวนักเรียนเข้ากับบทเรียน เนื้อหาแนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง มาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้พัฒนาความเข้าใจ เกิดทักษะการแก้ปัญหาและนักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหากับสถานการณ์หรือบริบทที่คล้ายคลึงกันได้

4.3 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้อธิบายถึงข้อดีการจัดการจัดการเรียนรู้อาศัยบริบทเป็นฐาน ในรายวิชาเคมีไว้ดังนี้

ภูริต สงวนศักดิ์ (2562) ได้อธิบายถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการจัดการเรียนรู้อาศัยบริบทที่จัดไว้ ซึ่งเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับตัวของนักเรียนเป็นสภาพแวดล้อมรอบตัวที่นักเรียนรู้จักคุ้นเคยเป็นอย่างดี และทำการผลักดันให้นักเรียนไปอยู่ในจุดที่ต้องการรู้เกี่ยวกับเนื้อหาทางเคมีที่จำเป็นต้องใช้อธิบายบริบทเหล่านั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เป็นผู้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และใช้ทักษะการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายปรากฏการณ์จากบริบทที่จัดไว้ ซึ่งการใช้บริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนและการจัดการจัดการดังกล่าวสามารถกระตุ้นความสนใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ และสร้างความตระหนักของผลกระทบที่เกิดจากการประยุกต์ใช้เคมีอีกด้วย

ปวันรัตน์ ศรีพรหม (2562) ได้อธิบายถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ไว้ว่าเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากการใช้บริบทหรือเรื่องราวในชีวิตประจำวันกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้เรื่องราวรอบตัวไปพร้อมกับกระบวนการในการศึกษาหาคำตอบว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงนักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้ของตนเองที่ได้เรียนรู้จากสถานการณ์แรกไปสู่สถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากขึ้น และสามารถมองเหตุการณ์รอบตัวเป็นวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

Eny and Wiyarsi (2019) ได้อธิบายถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีประโยชน์ต่อนักเรียนมาก เนื่องจากนักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรงและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ยังช่วยในเรื่องของเจตคตินักเรียนต่อรายวิชาเคมี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการใช้บริบทในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนจึงทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาเคมี

จากการที่ศึกษาเอกสารข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ข้อดีการจัดการจัดการการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการจัดการการเรียนรู้ที่มีประโยชน์ต่อนักเรียน จากการเลือกใช้บริบทที่ใกล้ตัวนักเรียน โดยมีการใช้เนื้อหาทางเคมีเพื่ออธิบายบริบทเหล่านั้น นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับเคมีไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงนักเรียนจะได้ประยุกต์ใช้ความรู้ของตนเองที่ได้เรียนรู้จากสถานการณ์แรกไปสู่สถานการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันได้ และทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติเชิงบวกต่อวิชาเคมี

4.4 ขอบเขตการเลือกบริบท

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้กำหนดขอบเขตของการเลือกบริบท เพื่อนำไปจัดการจัดการการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ไว้ดังต่อไปนี้

De Jong (2008) ได้กำหนดขอบเขตของบริบทที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ไว้ 4 ขอบเขต ได้แก่

- 1) ขอบเขตด้านบุคคล (Personal Domain) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์หรือประเด็นต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น ปัญหาเรื่องสุขภาพ สารพิษต่อร่างกาย เป็นต้น
- 2) ขอบเขตด้านชุมชนและสังคม (Social and Society Domain) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ หรือประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชุมชนหรือสังคมของนักเรียน เช่น ผลกระทบของฝนกรด หรือปัญหาสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม
- 3) ขอบเขตด้านองค์ประกอบอาชีพ (Professional Practice Domain) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ หรือประเด็นต่าง ๆ ในการประกอบอาชีพ เช่น อาชีพนักเคมีวิเคราะห์หรือนักเคมีเทคนิคในโรงพยาบาล
- 4) ขอบเขตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Scientific and Technology Domain) เป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ หรือประเด็นต่างๆ ที่ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เช่น กระบวนการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงถึงการทดลองในห้องเรียนของนักเรียน

ตาราง 9 แสดงลักษณะและความสำคัญ และตัวอย่างของบริบทในแต่ละด้านของ De Jong (2008)

ขอบเขตของบริบท	ตัวอย่างของบริบท
ขอบเขตด้านบุคคล (Personal Domain)	- ปัญหาเรื่องสุขภาพ สารพิษต่อร่างกาย
ขอบเขตด้านชุมชนและสังคม (Social and Society Domain)	- ผลกระทบของฝนกรด - ปัญหาสารพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม

ขอบเขตของบริษัท	ตัวอย่างของบริษัท
ขอบเขตด้านองค์ประกอบอาชีพ (Professional Practice Domain)	- อาชีพนักเคมีวิเคราะห์หรือนักเคมีเทคนิคใน โรงพยาบาล
ขอบเขตด้านวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี (Scientific and Technology Domain)	- กระบวนการวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงถึง การทดลองในห้องเรียนของนักเรียน

และเพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาจากการเลือกใช้บริษัทที่ไม่เหมาะสม De Jong (2006) ได้เสนอแนะเกณฑ์ในการเลือกใช้บริษัทที่เหมาะสมดังนี้

1) ควรเป็นบริษัทที่เป็นที่รู้จักทั่วไปและสัมพันธ์กับความสนใจของนักเรียนที่มีความสนใจแตกต่างกัน เช่น นักเรียนชายส่วนใหญ่มักสนใจในบริษัทที่เป็นเทคโนโลยี แต่นักเรียนหญิง ส่วนใหญ่มักสนใจในบริษัทที่เกี่ยวข้องกับความสวยงาม

2) ไม่ควรเป็นบริษัทที่หันเหความสนใจของนักเรียนออกจากมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนรู้ เพราะบางครั้งบริษัทที่ครูเลือกใช้สร้างความสนใจให้แก่เด็กเรียนมาก ทำให้ นักเรียนอยากรู้ อยากเห็นในเรื่องอื่นจนเสียสมาธิในการเรียน

3) ไม่ควรเป็นบริษัทที่ซับซ้อนมากเกินไป มิเช่นนั้นจะทำให้ นักเรียนเชื่อมโยงบริษัทกับมโนทัศน์ได้ยาก

4) ไม่ควรเป็นบริษัทที่ทำให้ นักเรียนเกิดความสับสน เพราะในบางบริษัทเช่น บริษัททางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาจมีประเด็นบางประเด็นที่ขัดแย้งกับความเข้าใจหรือ ความเคยชินในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น ค่าความเป็นกรดของฝนกรด ถ้ามีความเป็นกรดมาก ค่า pH ของน้ำฝนก็จะยิ่งน้อย แต่สำหรับนักเรียนแล้วมักเคยชินว่าค่าอะไรก็ตามที่มีค่าสูงจะมีตัวเลข กำกับสูงตามไปด้วย

ด้วยเหตุที่บริษัทมีความหลากหลาย ดังนั้นการเลือกใช้บริษัทให้เหมาะสมต่อนักเรียนและเนื้อหาวิชาที่เรียนที่จะสอนต้องมีความสัมพันธ์กัน Gilbert (2006) ได้กำหนดคุณลักษณะที่ต้องคำนึงถึงของบริษัท เพื่อการจัดการเรียนรู้ไว้ 4 คุณลักษณะ ได้แก่

1) การกำหนดสถานการณ์ (Setting Focal Event) ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน ทำให้นักเรียนตระหนักและเห็นคุณค่าของสถานการณ์ที่กำหนด ไม่ว่าจะ เป็นสิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียน สังคม วัฒนธรรมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่ โดยการกำหนดสถานการณ์นั้น ต้องคำนึงว่าสถานการณ์นั้นเกิดขึ้น “ที่ไหน” “เมื่อไหร่” และ “อย่างไร” และเหตุการณ์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างไร ยกตัวอย่างเช่น เรื่องมลพิษทางน้ำ ซึ่งเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องอาจเป็น

ห้วย หนอง คลอง บึง หรือแม่น้ำที่เป็นสิ่งแวดล้อมใกล้เคียงพื้นที่ของนักเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกกังวล และมีส่วนร่วมกับปัญหาดังกล่าว นักเรียนจะตระหนักถึงสถานการณ์นั้น ๆ และเป็นเงื่อนไขที่ทำให้ นักเรียนต้องมีส่วนร่วมเชิงพฤติกรรมในสถานการณ์นั้นด้วย

2) สิ่งแวดล้อมเชิงพฤติกรรม (Behavioral Environment) หมายถึง การกระทำของบุคคล ทั่วไป ต่อสถานการณ์นั้นๆ ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่นำเสนอภาระงานที่เกี่ยวข้อง ทางเคมีและ นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการพัฒนาแผนการศึกษา วิจัย การวิเคราะห์ทางเคมี และทักษะการทำการทดลอง โดยการกระทำเหล่านี้จำเป็นต้องใช้โมโนทัศน์และหลักการทางเคมี สำหรับตัวอย่างมลพิษทางน้ำ เมื่อนักเรียนเก็บตัวอย่าง มาจากแม่น้ำ หรือทะเลสาบ แล้วทำการทดสอบ เพื่อการประเมิน และตัดสินใจว่าน้ำนั้นปลอดภัยหรือไม่หากต้องว่ายน้ำในแหล่งน้ำนั้น การกระทำนี้สามารถพัฒนาการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ มโนทัศน์ ความสัมพันธ์ ทักษะ (การปฏิบัติการและการวัด) และเจตคติ (ความพึงพอใจในความเชื่อถือได้ของผลลัพธ์)

3) ภาษาเฉพาะ (Specific Language) หมายถึง การใช้ความรู้เฉพาะทางในการกระทำต่อสถานการณ์ที่กำหนดเป็นกรอบที่ทำให้นักเรียนพูดคุยกันในเรื่องเคมีในสถานการณ์เรื่องมลพิษทางน้ำ นักเรียนต้องประเมินคุณภาพน้ำ นักเรียนจะต้องคำนึงถึงค่า pH การวิเคราะห์ เสีสี ความขุ่น การวัด ความเข้มข้นของแบคทีเรีย และการเก็บตัวอย่าง ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งที่ครูต้องการเน้นย้ำและนำไปสู่วัตถุประสงค์การเรียนรู้

4) การเชื่อมโยงสถานการณ์กับความรู้เดิม (Extra-Situation Background Knowledge) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่ก่อนหน้า และการนำความรู้ใหม่ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ สิ่งแวดล้อมเชิงพฤติกรรม และภาษาเฉพาะต้องมีความเกี่ยวข้องกับ ความรู้ทางเคมีที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ที่ตั้งขึ้น ดังนั้นสิ่งแวดล้อมที่นำมาใช้ในกิจกรรมจะทำให้ นักเรียนใช้คำศัพท์ และคุ้นเคยกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถขยายความรู้จากมุมมองของ สถานการณ์ที่ตั้งขึ้นได้ เช่น การตรวจสอบคุณภาพของนม น้ำผลไม้ หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ เป็นต้น

4.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้มีการเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ ดังต่อไปนี้

De Jong (2008) ได้เสนอขั้นตอนของแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1) ขั้นการนำเสนอบริบท (Offering an Introductory Context Phase) เพื่อให้ให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้โดยให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย หรือสังเกตเห็นปัญหา และตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่สิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้

2) การรวบรวมและดัดแปลงคำถามของนักเรียน (Collecting and Adapting Students' Questions) ในขั้นนี้ครูรวบรวมคำถามของนักเรียน และใช้เป็นจุดเริ่มต้นเพื่อเตรียม นักเรียนสำหรับการค้นหาคำตอบโดยการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับบริบท

3) ขั้นการปรับโครงสร้างข้อมูลจากตำราหรือคัดเลือกข้อมูลจากเว็บไซต์ (Restructuring Textbook Content or Selecting Website Information) เป็นขั้นที่นักเรียน เชื่อมโยงความรู้ของตนกับข้อมูลต่างๆ ที่สอดคล้องกัน

4) ขั้นการนำเสนอบริบทสืบสอบ (Offering a Follow-up Inquiry Context) ครูนำเสนอบริบทอื่นๆ เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้มีการประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่

John K Gilbert (2006) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานว่ามี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์ มีการกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือ สถานการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้นึกถึงและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไรและผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร รวมถึงให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาและคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2) ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน มีการศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ดังกล่าว

3) ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ มีการนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการลงมือปฏิบัติงานและมีการอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว โดยจะต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานของนักเรียนด้วย

4) ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ มีการอภิปรายเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่นๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

Parchmann et al. (2006) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมของแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานไว้ 4 ช่วงดังนี้

1) ช่วงการเข้าสู่บทเรียนด้วยบริบท (Phase of Contact) เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยบริบทที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน

2) ช่วงการตั้งข้อสงสัยและการวางแผน (Phase of Curiosity and Planning) เป็นขั้นที่ระบุคำถามสำคัญของปัญหาและวางข้อกำหนดสำหรับการค้นหาข้อมูล

3) ช่วงการขยายความคิด (Phase of Elaboration) เป็นขั้นสืบสอบความรู้ อภิปรายผล เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ และนำเสนอผล

4) ช่วงเจาะลึกและสร้างความสัมพันธ์ (Phase of Deepening and Connecting) เป็นขั้นที่สะท้อนความเข้าใจของนักเรียนและการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่บริบทหรือสถานการณ์ใหม่

จินดา พรหมณัฐ (2553) ได้กำหนดขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานบนพื้นฐานลักษณะสำคัญของ Gilbert ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นกำหนดสถานการณ์ (Setting Focal Event) ในขั้นนี้ครูผู้สอนนำเสนอบริบทแนะนำ (Introductory context) เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ โดยครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือสถานการณ์ที่นักเรียนมีความสนใจ เพื่อให้นักเรียนได้นึกถึงและอธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวว่าเกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไร และผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไรรวมถึงให้นักเรียนได้กำหนดปัญหาและคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

2) ขั้นลงมือปฏิบัติงาน (Learning Task) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ร่วมมือกัน ทำกิจกรรมเป็นกลุ่มและมีการติดต่อสื่อสารกับนักเรียนคนอื่นเพื่อศึกษาค้นคว้าหรือลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเอง เช่น การทดลอง การแก้ปัญหา การอภิปรายกลุ่มย่อย การแสดงบทบาท สมมุติ การสืบค้นข้อมูล การประดิษฐ์คิดค้นสิ่งต่างๆ เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ หรือแนวคิดใหม่ๆ

3) ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ (Learning Key Concept) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ เรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอข้อค้นพบต่างๆ รวมทั้งสรุปความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการค้นหาค้นหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงความรู้เดิมและความรู้พื้นฐานของนักเรียนด้วย

4) ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ (Recontextualize) ในขั้นนี้ครูผู้สอน นำเสนอบริบทสืบค้น (Inquiry Context) เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้มีการประยุกต์ใช้ความรู้ โดยครูผู้สอนจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ใช้ความรู้หรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องในสถานการณ์อื่นๆ หรือการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน

Williams and Day (อ้างอิงใน Vivian Afrah Puplampu and Carolyn Ross, 2017, p. 55) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ขั้นที่ 1 ครูให้นักเรียนอธิบายสถานการณ์ที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนที่ครูกำหนดให้โดยอธิบายร่วมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งสมาชิกในกลุ่มควรมีความหลากหลายโดยครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะ นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดในสิ่งที่นักเรียนอยากเรียนรู้ที่มีอยู่ในบริบทจากการวิเคราะห์ร่วมกัน จากนั้นให้นักเรียนแสดงความคิด (Think aloud) แลกเปลี่ยนอธิบายร่วมกันเพื่อแสดงถึงความรู้เดิมของตนเองและลดช่องว่างของความรู้ที่มีอยู่เดิมของสมาชิกในกลุ่ม (Knowledge

gaps) ซึ่งนักเรียนจะได้ถกเถียงและแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มและร่วมกันตั้งเป้าหมายพัฒนา กลยุทธ์ในการเข้าถึงเป้าหมาย

2) ขั้นที่ 2 ครูกระตุ้นให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed) เพื่อให้บรรลุ เป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ในขั้นที่ 1 ซึ่งรวมถึงการค้นหาข้อมูลต่างๆ ทั้งในและนอกชั้นเรียน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะระบุดึงความแตกต่างในความเชื่อและสมมติฐานของตนเอง และการใช้คำถาม ทำไม อะไร อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการค้นหาคำตอบให้กับตน

3) ขั้นที่ 3 ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่มอีกครั้งเพื่อแลกเปลี่ยนแบ่งปันข้อมูลและ ความคิดเห็นตลอดจนนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขสถานการณ์โดยครูจะคอยชี้แนะซึ่งนักเรียนยังคงใช้คำถาม ทำไม อะไร อย่างไร อย่างต่อเนื่องในการวิพากษ์ความคิดเห็นของกันและกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสะท้อน ทักษะการสะท้อนคิด วิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนอีกด้วย ในตอนจบของขั้นที่ 3 นักเรียนจะสรุป เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้และอภิปรายข้อมูลร่วมกันว่าสิ่งที่ได้จากการเรียน สามารถนำไปใช้ในอนาคตได้ อย่างไร โดยครูจะเป็นผู้ประเมินว่านักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการแก้ไขสถานการณ์

4) ขั้นที่ 4 ครูให้นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้และ วิพากษ์วิจารณ์กระบวนการทำงานกลุ่ม นักเรียนจะต้องสะท้อนคิดในสิ่งที่ตนได้เรียนรู้จากกิจกรรมที่ ใช้บริบทเป็นฐานว่ามีความรู้ประสบการณ์อย่างไรและสามารถนำความรู้ไปใช้ในอนาคตได้อย่างไร

ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานของ Gilbert, Williams and Day และ Parchmann

	ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน			
	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4
Gilbert	ขั้นกำหนดสถานการณ์	ขั้นลงมือปฏิบัติงาน	ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ	ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่
Williams and Day	ครูให้นักเรียนอภิปรายสถานการณ์ที่มีบริบทเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	ครูกระตุ้นให้นักเรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	ครูให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม	ครูให้นักเรียนสะท้อนคิดเกี่ยวกับบทบาทของนักเรียน
Parchmann	ช่วงการเข้าสู่บทเรียนด้วยบริบท	ช่วงการตั้งข้อสงสัยและการวางแผน	ช่วงการขยายความคิด	ช่วงเจาะลึกและสร้างความสัมพันธ์

จากการศึกษาและวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน พบว่าขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักการศึกษาแต่ละท่านที่กล่าวมามีความคล้ายคลึงกัน อาจจะ

แตกต่างกันบ้างในรายละเอียดของแต่ละชั้น สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานตามแนวของ Gilbert เป็นหลัก เนื่องจาก Gilbert เป็นนักการศึกษาที่ได้ทำการศึกษาและพัฒนาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานกับวิชาเคมี ซึ่งมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี และยังเหมาะกับธรรมชาติของวิชาเคมีที่ต้องมีการสืบค้นข้อมูลและทำการทดลอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชั้นผู้วิจัยจะนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ซึ่งเทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต เพื่อใช้แอปพลิเคชันในสมาร์ตโฟนใช้ Simulation ใช้สื่อสังคมออนไลน์และสื่อมัลติมีเดียที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาในเรื่องสารละลาย เพื่อช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายยิ่งขึ้น ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี โดยมีรายละเอียดดังนี้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี มี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ครูมีกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง สารละลาย โดยสถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ใกล้ตัวกับนักเรียน เป็นประเด็นในสังคมหรืออาจเป็นสถานการณ์ที่ครูจำลองขึ้น ให้นักเรียนเกิดความสนใจและเกิดกระบวนการคิด อภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นที่ไหน เมื่อไหร่ อย่างไรและผลที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร นักเรียนได้ร่วมกันวิเคราะห์ ระบุประเด็นปัญหาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยครูใช้คำถามกระตุ้นนำความสนใจนักเรียนเกี่ยวกับสถานการณ์นั้น

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทกระดานแสดงความคิดเห็นออนไลน์ ได้แก่ Padlet, Canva Whiteboard

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด เพื่อศึกษาหรือสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาค้นพบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ดังกล่าว

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ได้แก่ Simulation AACT, PHET

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อค้นพบหรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยมีครูและนักเรียนร่วมกันประเมินความถูกต้องของแนวคิดสำคัญจากการนำเสนอใบกิจกรรมหรือผลงาน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อสรุปความรู้หรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรมจากสถานการณ์ดังกล่าว

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทแอปพลิเคชันสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอ ได้แก่ Padlet, Canva และเผยแพร่ผลงานผ่านสื่อสังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook

ขั้นที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ครูผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ใหม่ที่มีเนื้อหาในทางเคมีเช่นเดียวกันกับกิจกรรมก่อนหน้า โดยอาจจะเป็นภาพข่าวหรือคลิปวิดีโอที่มีเนื้อหาที่กระชับและน่าสนใจ และเป็นเนื้อหาที่ต่อยอดจากเนื้อหาเดิม เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมไปปรับประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาที่เรียนว่าสามารถนำไปใช้หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในขั้นนี้เป็นประเภทสื่อจำลองโต้ตอบเสมือนจริง ได้แก่ Simulation AACT, PHET และแอปพลิเคชันสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอ ได้แก่ Canva

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี

รุ่งรัตน์ธรรมทอง และคณะ (2558) ได้ศึกษาระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี (Chemical Literacy Test) ประกอบด้วยแบบวัด 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทปรนัย แบบวัดประเภทอัตนัย และแบบวัดประเภทเจตคติที่มีต่อเคมีผลการวิจัยพบว่า ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีในภาพรวมของนักศึกษาอยู่ในระดับต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 40.732 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี พบว่า คุณลักษณะด้านเพศ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความฉลาดรู้ด้านเคมีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ส่วนด้านอายุและวุฒิการศึกษามีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความฉลาดรู้ด้านเคมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักศึกษาส่วนใหญ่ยังมีระดับของความฉลาดรู้ด้านเคมีอยู่ในระดับต่ำแปรผันตามอายุ และวุฒิการศึกษามีผลทำให้ความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักศึกษามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ณัฐพล สิทธิกุล (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยขั้นตอนในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และระยะที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบ

คุณภาพของข้อสอบและแบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 600 คน ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีฯ ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย บทนำ คำชี้แจงในการใช้งาน วัตถุประสงค์ของการสอบ มโนทัศน์เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านเคมี องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลักการสร้าง โครงสร้าง ของแบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมี คุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีฯ ตัวอย่าง แบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีฯ และการแปลความหมายของคะแนน มีผลการประเมินคุณภาพใน ด้านความถูกต้องในระดับมากที่สุด ด้านความเหมาะสมในระดับมาก ด้านความเป็นไปได้ในระดับมาก และผลการประเมินคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก 2) แบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมี สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรูปแบบข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ครอบคลุมไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี ด้านบริบททางเคมี ด้านทักษะ การคิดขั้นสูง และด้านเจตคติต่อเคมี โดยแบบสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย มีความยากง่ายที่พอเหมาะ สามารถจำแนกกลุ่มผู้สอบได้ดีพอเหมาะ (มีค่า ตั้งแต่ 0.218 – 0.519) มีคุณภาพทั้งด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีความตรงเชิงโครงสร้าง และแบบสอบ ความฉลาดรู้ด้านเคมีนี้ความเที่ยงอยู่ในระดับสูง

ภูริต สงวนศักดิ์ (2562) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อความฉลาดรู้ ด้านเคมีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ใน เนื้อหาเรื่อง กรด-เบส จำนวน 4 แผน รวมระยะเวลา 6 สัปดาห์ และแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีที่มี ค่าความเที่ยงด้านพุทธิพิสัย 0.82 และด้านจิตพิสัย 0.94 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติทดสอบ t-test ของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่ได้จากการหาคะแนนจุดตัดด้วยวิธีการของเบอร์ก ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมีองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีสูงกว่าเกณฑ์ มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

จินดา พรหมมณชู (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การศึกษาวิจัยนี้เป็นกรณีศึกษาที่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษานนทบุรี เขต 2 จำนวน 41 คน หลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็น ฐาน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ครอบคลุม 7 แนวคิดย่อย ในเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยการตรวจคำตอบของ นักเรียนแล้วคำนวณหาค่าร้อยละของนักเรียนที่มีแนวคิดถูกต้องในแต่ละแนวคิดย่อย ผลการศึกษา พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานช่วยทำให้นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น โดยก่อนเรียนมีนักเรียนร้อยละ 30.29 ที่มีแนวคิดถูกต้อง ส่วนหลังเรียนนักเรียน มีแนวคิดถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 64.72 โดยแนวคิดเรื่องพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเป็น แนวคิดที่นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมา คือ แนวคิดเรื่องความหมายของอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี กฎอัตราและอันดับของปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามลำดับ อย่างไรก็ตามยังมีนักเรียนครึ่งหนึ่งที่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี การวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และกลไกของปฏิกิริยาเคมี

พลอยนิตดา ผาบไชย (2561) ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยนี้มี วัตถุประสงค์ได้แก่เพื่อศึกษาแนวทางจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยมีกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานจำนวน 3 แผน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู แบบบันทึกกิจกรรมของนักเรียน และแบบวัดความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส โดยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา วิเคราะห์การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยการให้คะแนนและจัด ระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ระดับ 1-6 ตามกรอบ PISA 2015 และตรวจสอบข้อมูลแบบ สุ่มแล้ว ผลการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานที่พัฒนาความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ ควรมี 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเสนอบริบท ครูนำเสนอบริบทแก่นักเรียน 2) ชี้นำตั้งข้อ สงสัยและวางแผน ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหา ออกแบบและประเมินวิธีการตรวจสอบ ปัญหา 3) ชี้นำขยายความรู้ ครูให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและใช้คำถามให้นักเรียนอภิปรายพร้อมกัน สรุปลงผลที่ได้จากการตรวจสอบปัญหาและสิ่งที่ได้เรียนรู้ 4) ชี้นำเจาะลึกและสร้างความเชื่อมโยง ครูนำเสนอบริบทและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบท ซึ่งช่วยให้นักเรียน สามารถพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่มีระดับ 4 สูงกว่าก่อนเรียนที่มีระดับ 1b

ณัฐวดี ปฐมมีโชค (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ในหัวเรื่องศาสตร์การบริโภคอาหาร เครื่องมือวิจัยคือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มคำตอบเป็น 3 กลุ่ม คือ ดี ปานกลาง ปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี (มากกว่าร้อยละ 50) รองลงมาคือ นักเรียนมีความสามารถในระดับปานกลาง (น้อยกว่าร้อยละ 36) ขณะที่นักเรียนส่วนน้อยอยู่ในระดับปรับปรุง (ร้อยละ 10.71) ผลการวิจัยนี้ นำมาซึ่งข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในแง่ของบริบทหรือสถานการณ์ที่เลือกใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

ปวันรัตน์ ศรีพรหม (2562) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิกเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย \bar{X} ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สูตร E1/E2 และใช้สถิติ t-test แบบ Dependent ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับอินโฟกราฟิกมี 5 ขั้นตอน โดยผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด (\bar{X} = 4.92, S.D. = 0.18) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.96/75.56 2) การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้พบว่าความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากบริบท การทำกิจกรรมกลุ่ม การหาคำตอบ การสร้างอินโฟกราฟิก โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์บริบท หาคำตอบและสามารถสร้างคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผลจนทำให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พิมพ์ลอย ตามตระกูล (2564) ได้ศึกษาการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็น ฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยีประกอบด้วย 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์ ครูกำหนด สถานการณ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมรอบตัวนักเรียนที่สามารถพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันและใช้คำถาม กระตุ้นให้นักเรียนระบุปัญหาและเลือกประเด็นที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงานครูให้นักเรียนออกแบบวิธีการตรวจสอบปัญหาโดยบูรณาการร่วมกับการ ใช้แอปพลิเคชันหรือโปรแกรมห้องปฏิบัติการเสมือนและเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ เป็นเครื่องมือในการลงมือปฏิบัติหรือสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมหรือใช้เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและ ประเมินความเหมาะสมของวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ขณะลงสำรวจพื้นที่จริง ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิด สำคัญ นักเรียนวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ อภิปรายและออกแบบผ่านเว็บไซต์สำหรับงานกราฟิก พร้อมนำเสนอผลการตรวจสอบและชั้นที่ 4 ชั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ครูนำเสนอสถานการณ์ ใหม่ที่คล้ายคลึงสถานการณ์เดิมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ สำหรับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียน อยู่ที่ระดับ 2 สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ 1b โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนมีการพัฒนามาก ที่สุดไปน้อยที่สุด ได้แก่ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการประเมินและ ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ศุภณัฐ ชูศรียิ่ง (2564) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับ บทเรียนบนเว็บเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนบนเว็บที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียน บนเว็บ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผ่านเกณฑ์ในระดับดีมาก 3) เพื่อเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บกับเกณฑ์ ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิตมหาวิทาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 34 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) บทเรียนบนเว็บร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน เรื่อง ไฟฟ้าสถิต 2) แผนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต 3) แบบวัด ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1) ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพกิจกรรม (E1/E2) = 78.44/81.44 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก จำนวน 34 คน 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

งานวิจัยต่างประเทศ

Cigdemoglu (2020) ได้ศึกษาห้องเรียนกลับด้านโดยการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและความฉลาดรู้ทางเคมีของนักเรียน จุดมุ่งหมายคือการตรวจสอบผลของการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบกลับด้านและแบบดั้งเดิมต่อแรงจูงใจของนักเรียนในการเรียนความฉลาดรู้ด้านเคมีและความฉลาดรู้ทางเคมี ผลการวิจัยระบุว่า การใช้ปัญหาจากประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบพลิกกลับนั้น มีผลลัพธ์ที่ดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิม โดยผลของการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมช่วยเสริมแรงจูงใจของนักเรียนต่อการเรียนเคมีและพัฒนาความฉลาดรู้ทางเคมีของนักเรียน

Chi, Wang and Liu (2023) ได้ศึกษาการประเมินทักษะการแก้ปัญหาทางเคมีตามบริบท โดยการออกแบบการทดสอบและผลลัพธ์จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อประเมินความสามารถของนักเรียนในการประมวลผลข้อมูลบริบทที่อยู่ในปัญหาทางเคมี และสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยใช้ความรู้ทางเคมี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยชุดคำถามในบริบทต่างๆ ทั้งหมด 7 บริบท ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนี้สามารถสร้างความเชื่อถือได้ และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางเคมีตามบริบทของนักเรียน โดยผลลัพธ์พบว่า เกือบครึ่งหนึ่งของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทักษะการแก้ปัญหาบริบทในระดับสูง และมีทักษะการบูรณาการในระดับปานกลาง อย่างไรก็ตาม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่มีทักษะการใช้เหตุผลหรือข้อโต้แย้งในบริบทในระดับต่ำ นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับทักษะที่ไม่สมดุล และระดับทักษะของพวกเขาลดลงตามความซับซ้อนของบริบทที่เพิ่มขึ้น

Fadly et al. (2022) ได้ศึกษาประสิทธิผลของกลยุทธ์ SOIE โดยใช้ประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ต่อความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักศึกษา การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของกลยุทธ์การเรียนรู้ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ ที่มีผลต่อความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียน ประกอบด้วย นักศึกษากลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 34 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอน

โดยใช้กลยุทธ์ SOIE ตามบริบท SSI ในขณะที่กลุ่มควบคุมได้รับการสอนโดยใช้วิธีการทั่วไป ความรู้ทางเคมีของนักเรียนวัดโดยใช้การทดสอบความรู้ทางเคมี ($r = 0.761$) และข้อมูลถูกวิเคราะห์โดยใช้ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่ากลยุทธ์ที่เป็นนวัตกรรมช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนได้อย่างมาก และส่งผลกระทบต่อการใช้ความฉลาดรู้ด้านเคมีทุกด้าน เช่น เนื้อหาและทักษะกระบวนการ คะแนนเฉลี่ยของแต่ละด้านในกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

Ngozi Okafor (2021) ได้ศึกษาการพัฒนาการได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมี ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาผ่านการจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน โดยตรวจสอบผลกระทบของการเรียนรู้ตามบริบท และอิทธิพลทางเพศต่อการได้มาซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของนักเรียนเคมี การศึกษานี้ใช้การออกแบบการวิจัยกึ่งทดลองกับตัวอย่างผู้เข้าร่วม 192 คน ที่มีอายุเฉลี่ย 15 ปี ผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้โดยใช้บริบทมีผลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของนักเรียนในด้านเคมีมากขึ้น โดยนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐาน ได้รับทักษะการทดลองที่มากกว่าการวิเคราะห์และตีความทักษะข้อมูล และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติเก่งในการวิเคราะห์และตีความ มากกว่าทักษะการทดลอง อิทธิพลของเพศต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการของนักเรียน พบว่านักเรียนหญิงมีความสนใจมากกว่านักเรียนชาย ดังนั้น ครูเคมีควรช่วยให้นักเรียนได้รับทักษะวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการโดยใช้สองวิธีเพื่อเพิ่มพูนความรู้ ค่านิยม และทักษะของนักเรียนชายและหญิงอย่างสร้างสรรค์ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มเป้าหมายและบริบทของการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนของ Kemmis & McTaggart, 1998 (อ้างถึงในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2562, น. 48-49) มีขั้นตอนการดำเนินการเป็นวงจร 4 ขั้นตอน ใน 1 วงจร ประกอบด้วย 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติ (Action) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect) ซึ่งจะเกิดขึ้นในลักษณะที่เป็นวงจรปฏิบัติการต่อเนื่องกัน 3 วงจร ปฏิบัติการ และในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยวิเคราะห์สภาพปัญหาที่พบเจอในชั้นเรียนและพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 โดยผู้วิจัยพบว่า จากการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี เรื่อง สารละลาย ที่ผ่านมาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาของสารละลายเข้ากับชีวิตประจำวันและไม่สนใจทบทวนเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ เนื่องจาก การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาเน้นไปที่การจำสูตรในการคำนวณ โดยใช้สูตรมากกว่าการสอนให้เข้าใจแนวคิดหรือที่มา ทำให้นักเรียนมักจะจดจำหลักการต่างๆ ในรูปสัญลักษณ์ และไม่สามารถเชื่อมโยงไปยังระดับมหภาค และจุลภาค จึงทำให้นักเรียน ไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาและแก้โจทย์ปัญหาเมื่อ

ซับซ้อนขึ้นได้ เมื่อพบว่าผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านเคมี จึงกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ไข ปัญหาเหล่านั้น จากนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดเป้าหมายหรือจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้แล้ว ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ด้วยการจัดการ เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี จากนั้นทำการศึกษาหลักสูตรของสถานศึกษา รวมถึง บริบทโรงเรียน ห้องเรียนและนักเรียน รวมถึงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง 2566) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เพื่อทำการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย โดยแบ่งออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ความ เข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ 2) ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar, molal 3) การเตรียมสารละลาย 4) สมบัติบางประการของสารละลาย รวมจำนวน 14 ชั่วโมง ซึ่งดำเนินการเป็น 3 วงจรที่ต่อเนื่องกันตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยตรวจสอบตนเองขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน ร่วมกับเทคโนโลยี พร้อมกับสังเกตพฤติกรรมนักเรียน โดยใช้เครื่องมือแบบสะท้อนผลการจัดการ เรียนรู้ที่บันทึกผลการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนรายวิชา เคมีเพื่อสะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และผู้วิจัยจะได้นำผล ไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไป นอกจากนี้ผู้วิจัยจะเปิดโอกาสให้นักเรียนหรือเพื่อน ร่วมงานได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผลร่วมด้วย เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือการวิจัยทั้งแบบ สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และใบกิจกรรมมาวิเคราะห์และนำไปสู่การได้ข้อสรุปว่าแนวทางปฏิบัติที่ ดีที่สุด เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะทำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยผู้วิจัยประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยผู้วิจัยสะท้อนผลการปฏิบัติหลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละ วงจรปฏิบัติการ เพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจร ปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจนครบ 3 วงจรปฏิบัติ แล้วจึงรวบรวมข้อมูลเพื่อ สรุปผลในภาพรวมในการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเป็นแนวทางในการพัฒนาปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรครั้งถัดไป จนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ เพื่อพิจารณาว่าผู้วิจัยสามารถ จัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่ และควรปรับแนวทางปฏิบัติอย่างไรให้ดีกว่าเดิม เมื่อได้รับข้อสรุปแล้วจึงเริ่มดำเนินการในขั้นวางแผนของวงจรต่อไป

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 3 วงจร แบ่งได้ดังนี้

วงจรที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ

และความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar, molal
(6 ชั่วโมง)

วงจรที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย (4 ชั่วโมง)

วงจรที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย (4 ชั่วโมง)

กลุ่มเป้าหมายและบริบทของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 40 คน ประกอบด้วยเป็นนักเรียนชาย 15 คน และนักเรียนหญิง 25 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

บริบทของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่มีภูมิลำเนาอยู่ในจังหวัดพิจิตร นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับที่ดี มีความเอาใจใส่ในการเรียน มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความพร้อมในด้านอุปกรณ์การเรียน ได้แก่ โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต รวมทั้งอินเทอร์เน็ตส่วนตัวของนักเรียน

บริบทของห้องเรียนที่ใช้ในการวิจัย

ห้องเรียนที่ใช้ในการวิจัยเป็นห้องปฏิบัติการทางเคมีมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน โดยภายในห้องปฏิบัติการมีเครื่องฉายโปรเจคเตอร์ กระดานไวท์บอร์ด เครื่องเสียง ไมโครโฟน พร้อมกับอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำปฏิบัติการทางเคมี และมีสัญญาณอินเทอร์เน็ต

บริบทของโรงเรียนที่ใช้ในการวิจัย

โรงเรียนที่ใช้ในการวิจัยเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร อยู่ในชุมชนที่ติดกับตลาด โรงเรียนมีความพร้อมด้านบุคลากรทางการศึกษา เน้นการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาต่างประเทศ รวมทั้งมีความพร้อมด้านอาคารสถานที่ สื่อ แหล่งเรียนรู้และอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2 มีดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

“แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร” เครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามข้อที่ 1 ประกอบด้วย

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งออกเป็น 4 แผนย่อย ได้แก่ 1) ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ 2) ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar, molal 3) การเตรียมสารละลาย 4) สมบัติบางประการของสารละลาย รวมจำนวน 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี โดยจะนำข้อมูลที่ได้ในแต่ละวงรอบมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในขั้นต่อไป

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี จัดทำขึ้นสำหรับครูผู้สอนหรือตัวผู้วิจัย และผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านการสอนรายวิชาเคมี จำนวน 1 ท่าน ใช้เพื่อสะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำผลไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ครั้งถัดไป

ลักษณะแบบสะท้อนผล เป็นคำถามปลายเปิดให้บรรยายเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นจะมีคำถามย่อย คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน พฤติกรรมของผู้เรียนที่พบจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะอื่นๆ ในการจัดการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

“การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร” เครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามข้อที่ 2 ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี จัดทำขึ้นเพื่อวัดความสามารถของบุคคลที่รู้เกี่ยวกับบริบทต่างๆ ของเคมี การใช้ความรู้ทางเคมี ทักษะกระบวนการและเจตคติต่อเคมีมาอธิบายประเด็นทาง

วิทยาศาสตร์ รวมถึงใช้วัดว่าผู้เรียนใช้ความรู้ทางเคมีมาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้หรือไม่ โดยข้อสอบจะประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี ด้านบริบททางเคมี ด้านทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี

2.2 ใบบัณฑิต

ใบบัณฑิตสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใบบัณฑิตจะเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี

2.3 แบบประเมินเจตคติทางเคมี

มีลักษณะเป็นข้อคำถามแบบวัดมาตราส่วนประเมินค่า 3 ระดับ ซึ่งข้อคำถามจะครอบคลุมองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีด้านเจตคติทางเคมี ในด้านความสนใจและความเป็นกลาง โดยให้นักเรียนประเมินตนเองและครูผู้สอนประเมินนักเรียนหลังจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ และเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี

ตาราง 11 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำถามวิจัยและเครื่องมือวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือวิจัย				แบบประเมินเจตคติทางเคมี
	แผนการจัดการเรียนรู้	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้	แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี	ใบบัณฑิต	
1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร	✓ (ผู้วิจัย)	✓ (ผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญ)			
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร			✓ (นักเรียน)	✓ (นักเรียน)	

หมายเหตุ : แบบประเมินเจตคติทางเคมี เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยมี 5 เครื่องมือ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี 2) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 3) ใบกิจกรรม 4) แบบประเมินเจตคติทางเคมี และ 5) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยมีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในไทยและต่างประเทศ เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ รูปแบบการจัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในไทยและต่างประเทศ เพื่อศึกษาแนวคิด หลักการ และประเภทของเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อนำมาปรับใช้กับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐาน

1.3 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ในสาระเคมีของสาระวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2566)

1.4 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง สารละลาย จากหนังสือเรียน คู่มือครูและเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.5 กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลาย ออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้รวม 14 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย

ppm, ppb, molar, molal

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

1.6 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบของแผนตามหลักสูตรของสถานศึกษา ดังต่อไปนี้

1.6.1 สาระสำคัญ

1.6.2 ผลการเรียนรู้

1.6.3 สาระการเรียนรู้

1.6.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.6.5 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.6.6 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.6.7 ทักษะการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

1.6.8 กระบวนการจัดการเรียนรู้

1.6.9 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.6.10 การวัดและประเมินผล

1.6.11 บันทึกหลังกิจกรรมการเรียนรู้

1.7 ออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ในข้อที่ 1.6.8 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง สารละลาย และเน้นการใช้บริบทหรือสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนตาม Gilbert (2006) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

โดยผู้วิจัยแสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ที่จะใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแสดงไว้ในตาราง 12

ตาราง 12 แสดงรายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี

เรื่อง สารละลาย				
แผน	เนื้อหา	บริบท	เทคโนโลยี	ชั่วโมง
1	ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ (%w/w, %w/v, %v/v)	<u>บริบทเก่า</u> : เจลแอลกอฮอล์ล้างมือ เข้มข้นเท่าไรจึงจะเหมาะกับการฆ่าเชื้อไวรัส <u>บริบทใหม่</u> : การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เจลแอลกอฮอล์ให้ปลอดภัย	1. เว็บไซต์ Padlet 2. เว็บไซต์ Visme (Online Graph Maker)	3
2	ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar, molal	<u>บริบทเก่า</u> : การรายงานข่าวคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว <u>บริบทใหม่</u> : การรายงานการตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในโรงเรียน	1. แอปพลิเคชัน Air 4 Thai 2. แอปพลิเคชัน LUX Light Meter 3. Simulation PHET (Concentration) 4. สื่อสังคมออนไลน์	3

แผน	เนื้อหา	บริบท	เทคโนโลยี	ชั่วโมง
			(Facebook)	
3	การเตรียม สารละลาย	<u>บริบทเก่า</u> : อาชีพเชฟ vs นักเคมี <u>บริบทใหม่</u> : การเตรียมสารละลาย คอปเปอร์ซัลเฟต	1. Simulation AACT (Preparing Solutions) 2. สื่อมัลติมีเดีย	4
4	สมบัติบาง ประการของ สารละลาย	<u>บริบทเก่า</u> : ประเทศเมืองหนาว ทำไมใช้เกลือละลายน้ำแข็ง <u>บริบทใหม่</u> : การต้มเส้น สปาเก็ตตี้	1. Simulation AACT (Colligative properties) 2. สื่อมัลติมีเดีย	4

หมายเหตุ : บริบทเก่า คือ บริบทที่ใช้ในชั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ขึ้นกำหนดสถานการณ์ และบริบทใหม่ คือ บริบทที่ใช้ในชั้นการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ขึ้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ทุกบริบทจากตาราง ได้ถูกนำมาใช้เพื่อเชื่อมโยงเข้าบริบทที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน และเชื่อมโยงกับความรู้ทางเคมีในเรื่อง สารละลาย ซึ่งเหตุผลที่เลือกบริบทนำมาใช้ในชั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

เจลแอลกอฮอล์ล้างมือเข้มข้นเท่าไรจึงจะเหมาะกับการฆ่าเชื้อไวรัส

เป็นบริบทที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ เนื่องจากในยุคที่ไวรัสโคโรนาหรือโควิด-19 (COVID-19) กำลังระบาดทุกคนต่างมองหาอุปกรณ์ที่จะช่วยป้องกันตัวเองจากเชื้อโรคหนึ่งในนั้นคือเจลแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อโรค แต่เจลแอลกอฮอล์ที่ขายตามท้องตลาดมีหลากหลายแบบ หลากหลายความเข้มข้นตั้งแต่ 70-90%v/v ซึ่งบริบทนี้จะทำให้นักเรียนต้องสืบค้นว่าตามท้องตลาดมีเจลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นเท่าใดวางขายมากที่สุด ควรเลือกใช้เจลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นเท่าใด จึงจะสามารถฆ่าเชื้อได้มากและเหมาะสมที่สุด

การรายงานข่าวคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว

เป็นบริบทที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับความเข้มข้นของสารละลายหน่วยหน่วย ppm, ppb ซึ่งเป็นหน่วยความเข้มข้นที่ใช้กับสารที่มีปริมาณตัวละลายน้อยมาก โดยหน่วยวัดนี้ที่เรามักจะพบเจอส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเรื่องของสิ่งแวดล้อมในงานอุตสาหกรรมหรือตามหน่วยงานต่างๆ เช่น การวัดค่ามลพิษทางอากาศ หมายถึงส่วนของปริมาณก๊าซพิษในปริมาณของอากาศบางส่วน บริบทที่ผู้วิจัยนำมาเป็นการรายงานคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้โรงงานกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง ของกรมควบคุมมลพิษที่รายงานค่าฝุ่นละอองขนาด ก๊าซโอโซน ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งผู้เรียนจะต้องแปลความหมายจากค่ารายงานของกรมควบคุมมลพิษให้ถูกต้อง

อาชีพเชฟ vs นักเคมี

เป็นบริบทที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการเตรียมสารละลาย เป็นบริบทที่เปรียบเทียบ การเตรียมสารละลายกับเตรียมอาหารที่มีความละเอียดไม่เอียงไม่เท่ากัน โดยการเตรียมอาหารอาจ ไม่เห็นเป็นต้องตวง ชั่ง วัด ให้ค่าตรงมากมาย เนื่องจากอาจจะขึ้นกับรสชาติที่ผู้ปรุงชอบ แต่หลักการ การเตรียมสารละลายไม่ใช่แบบนั้น เนื่องจากนักเคมีต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากในทุกขั้นตอน ของการเตรียมสารละลาย เนื่องจากผลของการทดลองจะขึ้นอยู่กับสารละลายที่เตรียม ถ้าเตรียมโดย ขาดความระมัดระวังหรือข้ามขั้นตอนใดไป จะทำให้ผลการทดลองนั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้

ประเทศเมืองหนาวทำไมใช้เกลือละลายน้ำแข็ง

เป็นบริบทที่นักเรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับสมบัติบางประการของสารละลาย หรือสมบัติ คอลลิเกทีฟที่เป็นการศึกษาการเพิ่มสูงขึ้นของจุดเดือด และการลดต่ำลงของจุดเยือกแข็ง โดยนักเรียน ต้องทำการสืบค้นว่าเพราะเหตุใดถึงใช้เกลือในหลักการผลิตไอศกรีมในถังปั่น และในทางกลับกัน ประเทศเขตนานามีการใช้เกลือละลายน้ำแข็งเพื่อช่วยป้องกันไม่ให้น้ำกลับมาเป็นน้ำแข็งอีกครั้ง ซึ่งเหตุผลที่นักเรียนควรอธิบายโดยอิงตามหลักการสมบัติคอลลิเกทีฟ ควรอธิบายได้ว่า เกลือไปลดจุด เยือกแข็งของน้ำลง โดยตามปกติแล้วจุดเยือกแข็งของน้ำจะอยู่ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อ เรานำเกลือโรยไปที่หิมะโดยตรงจะทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น เกลือเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำแข็งจะทำให้ อุณหภูมิในหิมะเพิ่มขึ้น เมื่อหิมะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นหิมะก็จะค่อยๆ ละลายตัวลง ทำให้หิมะก็ไม่สามารถ จับตัวเป็นก้อนแข็งได้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้กับอาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา ความถูกต้องด้านเนื้อหา การใช้ภาษา ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ครูประจำการที่มีวิทยฐานะตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ สาขาเคมี จำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณา ความถูกต้องด้านเนื้อหา ด้านภาษาและด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ และ ประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การประเมินค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ตามเกณฑ์ของบุญชม ศรี สะอาด (2554, น. 121) มีรายละเอียด ดังนี้

5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1.10 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นำมาหาค่าเฉลี่ยโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของบุญชม ศรีสะอาด (2554, น. 121) มีรายละเอียด ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยที่ระดับมีความเหมาะสมมากเป็นต้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ ซึ่งพบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเท่ากับ 4.76 4.79 และ 4.86 ตามลำดับ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.29 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

1.11 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข และปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.12 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เป็นแบบบันทึกการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ซึ่งผู้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ผู้วิจัยและครูประจำการที่มีประสบการณ์สอนวิชาเคมี 2 ท่าน โดยเป็นการเขียนสะท้อนผลแบบอิสระตามหัวข้อที่กำหนด ใช้ในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดลงแต่ละวงจรปฏิบัติการ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปให้ดีขึ้น โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 กำหนดขอบข่ายและประเด็นสำคัญในการบันทึก ได้แก่ จุดเด่น จุดที่ควร พัฒนาและ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้นการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขอบข่ายดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนการใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับ เทคโนโลยี โดยมีการบันทึกลักษณะการจัดการเรียนรู้ว่าแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้ได้ส่งเสริม ความฉลาดรู้ด้านเคมีหรือไม่

2.2.2 บันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในแต่ละชั้นของการ จัดการเรียนรู้

2.3 นำแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและประเมินความ เหมาะสม แล้วปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำ

2.4 ปรับปรุงและแก้ไขแบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา แล้วนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. ไบกิจกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ไบกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนใน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย โดยมี ลักษณะเป็นข้อคำถามแบบเขียนตอบที่นักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องช่วยกันอธิบายด้วยการเขียน บรรยายหรือวิธีการอื่นที่ครูผู้สอนเป็นคนกำหนดโดยในคำถามภายในไบกิจกรรม ซึ่งจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่อง สารละลาย เพื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีที่จะช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ ด้านเคมี จากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อออกแบบกิจกรรมที่สอดคล้องกับเนื้อหา

3.2 สร้างไบกิจกรรม โดยใช้คำถามในลักษณะเขียนบรรยาย ไบกิจกรรมการเรียนรู้จะมีข้อ คำถามที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งจะครอบคลุมองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี 3 องค์ประกอบ คือ ด้านความรู้ทางเคมี ด้านบริบททางเคมี และด้านทักษะการคิดขั้นสูง

3.3 นำไบกิจกรรมที่สร้างขึ้น เรื่อง สารละลาย เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ และให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.4 นำไบกิจกรรม เรื่อง สารละลาย เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบ ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ครูประจำการที่มีวิทยฐานะตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษสาขาเคมี จำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องและนำมาปรับปรุงแก้ไข ตามความเหมาะสม ซึ่งพบว่ามึระดับความเหมาะสมจาก

ผู้เชี่ยวชาญมีค่าเท่ากับ 4.55 4.69 และ 4.78 ตามลำดับ โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.29

3.5 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ

3.6 นำใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงแก้ไขมาแล้วในนำไปใช้จริง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ต่อไป

4. แบบประเมินเจตคติทางเคมี

เป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีในองค์ประกอบด้านเจตคติทางเคมี เรื่อง สารละลาย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ในทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ มีลักษณะแบบวัดมาตราส่วนประเมินค่า 3 ระดับ โดยให้นักเรียนประเมินตนเองและครูผู้สอนประเมินนักเรียน ใช้หลังจบแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

4.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินเจตคติทางเคมี จากนั้นทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อออกแบบแบบประเมินให้สอดคล้องกับองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

4.2 สร้างแบบประเมินเจตคติทางเคมี ที่มีข้อคำถามในลักษณะแบบวัดมาตราส่วนประเมินค่า 3 ระดับที่ครอบคลุมองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีด้านเจตคติทางเคมี ในด้านความสนใจและความเป็นกลาง โดยมีเกณฑ์การประเมินผลดังนี้

2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมในระดับดี

1 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมระดับปานกลาง

0 หมายถึง นักเรียนไม่มีพฤติกรรมในการแสดงออก

4.3 นำแบบประเมินเจตคติทางเคมี เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินก่อนนำไปใช้จริง

5. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามตามองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี ซึ่งสามารถประเมินได้จาก 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ด้านความรู้ทางเคมี (chemical content) ด้านบริบททางเคมี (chemical in context) ด้านทักษะ การเรียนรู้ขั้นสูง (high-order learning skill) และด้านเจตคติต่อเคมี (attitude toward chemistry) ซึ่งใช้กับนักเรียนใน 2 ช่วงของงานวิจัย คือช่วงก่อนดำเนินการจัดการเรียนรู้เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีและหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 3 ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

5.1 ศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับแนวคิด หลักการที่เกี่ยวข้องกับความหมายและองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมี จากเอกสาร หรืองานวิจัยทั้งในไทยและต่างประเทศ

5.2 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาที่อิงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและหนังสือเรียนเคมีเพิ่มเติม เล่ม 2 ของสถาบันพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยทำการวิเคราะห์เนื้อหา พิจารณาถึงความสอดคล้องกันระหว่างองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านเคมีกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

5.3 ทำการเลือกรูปแบบที่ต้องการที่มีเนื้อหาและมโนทัศน์ที่สำคัญเกี่ยวข้องกับเรื่องสารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำมาสร้างเป็นแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

5.4 กำหนดรูปแบบของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย โดยงานวิจัยนี้ให้ทำแบบทดสอบโดยใช้กระดาษ ซึ่งแบบทดสอบจะมี 3 รูปแบบ คือ 1) แบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก โดยใช้สำหรับวัดองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ในด้านความรู้เนื้อหาทางเคมีและด้านบริบททางเคมีและ 2) แบบเขียนตอบ ใช้สำหรับวัดองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ในด้านทักษะการคิดขั้นสูง 3) แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ใช้สำหรับวัดองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเจตคติต่อเคมี

5.5 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบและให้คำแนะนำ จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

5.6 นำแบบวัดความฉลาดรู้ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ครูประจำการที่มีวิทยฐานะตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษสาขาเคมี จำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความถูกต้องด้านเนื้อหา และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบและจุดประสงค์ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน + 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

5.7 ทำการหาค่าดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เป็นรายข้อ และหากข้อสอบมีค่าดัชนี (IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อสอบข้อนั้นสามารถสามารถนำไปทำการทดสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ ซึ่งแบบวัดความฉลาดรู้ในงานวิจัยครั้งนี้มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีทุกข้อ โดยมีค่าดัชนี IOC มากกว่า 0.5 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.89 แปลผลได้ว่า มีความสอดคล้องในการประเมินความฉลาดรู้ด้านเคมีและความถูกต้องของเนื้อหา

5.8 นำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ไปใช้จริงกับนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเก็บข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 14 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ตามขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 4 ขั้นตอนตาม Kemmis & McTaggart, 1998 (อ้างในสิรินภา กิจเกื้อกูล, 2562, น. 48-49) โดยทำการเก็บรวบรวมดังต่อไปนี้

การเตรียมความพร้อมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เข้าร่วมวิจัยทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี

การดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ตามรูปแบบของการวิจัยปฏิบัติการจำนวน 3 วงจรปฏิบัติ รวมใช้เวลาในการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ทั้งหมด 14 ชั่วโมง คาบละ 55 นาที ระยะเวลาทั้งหมด 5 สัปดาห์
2. หลังจากเสร็จสิ้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรม ผู้วิจัยทำการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของร่วมกับครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ จากใบกิจกรรมและแบบสะท้อนผลเพื่อสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
3. วิเคราะห์ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร และหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปปรับปรุงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรถัดไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านเคมีเป็นรายบุคคล หลังจากที่ได้เสร็จสิ้นการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ในวงจรปฏิบัติที่ 3
2. ผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านเคมี เพื่อนำข้อมูลไปใช้เปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนเพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ดังนี้

คำถามวิจัยข้อที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงคุณภาพ ที่บันทึกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ รวมทั้งบันทึกจุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาอธิบายว่าวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรจัดการเรียนรู้อย่างไร

โดยรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ผลดังนี้

1. อ่านแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตที่มีความเชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาเคมีจำนวน 1 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยประเด็นต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น
2. จัดระเบียบข้อมูล จากข้อความของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต ในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี
3. เขียนสรุปเป็น 3 ส่วน คือ จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
4. นำมาสรุปภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ที่ได้ผลจากการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ว่ามีภาพรวมอย่างไร บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขแนวทางการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย
5. ตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) แบบใช้แหล่งข้อมูลมากกว่าหนึ่งแหล่ง (Resource Triangulation) โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้มาจากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต มาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลการดำเนินการตรวจสอบว่าข้อมูลมีประเด็นที่สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่

คำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากเครื่องมือได้แก่ 1) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี 2) ใบกิจกรรม และ 3) แบบประเมินเจตคติทางเคมี เพื่อนำมาอธิบายว่าความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถพัฒนาได้โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ผลดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมคำตอบของนักเรียน โดยมีรายละเอียดการให้คะแนนแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีและใบกิจกรรม ดังนี้

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

ข้อสอบแบบเขียนตอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน หากถูกต้องทั้งหมดให้ 2 คะแนน หากถูกต้องบางส่วนให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน

ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน หากตอบถูกให้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน

ข้อสอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด” (0 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “น้อย” (0.5 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง” (1 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “มาก” (1.5 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด” (2 คะแนน)

ใบกิจกรรม

หากตอบถูกต้องและครบถ้วนให้ 2 คะแนน หากตอบถูกต้องเพียงบางส่วนให้ 1 คะแนน และหากตอบผิด ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน

แบบประเมินเจตคติทางเคมี

หากนักเรียนแสดงพฤติกรรมในระหว่างการทำกิจกรรมที่ตรงกับด้านความสนใจและความเป็นกลางในระดับดีได้ 2 คะแนน หากแสดงพฤติกรรมในระดับปานกลางให้ 1 คะแนน และถ้าหากไม่แสดงออกพฤติกรรมในด้านความสนใจและความเป็นกลางให้ 0 คะแนน

2. นำคะแนนรวมเฉลี่ยจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีและใบกิจกรรมมาวิเคราะห์เพื่อแบ่งระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมีมาคำนวณโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ จากนั้นนำคะแนนมาเทียบระดับเกณฑ์ความฉลาดรู้ด้านเคมี 8 ระดับตามแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2557, น.22) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ร้อยละ 80.00 ขึ้นไป	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดีเยี่ยม
ร้อยละ 75.00-79.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70.00-74.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดี
ร้อยละ 65.00-69.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ค่อนข้างดี
ร้อยละ 60.00-64.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ปานกลาง
ร้อยละ 55.00-59.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ พอใช้
ร้อยละ 50.00-54.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
ร้อยละ ต่ำกว่า 49.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

3. เปรียบเทียบระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี และสรุปผลความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียน

4. ตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูล ด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Method Triangulation) ประกอบด้วยแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย และใบกิจกรรม โดยนำทั้งสองเครื่องมือวิจัยมาทำการวิเคราะห์ความสอดคล้อง เปรียบเทียบกันเพื่อดูแนวโน้มการส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนพร้อมทั้งสรุปการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความน่าเชื่อถือข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งมีทั้งการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ได้แก่ การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) การตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) และวิธีการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านแหล่งข้อมูล (Resource Triangulation) จากงานวิจัยผู้วิจัยได้ใช้แหล่งข้อมูล 2 แหล่ง จากผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต โดยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลการดำเนินงานว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร

2. วิธีการตรวจสอบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) จากงานวิจัยผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือจำนวน 3 เครื่องมือ ในการศึกษาความฉลาดรู้ด้านเคมี ได้แก่ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี ใบกิจกรรมและแบบประเมินเจตคติทางเคมี จากนั้นวิเคราะห์และพิจารณาถึงผล และสรุปการดำเนินงานว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีสามารถช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้หรือไม่ อย่างไร

3. วิธีการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) โดยตรวจสอบข้อมูลกับอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเคมี ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและครูประจำการที่มีวิทยฐานะตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษสาขาเคมี เพื่อใช้ตรวจสอบว่าเครื่องมือที่ผู้วิจัยใช้ในการเก็บข้อมูล กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลและกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการอย่างถูกต้องและตรงตามหลักการหรือไม่ และผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้สามารถใช้อธิบายคำตอบวิจัยทั้งสองข้อได้ครบถ้วนหรือไม่

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ในครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยและเพื่อตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 คำถาม ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ควรเป็นอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี สามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีเรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยทำการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนพร้อมใบกิจกรรมและแบบวัดเจตคติทางเคมี, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ รวมจำนวนทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง โดยใช้เนื้อหา เรื่อง สารละลาย จำนวน 3 หัวข้อ ได้แก่

- 1) ความเข้มข้นของสารละลาย
- 2) การเตรียมสารละลาย
- 3) สมบัติบางประการของสารละลาย

ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละและความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตีและเศษส่วนโมล

1. ชั้นวางแผน (Plan)

1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยทั้งในไทยและต่างประเทศ เพื่อศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ รูปแบบการจัดการเรียนการสอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับวิชาเคมี ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ในสาระเคมีของสาระวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สารละลาย จึงได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ออกเป็น 4 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 14 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย

ppm, ppb, molar, molal

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนตาม Gilbert (2006) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะเริ่มต้นด้วยบริบทที่สอดคล้องกับเนื้อหาเรื่อง สารละลาย เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี ได้แก่ 1) เจลแอลกอฮอล์ล้างมือเข้มข้นเท่าไรจึงจะเหมาะสมกับการฆ่าเชื้อไวรัส 2) การรายงานข่าวคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว 3) อาซิฟเซฟ vs น้กเคมี 4) ประเทศเมืองหนาวทำไมใช้เกลือละลายน้ำแข็ง

1.2 การจัดเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยได้แบ่งการจัดเตรียมเอกสารออกเป็นดังนี้ 1) สำหรับผู้วิจัย 2) สำหรับครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ และ 3) สำหรับนักเรียน สำหรับผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตการณ์ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และสำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act) และชั้นการสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยร้อยละ รวมเวลาทั้งหมด 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลาลิตี และเศษส่วนโมล รวมเวลาทั้งหมด 3 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ

2.1 ชั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์

ในชั้นตอนนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพเจลแอลกอฮอล์ที่วางขายตามท้องตลาด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจว่า “เจลแอลกอฮอล์ที่เราใช้กัน ถือว่าเป็นไอเท็มสำคัญในช่วงโควิด-19 และนักเรียนสังเกตหรือไม่ว่าเจลแอลกอฮอล์แต่ละยี่ห้อมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร” เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตฉลากของเจลแอลกอฮอล์ยี่ห้อต่างๆ และร่วมกันวิเคราะห์ หลังจากนั้นเมื่อได้คำตอบของความแตกต่างของฉลากเจลแอลกอฮอล์แต่ละยี่ห้อ ครูนำเข้าสู่กิจกรรมในสถานการณ์ “สืบหา ใคร ซ้ำ เชื้อ (โรค)!” มีเนื้อหาสถานการณ์ดังนี้ “ในช่วงโควิด-19 ระบาด ไอเท็มที่ทุกคนเลือกใช้เพื่อช่วยป้องกันตัวเองจากเชื้อโรคหนึ่งนั้นคือเจลแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อโรค แต่เจลแอลกอฮอล์ที่วางขายตามท้องตลาดมีหลากหลายแบบหลายยี่ห้อ ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มมีเวลา 10 นาที เพื่อสืบหาให้ได้มากที่สุดว่าเจลแอลกอฮอล์ที่วางขายตามท้องตลาดมียี่ห้ออะไรบ้าง และแต่ละยี่ห้อมีความเข้มข้นกี่เปอร์เซ็นต์” โดยให้นักเรียนสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต และทำลงในใบกิจกรรม พร้อมกับโพสต์ลงใน Padlet ที่ครูจัดทำขึ้นสำหรับกิจกรรมนี้

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า สถานการณ์ที่นำมาใช้ในครั้งนี้ถือเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน เนื่องจากในช่วงโควิด-19 ที่ผ่านมาทุกคนล้วนต้องใช้เจลแอลกอฮอล์และครูมีการใช้คำถามกระตุ้นเชื่อมโยงเข้าสู่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น ทำให้นักเรียนได้ฝึกสังเกตถึงฉลากของเจลแอลกอฮอล์ที่วางขายตามท้องตลาด และนักเรียนได้มีการใช้ความรู้ทางเคมีในการสืบค้นข้อมูลอีกด้วย

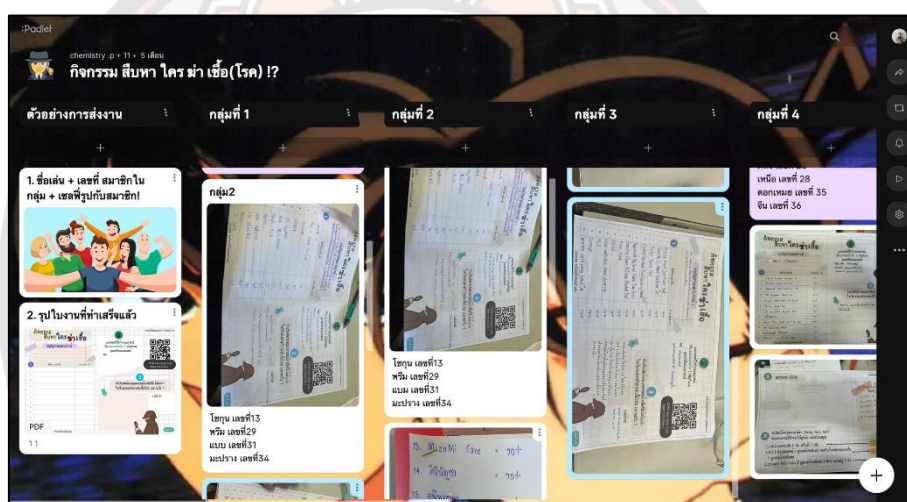
2.2 ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในชั้นตอนนี้ หลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ข้างต้น โดยทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 1 สืบหา ใคร ซ้ำ เชื้อ โดยให้เริ่มจากระบุปัญหาจากสถานการณ์ และมีข้อความในใบกิจกรรมดังนี้

- 1) ยี่ห้อของเจลแอลกอฮอล์ที่วางขายตามท้องตลาด
- 2) ความเข้มข้นเจลแอลกอฮอล์ในหน่วย

เปอร์เซ็นต์หรือร้อยละ โดยนักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ตในการสืบค้นข้อมูลดังกล่าว และระหว่างการทำกิจกรรม ครูผู้สอนจะตรวจสอบความถูกต้องยี่ห้อของเจลแอลกอฮอล์และเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่นักเรียนสืบค้น และหลังจากตรวจสอบความถูกต้องให้นักเรียนตอบคำถามข้อที่ 3) แอลกอฮอล์ที่ใช้ทำเจลแอลกอฮอล์ เป็นแอลกอฮอล์ชนิดใด พร้อมกับให้ระบุคุณสมบัติของแอลกอฮอล์ชนิดนั้น ขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียนได้ฝึกใช้ความรู้ทางเคมี ในวิทยาศาสตร์พื้นฐานและทักษะการสืบเสาะซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงอีกด้วย

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ เว็บไซต์ Padlet ใช้สำหรับให้นักเรียนตอบคำถาม โพสต์ส่งใบกิจกรรมเป็นกลุ่มและให้นำเสนอได้ ซึ่งข้อดีของเว็บไซต์ Padlet คือนักเรียนทุกคนสามารถทำงานร่วมกันได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



ภาพ 7 แสดงหน้าจอการเผยแพร่ใบกิจกรรมสืบหา ใคร ผ่า เชื้อ ของนักเรียน จากเว็บไซต์ Padlet ในวงจรปฏิบัติที่ 1

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นได้ว่าเป็นอะไร สถานการณ์ข้างต้นต้องการสิ่งใดในการสืบค้น เนื่องจากไม่เคยถูกจัดรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้เช่นนี้มาก่อน และเมื่อทำกิจกรรมเป็นกลุ่มจะมีนักเรียนบางคนในกลุ่มที่อาจไม่ได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมหรือแสดงความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

2.3 ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอกิจกรรมที่ 1 เพื่อนำเสนอข้อค้นพบหรือสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่องเจลแอลกอฮอล์กับความเข้มข้นของสารละลาย ดังต่อไปนี้ 1) นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดจากการทำกิจกรรมที่ 1 ซึ่งนักเรียนควรมีแนวคำตอบที่แสดงถึงความรู้ในทางเคมีของเรื่องเจลแอลกอฮอล์ยี่ห้อต่างๆ ที่มีหลากหลายเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นและชนิดของแอลกอฮอล์ที่ใช้ทำเจลแอลกอฮอล์เพื่อความปลอดภัย หลังจากนั้นครูตั้งคำถามก่อนให้นักเรียนสืบค้นถึงเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำเจลแอลกอฮอล์คือความเข้มข้นเท่าใด ซึ่งก่อนทำการสืบค้นนักเรียนส่วนใหญ่มักให้คำตอบว่า

“...ความเข้มข้นสูง เปอร์เซ็นต์สูงก็ยิ่งฆ่าเชื้อได้ดี...”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 12 ธันวาคม 2566)

หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล ซึ่งพบว่าหลังจากการสืบค้นข้อมูลนักเรียนแต่ละกลุ่มได้คำตอบและเหตุผลที่ถูกต้อง คือแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น 70% โดยแต่ละกลุ่มสามารถให้เหตุผลประกอบที่ถูกต้องได้ว่า

“...ถ้าเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นสูงก็จะยิ่งทำให้ตัวแอลกอฮอล์ระเหยเร็วจนเกินไปจึงไม่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ดี...”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 12 ธันวาคม 2566)

ชั้นตอนนี้จะให้นักเรียนแสดงถึงทักษะการสืบเสาะและการใช้บริบททางเคมีในด้านการเลือกบริโภคสินค้า หลังจากนั้นให้นักเรียนจัดทำกราฟความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ที่แต่ละกลุ่มสืบค้นได้โดยทำในเว็บไซต์ VISME โดยครูได้สาธิตการใช้งานและจัดทำคู่มือการใช้เว็บไซต์ให้กับนักเรียนไว้แล้วเรียบร้อย แต่ปัญหาที่ผู้วิจัยพบในกิจกรรมขั้นนี้ คือ เวลาไม่เพียงพอต่อการทำกราฟ ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มกลับไปทำเป็นการบ้านแล้วนำส่งในชั่วโมงถัดไป

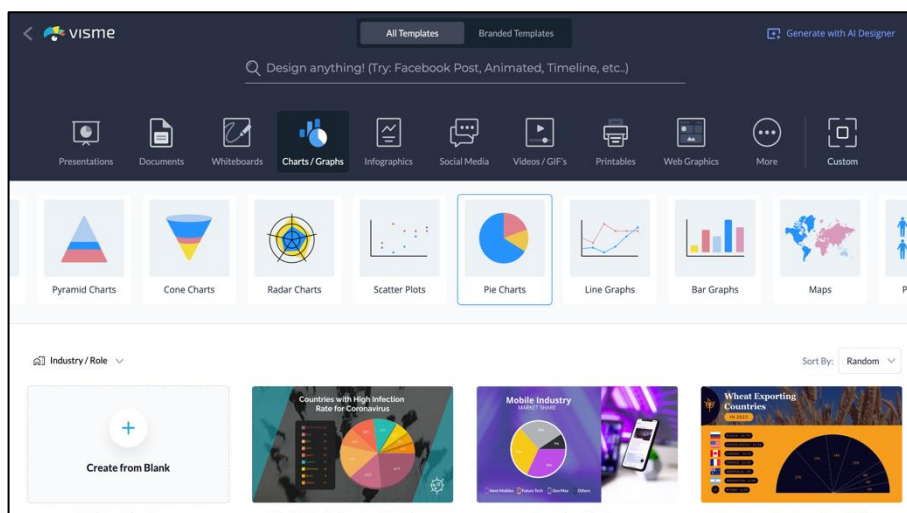
“...เว็บไซต์สร้างกราฟมีความน่าสนใจและง่ายต่อการใช้งานกับนักเรียน...”

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 12 ธันวาคม 2566)

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ เว็บไซต์ VISME ซึ่งเป็นเว็บไซต์ที่ใช้สำหรับจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นและสร้างออกมาเป็นแผนภูมิ เช่น แผนภูมิแท่ง แผนภูมิวงกลม แผนภูมิโดนัท เป็นต้น ซึ่งข้อดีของเว็บไซต์ VISME คือมีเท็มเพลตหลากหลายให้เลือกใช้ได้ทันที

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า การที่ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้นักเรียนเห็นถึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ว่ามีความหลากหลาย ดังนั้นนักเรียนจะเกิดการตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และหลังจากที่นักเรียนทุก

กลุ่มนำเสนอเสร็จสิ้นพร้อมกันสรุพบแนวคิด จะทำให้นักเรียนได้รับแนวคิดที่ถูกต้องจากการทำกิจกรรม และการที่ครูมีการสาธิตและจัดทำคู่มือการใช้เทคโนโลยี VISME ที่นักเรียนไม่เคยใช้งานมาก่อน ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจวิธีการใช้งานได้อย่างรวดเร็ว



ภาพ 8 แสดงหน้าจอการสร้างกราฟจากเว็บไซต์ VISME

2.4 ขั้นที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในขั้นตอนนี้ ครูเปิดคลิปวิดีโอ ในหัวข้อ “ซัวร์ก่อนแชร์ : คลิป "เจลล้างมืออันตรายกว่าที่คิด" จริงหรือ ?” และครูตั้งคำถามก่อนดูคลิปวิดีโอเพื่อให้นักเรียนตั้งใจเพื่อที่จะหาคำตอบจากวิดีโอ ดังนี้ 1) จากคำกล่าวอ้างของข่าวกล่าวว่าเจลแอลกอฮอล์ล้างมือมีสารใดอยู่ 2) ความเข้มข้นของเจลแอลกอฮอล์ที่ผู้เชี่ยวชาญในข่าวกล่าวถึง เป็นความเข้มข้นเท่าใด และเหมือนหรือแตกต่างจากกิจกรรมที่นักเรียนสืบค้นหรือไม่ ซึ่งพบว่าหลังจากนักเรียนดูคลิปวิดีโอตั้งกล่าวแล้ว สามารถตอบคำถามทั้ง 2 ข้อได้อย่างถูกต้องและมีการใช้ความรู้เชื่อมโยงกับกิจกรรมที่ 1 หลังจากนั้นร่วมกันสรุปคลิปวิดีโอที่กล่าวถึง “ความอันตรายที่แฝงมากับเจลแอลกอฮอล์” เพื่อที่นักเรียนจะได้นำไปใช้ในกิจกรรมสุดท้าย “การสืบค้นและนำเสนอข้อมูลการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เจลแอลกอฮอล์ให้ปลอดภัย” ซึ่งมีเป้าหมายกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงประโยชน์และโทษของเจลแอลกอฮอล์ สามารถเลือกซื้อเจลแอลกอฮอล์และใช้อย่างปลอดภัยให้ได้มากที่สุด ขั้นตอนนี้จะทำให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและการใช้บริบททางเคมีในด้านการเลือกบริโภคสินค้า โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดทำออกมาในรูปแบบของอินโฟกราฟิกโดยใช้ Canva ไม่จำกัดขนาดตามความเหมาะสมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า การใช้คลิปวิดีโอเข้ามาใช้ในชั้นการจัดการกิจกรรมขั้นสุดท้ายทำให้นักเรียนได้รับข้อมูลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเรื่องเจลแอลกอฮอล์ และทำให้นักเรียนเข้าใจถึงความสำคัญของแนวคิดสำคัญที่เรียนไปว่า ถูกนำมาใช้ต่อเนื่องจนถึงขั้นจัดการกิจกรรมขั้นสุดท้าย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ส่วนในล้านส่วน ส่วนในพันล้านส่วน โมลาริตี โมลลิตีและเศษส่วนโมล

2.1 ชั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์

ในขั้นตอนนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแสดงภาพข่าว “โรงงานกิ่งแก้วไฟไหม้ : สารเคมีตกค้าง ปัญหาใหม่หลังเหตุไฟไหม้โรงงานสารเคมี จ.สมุทรปราการ” ซึ่งเป็นข่าวใหญ่และเป็นประเด็นในสังคม ครูอธิบายถึงประเด็นต่างๆ ของข่าว เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ และตั้งคำถามต่อว่า “นักเรียนคิดว่าผลข้างเคียงที่เกิดขึ้นในอากาศที่มาจากการเผาไหม้คืออะไร” ซึ่งได้คำตอบเป็นมลพิษทางอากาศหรือ PM2.5 หลังจากนั้นครูนำเสนอภาพข่าวต่อจากข่าวข้างต้น คือ “กรมควบคุมมลพิษ เผยคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้โรงงานกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง” ที่ข่าวมีการนำเสนอผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในหน่วย ppm ppb เพื่อให้นักเรียนได้สังเกตหน่วยที่ใช้รายงานมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นว่าเป็นหน่วยความเข้มข้นในทางเคมี ต่อมาครูแสดงตัวอย่างการเข้าใช้แอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ Air4Thai ของกรมควบคุมมลพิษ ที่นักเรียนทุกคนคุ้นหน้าคุ้นตาในการใช้ดูคุณภาพอากาศ พร้อมกับชี้แจงว่ากิจกรรมในวันนี้จะต้องใช้แอปพลิเคชันดังกล่าวในการทำกิจกรรม หลังจากนั้นมอบหมายสถานการณ์ “หากนักเรียนเป็นผู้สื่อข่าวที่จะต้องทำการรายงานคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง โดยจะต้องทำการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่น่าเชื่อถือก่อนรายงานข่าวให้ประชาชน จากกรมควบคุมมลพิษ โดยกรมควบคุมมลพิษให้ข้อมูลกับผู้สื่อข่าวมา แต่ผู้สื่อข่าวจะต้องแปลข้อมูลคุณภาพอากาศนั้นให้ถูกต้องก่อนจะรายงานให้กับประชาชนได้รับฟัง” โดยครูจะมีข้อมูลดิบของคุณภาพอากาศให้และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำลงในใบกิจกรรมที่ 1 การรายงานคุณภาพอากาศ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องระบุประเด็นปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นให้ถูกต้อง

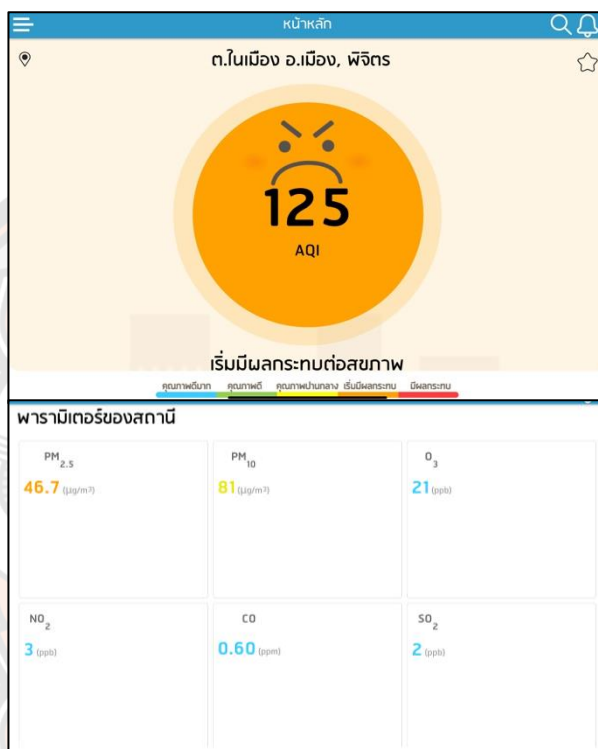
เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ แอปพลิเคชัน Air4Thai เป็นแอปพลิเคชันรายงานดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยของกรมควบคุมมลพิษ สามารถใช้ได้ทั้งรูปแบบแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ ใช้สำหรับให้นักเรียนอ่านค่าและสังเกตสถิติของค่าฝุ่น PM 2.5

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า สถานการณ์ที่นำมาใช้ในครั้งนีถือเป็นข่าวใกล้ตัวของนักเรียนและเป็นประเด็นในสังคม ที่นักเรียนอาจมองข้ามไปหรือไม่เคยได้สังเกตเห็นว่าหน่วยที่ใช้รายงานค่ามลพิษทางอากาศเป็นหน่วยความเข้มข้นในทางเคมี ซึ่งนักเรียนได้พูดถึงว่า

“...ถ้านักเรียนไม่ได้เรียนหน่วยความเข้มข้นในทางเคมี จะไม่สามารถทราบได้เลยว่าค่ามลพิษนั้นหมายความว่าอย่างไร...”

(ผู้วิจัย, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้อัจฉริยะที่ 1, 19 ธันวาคม 2566)

ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในสถานการณ์ข้างต้นมากยิ่งขึ้นเพราะนักเรียนเกิดความอยากที่จะสืบค้นข้อมูลว่าค่ามลพิษทางอากาศแต่ละค่าที่ข่าวรายงานหมายมีความหมายว่าอย่างไร



ภาพ 9 แสดงหน้าจอรายงานดัชนีคุณภาพอากาศจากแอปพลิเคชัน Air4Thai

2.2 ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในชั้นตอนนี้ หลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ข้างต้น โดย 4 กลุ่มแรกจะได้รับการรายงานข่าวคุณภาพอากาศบริเวณที่ 1 และ 4 กลุ่มหลังจะได้รับการรายงานข่าวคุณภาพอากาศบริเวณที่ 2 โดยจะต้องสืบค้นข้อมูลเพื่อตอบคำถามของสถานการณ์ โดยเริ่มต้นจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องช่วยกันสืบค้นค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่น่าเชื่อถือได้ เพื่อนำมาใช้เป็นมาตรฐานของการรายงานคุณภาพอากาศว่าปลอดภัยหรือไม่ โดยกลุ่มใดสืบค้นแล้วจะต้องให้ครูทำการตรวจสอบก่อนว่าข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นมานั้นถูกต้องหรือไม่ น่าเชื่อถือหรือไม่ เพื่อที่นักเรียนจะได้นำไปแปลผลข้อมูลในชั้นตอนถัดไปได้ถูกต้อง

หลังจากนั้นเริ่มทำใบกิจกรรมที่ 1 เพื่ออธิบายถึงความเข้มข้นของแก๊สมลพิษที่กำหนดให้ว่า หมายความว่าอย่างไร และแปลผลว่าบริเวณนั้นมีคุณภาพอากาศเป็นเช่นไร ปลอดภัยหรือไม่

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนยังไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ข้างต้นได้เพราะอาจจะสับสนระหว่างปัญหาของการให้รายงานข่าว หรือ ปัญหาที่เกิดเหตุการณ์ไฟไหม้โรงงานกิ่งแก้ว และนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถอธิบายความหมาย ความเข้มข้นของแก๊สมลพิษที่กำหนดให้ได้ ครูจึงต้องทำการยกตัวอย่างให้นักเรียนก่อน 1-2 ตัวอย่าง เช่น แก๊สโอโซนตรวจวัดได้ในช่วง 9-24 ppb หมายถึง ในอากาศ (สารละลาย) หนึ่งพันล้านกรัม จะมีแก๊ส โอโซน (ตัวละลาย) อยู่ 9-24 กรัม แต่นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเป็นอย่างมาก

“...กิจกรรมออกแบบน่าสนใจทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม...”

(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 19 ธันวาคม 2566)

2.3 ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในชั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอกิจกรรมที่ 1 เพื่อนำเสนอค่าคุณภาพอากาศที่แปลผลได้จากกิจกรรมการรายงานคุณภาพอากาศ โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่องหน่วยความเข้มข้นกับมลพิษทางอากาศ “จากการทำกิจกรรมการรายงานคุณภาพอากาศ นักเรียนคิดว่าแก๊สต่างๆ ไม่ควรเกินเท่าใดจึงจะปลอดภัยต่อสุขภาพ ?” โดยครูและนักเรียนร่วมวิเคราะห์จากตารางความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ หลังจากนั้นครูใช้ Simulation PHET ในหัวข้อ Concentration เพื่อแสดงถึงการทดลองหน่วยความเข้มข้นอีก 2 หน่วยในทางเคมีที่มักใช้นอกเหนือจาก ppm และ ppb นั่นก็คือ หน่วย molar และ molal

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า ชั้นตอนนี้จะทำให้ นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากข้อมูล เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถดูตารางที่เป็นค่ามาตรฐานของมลพิษทางอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ และแปลความหมายได้อย่างถูกต้อง แต่ก็ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถเปรียบเทียบค่ามลพิษทางอากาศที่ได้กับค่ามาตรฐานได้อย่างถูกต้อง ครูจึงให้คำแนะนำเพื่อให้ปรับแก้ต่อไป

2.4 ชั้นที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

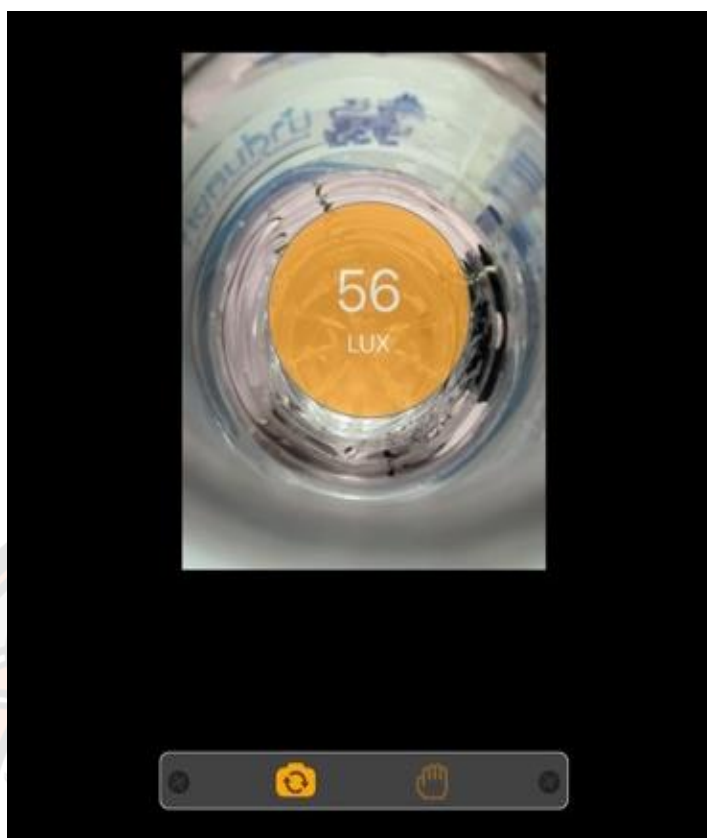
ในชั้นตอนนี้ ครูเปิดภาพในหัวข้อว่า “น้ำดื่มไม่สะอาดเพราะค่า TDS สูงจริงหรือ” และภาพของน้ำดื่มสิงห์ “น้ำดื่มที่ดีควรมีค่า TDS กี่ ppm?” ซึ่งครูอธิบายว่า “เครื่อง TDS มิเตอร์ เป็นเครื่องใช้วัดปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งหมายถึงปริมาณของแร่ธาตุต่างๆ ที่ละลายอยู่ในนั้น ไม่ได้หมายถึงปริมาณของตะกอนสิ่งสกปรกในน้ำ อย่างที่หลายคนเข้าใจกันผิดๆ และอ้างอิงตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข กำหนดให้น้ำดื่มบริโภคทั่วไปมีค่า TDS ไม่เกิน 500 ppm” เพื่อโยงถึงกิจกรรมสุดท้ายว่านักเรียนจะต้องมีการใช้เครื่อง TDS ในการทดสอบคุณภาพน้ำ นั่นก็คือกิจกรรม “Water Analysis report : การรายงานการตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในโรงเรียน” โดยครูแบ่งนักเรียนออกไปสำรวจเป็น 5 จุด 5 กลุ่ม เพื่อตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำบริเวณโรงเรียนดังนี้ 1) โคนหนองนา 2) ตู้น้ำดื่มหน้าอาคารวิทย์ 3) ตู้น้ำดื่มหน้าอาคารอังกฤษ 4) ตู้น้ำดื่มโรงอาหาร 5) ตู้น้ำดื่มอาคารพละ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องเก็บน้ำตัวอย่างตามบริเวณที่ได้รับมอบหมายพร้อมกับถ่ายรูป และนำน้ำตัวอย่างกลับมาทดสอบที่ห้องปฏิบัติการเคมี โดยใช้เครื่องมือ TDS, pH meter, Universal indicator ทดสอบและบันทึกผล รวมทั้งมีการใช้แอปพลิเคชัน LUX Light meter ในการตรวจสอบค่าความขุ่นของน้ำ พร้อมกับแปลผลข้อมูลคุณภาพของแหล่งน้ำลงในใบกิจกรรมที่ 2 Water Analysis report และทำการเผยแพร่ขั้นตอนการทดสอบคุณภาพน้ำและผลการทดสอบลงในกลุ่มเฟซบุ๊ก เป้าหมายของชั้นตอนนี้คืออยากให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหน่วยความเข้มข้นทางเคมีกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่นักเรียนใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในชั้นนี้ ได้แก่

1) แอปพลิเคชัน LUX Light Meter ใช้ในการตรวจสอบความขุ่นของน้ำในการทำการทดลอง โดยส่องผ่านโทรศัพท์หรือแท็บเล็ต โดยข้อดีของแอปพลิเคชันนี้คือนักเรียนสามารถโหลดลงในโทรศัพท์ ทำให้ทดสอบที่ใดก็ได้โดยใช้การส่องผ่านน้ำที่ต้องการทดสอบค่าความขุ่นได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์

2) Simulation PHET (Concentration) ที่ใช้ในการทดลองเสมือนจริง เรื่องหน่วยความเข้มข้นโมลาร์และโมแลล

3) สื่อสังคมออนไลน์ Facebook ที่ใช้สำหรับเผยแพร่ข้อมูลเรื่องการตรวจคุณภาพแหล่งน้ำในโรงเรียน



ภาพ 10 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชัน LUX Light Meter ที่ใช้สำหรับตรวจสอบความขุ่นของน้ำ

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางเคมีในการเลือกใช้อุปกรณ์ทดสอบน้ำ เนื่องจากการขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองจริง และออกนอกห้องเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสุขในการเรียน เกิดความอยากรู้ในการทดสอบน้ำจึงมีการนำน้ำดื่มยี่ห้ออื่นๆ ที่อยากทดสอบมาทดสอบคุณภาพน้ำเพิ่มเติม

“...กิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนโดยตรง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของวิชาเคมีมากขึ้น...”
(ครูผู้ร่วมสังเกต, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 1, 9 มกราคม 2566)

และนักเรียนมีการถ่ายทำคลิปวิดีโอการทดสอบน้ำลงในกลุ่มเฟสบุ๊คของรายวิชา ดังภาพ 11



ภาพ 11 การทำกิจกรรม Water Analysis report การตรวจสอบคุณภาพน้ำในโรงเรียน

3. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปข้อดีและข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้และแนวทางการปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่สองในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังนี้

ข้อมูลที่ได้จากการสะท้อนผลมาจากเครื่องมือดังนี้ 1) แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 2) ใบกิจกรรม โดยการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาจากผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ 1) ผู้วิจัย 2) ครูผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ในวิชาเคมี

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

1) สถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน คือ เรื่องของเจลแอลกอฮอล์ล้างมือ และการรายงานค่ามลพิษทางอากาศ (PM2.5) ส่งผลให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง หน่วยของความเข้มข้นได้ง่ายยิ่งขึ้น

2) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูล และทำการทดลองด้วยตนเอง

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

1) ในช่วงการทำกิจกรรมการทดลอง นักเรียนแต่ละกลุ่มเกิดความตื่นเต้นเมื่อได้รับอุปกรณ์ในการทำการทดลอง ทำให้นักเรียนอยากที่จะทำการทดลองล่วงหน้าไปก่อน ไม่ได้ฟังคำสั่งหรือข้อห้ามในการทดลองจากครู ดังนั้นครูควรชี้แจงคำสั่งต่างๆ ก่อนที่นักเรียนจะรับอุปกรณ์ในการทำการทดลอง เพื่อลดความผิดพลาดและความวุ่นวายที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง

2) เมื่อนักเรียนได้รับสถานการณ์ไปแล้วนั้นไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยควรที่จะยกตัวอย่างการระบุปัญหาของนักเรียนแต่ละกลุ่มให้เพื่อนๆ ได้ฟังเป็นตัวอย่าง

3) นักเรียนบางกลุ่มไม่ให้ความสนใจในการทำกิจกรรม รอลอกคำตอบของเพื่อนกลุ่มอื่นๆ

สรุปการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนยังไม่เคยชินกับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานที่ต้องใช้ทักษะการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อตอบคำถามของสถานการณ์นั้นๆ เนื่องจากเคยชินกับการเรียนแบบเดิมที่ใช้การท่องจำเป็นส่วนใหญ่ และในเรื่องของการทำกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนยังคงไม่สามารถมีส่วนร่วมได้ครบทุกคน ครูจึงควรมีคำชี้แจงในการทำกิจกรรมในวงจรถัดไปให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นในเรื่องของการแบ่งหน้าที่

วงจรปฏิบัติการที่ 2

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ซึ่งมีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง หน่วยความเข้มข้นในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 มาปรับปรุงปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยมีสถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียนเป็นเรื่อง “อาซิฟเซฟกับนักเคมี เหมือนหรือต่างกันอย่างไร” และมีกิจกรรมปฏิบัติการทางเคมี เรื่อง การเตรียมสารละลาย ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในขั้นตอนของการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นการสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย รวมเวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ชั้นที่ 1 ชั้นกำหนดสถานการณ์

ในขั้นตอนนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแสดงภาพเปรียบเทียบในหัวข้อของ “อาชีพเซฟ vs นักเคมี” แล้วถามคำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียนว่า 2 อาชีพนี้มีความเหมือนและต่างกันอย่างไร เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจว่าสิ่งที่เหมือนกันของ 2 อาชีพ คือการเตรียมวัตถุดิบของเซฟ เปรียบได้กับการเตรียม สารของนักเคมี วัตถุดิบเปรียบได้กับสารตั้งต้น ส่วนความต่างคือการเตรียมวัตถุดิบ อาจใช้ความ ละเอียดน้อยกว่าการเตรียมสารเคมี เนื่องจากนักเคมีต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากในทุกขั้นตอน ของการเตรียมสาร เนื่องจากผลของการทดลองจะขึ้นอยู่กับสารละลายที่เตรียม ถ้าเตรียมโดยขาด ความระมัดระวังหรือข้ามขั้นตอนใดไป จะทำให้ผลการทดลองนั้นเกิดความคลาดเคลื่อนได้ หลังจาก นั้นครูนำนักเรียนเข้าสู่กิจกรรม “Master CHEM BNP (มาสเตอร์เคมี บางมูลนาทภูมิ)” ด้วยสถานการณ์จำลองที่เปรียบเสมือนกับนักเรียนเป็นผู้เข้าร่วมการแข่งขันในรายการ Master CHEM BNP ที่จะต้องผ่านการฝึกเตรียมสารละลายเบื้องต้น ก่อนจะลงมือปฏิบัติจริงในมิชชั่นถัดไป โดยผู้เข้าแข่งขันต้องรับโจทย์จากเซฟ (ครู) ซึ่งจะคละกันไป โดยมีระยะเวลาในการแข่งขัน 15 นาที เท่านั้นที่จะต้องทำให้สำเร็จ โดยในกิจกรรมนี้นักเรียนจะทำกิจกรรมผ่าน Simulation AACT โดยใช้ โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า สถานการณ์ข้างต้นเป็น การนำเสนออาชีพ 2 อาชีพที่นักเรียนอาจมองข้ามไปว่า 2 อาชีพนี้มีความเหมือนและความแตกต่าง กัน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนใจว่า 2 อาชีพนี้สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ และทำให้นักเรียนเข้าใจใน สิ่งที่ครูผู้สอนจะสื่อออกไปเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องการเตรียมสารละลาย

2.2 ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในขั้นตอนนี้ หลังจากทีนักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ข้างต้น โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการ ทดลองผ่าน Simulation AACT การทดลองเตรียมสารละลายออนไลน์ โดยก่อนลงมือทำการทดลอง ครูทำการสาธิตการใช้ Simulation AACT ขึ้นจอโปรเจคเตอร์ โดยครูกำหนดเงื่อนไข ทำให้นักเรียนทำ เพียง 2 ข้อ ลงใบกิจกรรม เพื่อลดการซ้ำซ้อนของคำถาม และในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมการ ทดลองออนไลน์การเตรียมสารละลาย ครูจะเดินตรวจสอบความถูกต้องของการทำกิจกรรม โดยเน้นดู ที่หัวข้อในการคำนวณ หรืออาจสุ่มบางกลุ่มนำเสนอการคำนวณเพื่อเป็นแนวทางในการคำนวณให้กับ นักเรียนกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากการเรื่องการเตรียมสารละลาย ถ้าหากนักเรียนคำนวณผิดพลาดจะทำให้ การเตรียมสารละลายที่ต้องการผิดพลาดไปด้วย

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ Simulation AACT ในหัวข้อ Preparing Solutions (การเตรียมสารละลาย) ที่ใช้ในการทดลองเสมือนจริงเรื่อง การเตรียมสารละลาย ในกิจกรรม Master Chem BNP โดยข้อดีของ Simulation นี้คือสามารถทำผ่านเว็บไซต์ได้ โดยไม่ต้องโหลดแอปพลิเคชัน และใช้ในกิจกรรมการฝึกซ้อมเตรียมสารละลาย ซึ่งเป็นการทดลองเสมือนจริง ที่มีภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และภาพโมเลกุลแยกเป็นไอออนบวกและลบของสารละลายให้นักเรียนได้มองเห็น รวมทั้งในข้อที่เป็นการคำนวณหากนักเรียนตอบผิดจะมีเฉลยแสดงวิธีทำขึ้นมาให้ทันที ดังภาพ 12 และ 13

ภาพ 12 แสดงหน้าจอแอปพลิเคชัน Simulation AACT ในการคำนวณ

ภาพ 13 แสดงหน้าจอการทดลองเสมือน Simulation AACT ในตอนการชั่งสารเคมี

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและการใช้ความรู้ทางเคมี ในเรื่องของการคำนวณ พบว่าในการคำนวณนักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถคำนวณได้ถูกต้อง เนื่องจากตัว Simulation AACT เป็นเนื้อหาภาษาอังกฤษ ทำให้นักเรียนอาจมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนไป และเมื่อนำมาแทนค่าในการคำนวณจึงเกิดการผิดพลาดไปด้วย

2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอกิจกรรมที่ 1 การทดลองผ่าน Simulation AACT การเตรียมสารละลายออนไลน์ โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่องการเตรียมสารละลาย ดังนี้ “นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดจากการทำกิจกรรมการทดลองเตรียมสารละลายผ่าน Simulation AACT” “นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องการเตรียมสารละลาย” และครูขึ้นสรุปเนื้อหาอีกครั้งเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับแนวคิดหลักการการเตรียมสารละลายที่ถูกต้อง คือ 1) ต้องรู้ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ 2) คำนวณปริมาณสารที่ต้องชั่ง 3) ปรับปริมาตรสารละลายตามขั้นตอน หลังจากนั้นครูทำการสาธิตกับอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อให้นักเรียนได้เห็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียมสาร และสอนวิธีการแพลนแลปก่อนเข้าทำการทดลองในแต่ละครั้ง

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า ในขั้นตอนนี้จะทำให้ นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากข้อมูล รวมทั้งได้รับความรู้ทางเคมี เรื่องของขั้นตอนการเตรียมสารละลาย และการแพลนแลป และนักเรียนให้ความสนใจในการทำกิจกรรม เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ใช้เทคโนโลยีที่เป็นการทดลองออนไลน์เสมือนจริง เห็นภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เห็นภาพสารละลายที่ใช้เตรียมและเคลื่อนไหวได้เสมือนของจริง ดังนั้นนักเรียนจึงเกิดความสนุกสนานและตื่นตัวในการทำกิจกรรม

2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในขั้นตอนนี้ ครูนำตัวอย่างสารละลาย 2 ชนิดที่เตรียมเสร็จเรียบร้อยแล้วมาตั้งหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งอธิบายมิชชั่นถัดไปให้กับนักเรียนฟังว่า “หลังจากที่เราทำกิจกรรม Master CHEM BNP ที่เป็นการฝึกเตรียมสารละลาย มิชชั่นถัดไปจะเป็นการลงมือปฏิบัติจริง โดยนักเรียนจะต้องใช้ความรู้จากการทำกิจกรรม Master CHEM BNP มาใช้ในการเตรียมสารละลาย ซึ่งจะมีสารละลาย 2 ชนิด คือ CuSO_4 และ NaCl ที่ครูกำหนดความเข้มข้นที่ต้องการแตกต่างกันออกไป จัดทำเป็นฉลากทั้งหมด 8 ใบ ให้นักเรียน 8 กลุ่ม ส่งตัวแทนออกมาจับฉลากสารละลายที่ต้องเตรียม” โดยครูอธิบายแนวทางการทำกิจกรรมให้นักเรียนได้เข้าใจ โดยเริ่มต้นจาก ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับตะกร้าเพื่อไปเลือก

อุปกรณ์เครื่องแก้วมาใช้ โดยที่หน้าชั้นเรียนครูจะเตรียมอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องวางไว้ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาหยิบอุปกรณ์ด้วยตนเอง และถ้าหากกลุ่มใดหยิบผิดหรือหยิบเกินจะถูกหักคะแนน และครูเน้นย้ำถึงสิ่งที่สำคัญในการเตรียมสารละลายในการทำขั้นตอนนี้คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องทำการคำนวณสารที่ต้องการซึ่งให้ถูกต้องก่อน กลุ่มใดคำนวณเสร็จให้นำมาให้ครูตรวจให้ถูกต้องก่อน จึงจะสามารถผ่านด่านไปเตรียมสารละลายต่อไปได้ และหลังเสร็จสิ้นการเตรียมสารละลาย ครูมอบหมายโจทย์เพิ่มเติมเรื่องการเตรียมสารโดยวิธีการเจือจาง ดังต่อไปนี้ “ให้นักเรียนลองฝึกคิดต่อยอดจากสถานการณ์ที่ 1 สืบหา ใคร ผ่า เชื้อ!? “หากต้องการเตรียม alcohol 70% 1000 mL จาก alcohol 95%” จะต้องแบ่ง alcohol 95% มาเท่าไร?” เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจว่าเนื้อหาที่เรียนไปมีความเชื่อมโยงกัน สามารถนำไปใช้จริงได้

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ สื่อสังคมออนไลน์ Facebook ที่ใช้สำหรับเผยแพร่ขั้นตอนการเตรียมสารละลายของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางเคมีจากชั้นของแนวคิดสำคัญมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดขึ้นซึ่งก็คือการเตรียมสารละลายโดยใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถนำความรู้จากกิจกรรมก่อนหน้านี้มาใช้ได้จริง และมีความสนใจการเตรียมสารละลาย หลากกลุ่มมีการจัดทำคลิปวิดีโอนำเสนอในเรื่องของขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ดังภาพ 14



ภาพ 14 การเผยแพร่ขั้นตอนการทดลองใน Facebook เรื่อง การเตรียมสารละลายของนักเรียนกลุ่มที่ 5

3. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปข้อดีและข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้และแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อนำไปปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังนี้

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

- 1) สถานการณ์ที่นำมาใช้เป็นสถานการณ์ที่เปรียบเทียบโดยใช้อาชีพเป็นตัวแทนเริ่มต้นเนื้อหาในหัวข้อ “อาชีพเซฟ vs นักเคมี” ทำให้กระตุ้นความสนใจในการเรียนได้
- 2) นักเรียนมีความคุ้นเคยกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้มากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจบทบาทในการเรียนมากขึ้น
- 3) มีกิจกรรมที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ และได้ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์
- 4) นักเรียนได้ใช้ความรู้จากกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มาใช้ต่อยอดในกิจกรรมครั้งนี้

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

- 1) นักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ใน Simulation เนื่องจากเป็นภาษาอังกฤษ ดังนั้นครูควรนำตัวอย่างโจทย์ที่คล้ายกันกับใน Simulation AATC ที่เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้นักเรียนลองทำก่อน เพื่อที่นักเรียนจะได้คุ้นเคยกับโจทย์ก่อนลงมือทำใน Simulation
- 2) นักเรียนบางกลุ่มมีการเล่นอุปกรณ์เครื่องแก้ว อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ ดังนั้นก่อนทำการทดลอง ครูควรชี้แจงข้อตกลงกับนักเรียนให้ชัดเจน

สรุปการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 2 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนเริ่มคุ้นกับรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้บริบทเป็นฐานที่ต้องใช้ทักษะการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น เพื่อตอบคำถามของสถานการณ์นั้นๆ และพบว่าการที่นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์จริง ทำให้นักเรียนเกิดทักษะปฏิบัติการเคมีและเกิดความรู้ทางเคมีขึ้นในขั้นตอนนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 3

เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

จากผลการสะท้อนการปฏิบัติการในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ซึ่งมีการดำเนินการจัดการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย มาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยมีสถานการณ์นำเข้าสู่บทเรียนเป็นเรื่อง “ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน ?” และในขั้นตอนของการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่เป็นเรื่องของ “ล้วงลับสูตรเซพมิซิลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้” ซึ่งนักเรียนทุกคนจะต้องทำการสืบค้นและทดลองแบบออนไลน์ผ่าน Simulation ของ AACT

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) และขั้นการสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย รวมเวลาทั้งหมด 4 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดแสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

2.1 ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ในขั้นตอนนี้ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแสดงภาพ “ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน ?” ซึ่งนักเรียนอาจเดาคำตอบได้ว่า ป้องกันถนนลื่นหรือช่วยละลายหิมะและเข้าสู่กิจกรรม “Why Does Salt Melt Ice on the Roads ? ด้วยสถานการณ์จำลอง “หากนักเรียนเป็นเทศกิจที่ทำหน้าที่คอยดูแลรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยเมือง และวันนี้เป็นวันที่เผชิญกับเหตุการณ์หิมะตกหนัก บางพื้นที่มีหิมะทับถมกันสูงเกือบ 2 เมตร ทำให้กระทบการเดินทาง การจราจรของประชาชนในเมือง และคุณได้รับมอบหมายให้ไปกำจัดหิมะที่ขัดขวางการจราจร แต่เกลือที่เคยใช้ คือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หหมดในคลัง จึงจะต้องไปตามหาเกลือชนิดใหม่มาแทน และขณะที่กำลังนำเกลือละลายหิมะ มีประชาชนเข้ามาถามว่าทำไมจึงถึงใช้เกลือละลายหิมะ เทศกิจจะต้องทำการอธิบายให้ประชาชนเข้าใจได้ง่ายที่สุด” โดยครูชี้แจงถึงแนวทางการทำกิจกรรมว่า นักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะได้เป็นอย่างไร และเกลือที่สามารถใช้ทดแทน NaCl คือเกลืออะไร ครูให้เวลานักเรียนในการสืบค้นข้อมูลเลือกชนิดเกลือ แล้วให้บอกชื่อเกลือที่จะใช้แทนเกลือโซเดียมคลอไรด์ก่อน จึงค่อยลงมือทำกิจกรรมในขั้นตอนถัดไปได้

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสนใจในสถานการณ์เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่ไม่เคยพบมาก่อน ทำให้นักเรียนสนใจที่จะค้นหาข้อมูล แต่ปัญหาที่พบคือนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถค้นหาชนิดของเกลืออื่นๆ ได้ ครูจึงชี้แนะแนวทางการค้นหาเป็นคำสำคัญ เช่น Types of salts chemistry เพื่อให้ นักเรียนค้นหาชนิดเกลือได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

2.2 ชั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

ในขั้นตอนนี้ หลังจากที่นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็น 8 กลุ่มเพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ข้างต้น โดยที่หลังจากที่นักเรียนสืบค้นชนิดเกลือเรียบร้อยแล้วนั้น นักเรียนจะต้องสืบค้นคุณสมบัติของเกลือชนิดนั้น เกี่ยวกับจุดเดือด จุดเยือกแข็งของเกลือให้ถูกต้อง โดยเน้นให้นักเรียนดูแหล่งการสืบค้นที่น่าเชื่อถือ แล้วจึงตอบคำถามเกี่ยวกับหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะ โดยครูตรวจสอบหลักการที่นักเรียนอธิบาย โดยอาจสุ่มบางกลุ่มนำเสนอ เพื่อร่วมกันพิจารณาข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อวิเคราะห์ออกมาอธิบายเป็นหลักการของเกลือสามารถละลายหิมะ

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนไม่สามารถสืบค้นจุดเดือด จุดเยือกแข็งได้ถูกต้อง เนื่องจากพหุคณาเป็นภาษาไทยแล้วจะไม่ค่อยพบข้อมูล ครูจึงให้คำแนะนำให้ค้นหาเป็นภาษาอังกฤษ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เช่น แนะนำให้ใช้คำค้นหาเป็น “Boiling point”, “Freezing point”

2.3 ชั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

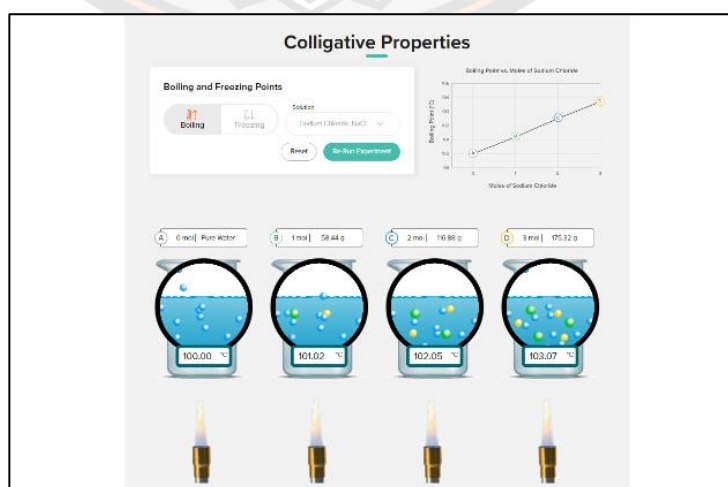
ในขั้นตอนนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอกิจกรรม “Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?” ทำไมเกลือจึงถึงละลายหิมะได้ ? โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่องสมบัติประการของสารละลายจากการนำเสนอ ดังนี้ “นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดจากการทำกิจกรรม Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?” โดยนักเรียนจะตอบเกี่ยวกับ ชนิดของเกลือที่สามารถใช้แทน NaCl และหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะได้ และคำถามถัดมาคือ “นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย” โดยนักเรียนจะตอบเกี่ยวกับจุดเยือกแข็งของสารละลาย หลังจากนั้นครูและนักเรียนสรุปร่วมกันเกี่ยวกับแนวคิดสำคัญของกิจกรรมว่า “ทำไมเกลือจึงละลายหิมะได้ ?” เพื่อให้ได้คำตอบว่า เกลือไปช่วยป้องกันการแข็งตัวเป็นน้ำแข็งหรือลดอุณหภูมิจุดเยือกแข็งของน้ำ เมื่อตอบคำถามดังกล่าวเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวรายละเอียดของเรื่องเกลือทำไมจึงละลายหิมะในส่วนที่ขาดหายไปจากการตอบคำถามของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้องค์ความรู้ทางเคมีครบถ้วน พร้อมกับเปิดคลิปวิดีโอ เรื่อง “จำเป็นมาก! ทำไมต้องโรยเกลือบนหิมะ?” ของประเทศฟินแลนด์ โดยครูกำหนดคำถามก่อนดูคลิปวิดีโอ ดังนี้ “ทำไมจึงต้องโรยเกลือบนหิมะ” และ “เกลือที่ใช้โรยคือเกลือชนิดใดและผสมสิ่งใดเข้าไป และมีข้อเสียอย่างไร” เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนสนใจคลิปวิดีโอดังกล่าว และก่อนทำกิจกรรมในขั้นตอนถัดไป ครูแสดงภาพเปรียบเทียบ “การโรยเกลือบนถนนกับไอติมหลอด” ทั้งที่ใช้เกลือเหมือนกันแต่ผลที่ได้กลับต่างกันเพราะสิ่งใด ให้นิเวศนักเรียนในการคิดวิเคราะห์ค้นหาคำตอบ ก่อนที่จะสรุปร่วมกันว่าต่างกันตรงบริเวณที่เกลือไปโดนหรือเกลือไปสัมผัส

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า ในขั้นตอนนี้จะทำให้ นักเรียนได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสืบค้นข้อมูล เนื่องจาก นักเรียนจะต้องเริ่มจากสืบค้นชนิดเกลือที่จะใช้แทน NaCl หลังจากนั้นต้องสืบค้นคุณสมบัติของเกลือ ชนิดนั้นเกี่ยวกับจุดเดือด จุดเยือกแข็งก่อนจึงจะสามารถนำมาตอบคำถามอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง แต่ อาจมีนักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ครูจึงให้คำแนะนำในการปรับแก้ต่อไป

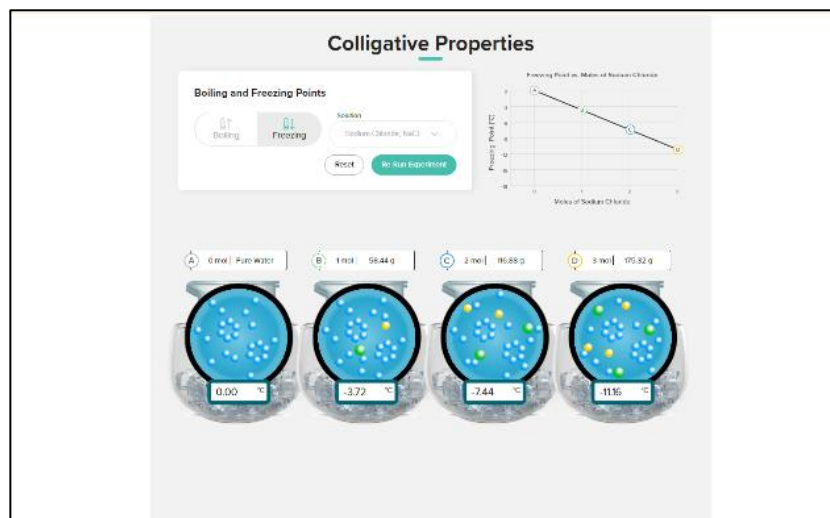
2.4 ขั้นที่ 4 ชี้นำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

ในขั้นตอนนี้ ครูนำเข้าสู่กิจกรรม “ล้วงลับสูตรเคมีซิลิน กับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้” โดยครู เสนอ 4 สูตรลับที่เซฟใช้ในการต้มเส้นสปาเก็ตตี้ พร้อมกับให้นักเรียนร่วมวิเคราะห์ว่าสูตรลับข้อใดที่ เกี่ยวข้องกับเรื่องของสมบัติคอลลิเกทีฟ หลังจากนั้นครูมอบหมายภารกิจให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม “จะต้องนำผลการทดลองจาก Simulation AACT มายืนยันว่าการใส่เกลือลงไปในการต้มเส้นสปาเก็ตตี้ ไปช่วยในเรื่องใด” โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองผ่าน Simulation AACT และบันทึก ผลลงในใบกิจกรรม โดยครูให้นักเรียนทุกกลุ่มทำข้อที่ 1 ที่เป็นการคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง ก่อน กลุ่มใดทำเสร็จข้อที่ 1 ให้นำมาให้ครูตรวจสอบความถูกต้องก่อน เพื่อเป็นการตรวจสอบความ เข้าใจในการคำนวณของนักเรียนแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นจึงตอบคำถามในใบงานให้ครบถ้วน โดยเน้นไปที่ การดูกราฟจากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลของจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายเทียบกับ สารบริสุทธิ์ (น้ำ) หลังจากนั้นนักเรียนต้องใช้ความรู้ทางเคมีวิเคราะห์เพื่อสรุปออกมาเพื่อตอบคำถาม ให้ได้ว่า “การใส่เกลือไปช่วยในเรื่องใดของการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

เทคโนโลยีที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในขั้นนี้ ได้แก่ Simulation AACT หัวข้อ Colligative properties ที่ใช้ในการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ (จุดเดือด จุดเยือกแข็ง) ข้อดีของ Simulation AACT คือนักเรียนสามารถทำการทดลองผ่านเว็บไซต์ได้ทันที และมีสารละลายหลาย ชนิดที่ใช้เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง รวมทั้งมีภาพโมเลกุลที่เห็นได้ชัดเจน ดังภาพ 15 และ 16



ภาพ 15 แสดงหน้าจอการทดลองเสมือน Simulation AACT ในเรื่องจุดเดือดของสารละลาย



ภาพ 16 แสดงหน้าจอการทดลองเสมือน Simulation AACT ในเรื่องจุดเยือกแข็งของสารละลาย

จากการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางเคมีในการคำนวณจุดเดือด และจุดเยือกแข็ง เป็นขั้นที่นักเรียนให้ความสนใจในสถานการณ์ใหม่ คือ การที่เซฟใส่เกลือลงไปบนเส้นสปาเก็ตตี้มันช่วยอะไร ซึ่งองค์ความรู้เดิมของนักเรียนคือช่วยการเพิ่มรสชาติหรือไม่ให้เส้นสปาเก็ตตี้ติดกัน แต่กิจกรรมในขั้นตอนนี้จะให้นักเรียนทราบว่านอกจากการใส่เกลือเพื่อเพิ่มรสชาติแล้วนั้น ยังช่วยในเรื่องของการเพิ่มจุดเดือดให้กับน้ำอีกด้วย ทำให้เส้นสปาเก็ตตี้สุกเร็วขึ้นนั่นเอง

3. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect)

ผู้วิจัยได้สรุปข้อดีและข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้และแนวทางการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติที่ 3 ดังนี้

ข้อดีในการจัดการเรียนรู้

- 1) สถานการณ์ที่นำมาใช้มีความแปลกใหม่จากสถานการณ์ที่เคยพบเจอในเนื้อหาเรื่องสมบัติบางประการของสารละลาย ได้แก่ สถานการณ์การใช้เกลือกำจัดหิมะ, การใส่เกลือลงในการต้มเส้นสปาเก็ตตี้
- 2) กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสสืบค้นข้อมูล และทำการทดลองด้วยตนเอง
- 3) การทดลองออนไลน์ที่นำมาใช้ (Simulation AACT) มีความน่าสนใจ เห็นภาพชัดเจนและยังมีกราฟให้นักเรียนได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองได้ชัดเจน

ข้อบกพร่องในการจัดการเรียนรู้

1) นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถดูกราฟผลการทดลองแล้วตอบคำถามจากสถานการณ์ได้ ดังนั้นครูจึงควรยกตัวอย่างกราฟผลการทดลองจาก Simulation เพื่อให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามก่อน

การจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ผู้วิจัยมีการใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัว แต่แปลกใหม่ทำให้นักเรียนมีความสนใจและได้วิเคราะห์สถานการณ์ร่วมกับการใช้ความรู้ทางเคมี มีการใช้สื่อที่เป็นการทดลองออนไลน์เสมือนจริง เพื่อให้นักเรียนมองเห็นภาพการทดลองและผลการทดลองเป็นรูปธรรมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจความรู้ทางเคมีเรื่อง สมบัติประการของสารละลายได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสามารถสืบค้นความรู้จากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือเพื่อนำมาใช้ประกอบการตอบคำถามในสถานการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางเคมีมาเชื่อมโยงในสถานการณ์ใหม่ได้



ตาราง 13 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการและแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนา
 ความฉลาดด้านเคมี เรื่องสารละลายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนด สถานการณ์	<p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้ภาพเจลแอสคอสปอร์ที่วางขายตามท้องตลาด และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความสนใจ และให้นักเรียนได้สังเกตผลจากของเจลแอสคอสปอร์ยี่ห้อต่างๆ พร้อมทั้งวิเคราะห์</p> <p>2. ครูนำเข้าสู่กิจกรรมสถานการณ์ “สืบหา ใคร ฆ่า เชื้อ(โรค)?” ซึ่งนักเรียนทุกคนมีเวลา 10 นาที เพื่อสืบหาให้ได้มากที่สุดว่าเจลแอสคอสปอร์ที่วางขายตามท้องตลาดมียี่ห้ออะไรบ้าง และแต่ละยี่ห้อที่มีความ</p>	<p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแสดงภาพเปรียบเทียบในหัวข้อของ “อาซิเพพ vs นักเคมี” แล้วถามคำถามกระตุ้นคิดกับนักเรียนว่า 2 อาซิเพพมีความเหมือนและต่างกันอย่างไร</p> <p>2. หลังจากให้นักเรียนเข้าสู่กิจกรรม “Master CHEM BNP (มาสเตอร์เคมี บางมูลนากภูมิ)” ด้วยสถานการณ์จำลองที่เปรียบเสมือนกับนักเรียนเป็นผู้เข้าร่วมการแข่งขันในรายการ Master CHEM BNP ที่จะต้องผ่านการฝึกเตรียมสารละลาย</p>	<p>1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยแสดงภาพ “ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน?” ซึ่งนักเรียนอาจเดาคำตอบได้ว่า ป้องกันถนนลื่นหรือช่วยละลายหิมะ</p> <p>2. เข้าสู่กิจกรรม “Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?” ด้วยสถานการณ์จำลอง โดยสมมติให้นักเรียนเป็นแท็กซี่นักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะได้เป็น</p>	<p>1. ครูกำหนดสถานการณ์ที่ต้องใช้ความรู้ทางเคมีเรื่องสารละลายชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเนื้อหาของของ สสวท. โดยสถานการณ์ที่นำมาใช้ต้องเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เกิดตัวกับนักเรียนหรือเป็นประเด็นในสังคม หรืออาจเป็นสถานการณ์ที่ครูจำลองขึ้นที่มีความน่าสนใจและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา</p> <p>2. ครูจะต้องใช้คำถามกระตุ้นนำความสนใจของนักเรียนว่า สถานการณ์ต่างๆ รอบตัวที่เกิดขึ้นล้วนเกี่ยวข้องกับเนื้อหา</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วาทปฏิบัติ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนด สถานการณ์	<p>ผู้เรียนที่เปเปอร์เซ็นต์” โดยให้ นักเรียนสืบค้นจากอินเทอร์เน็ต ผ่านโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต และทำลงในใบกิจกรรม พร้อม กับโพสต์ลงใน Canva</p>	<p>เบื้องต้น ก่อนจะลงมือปฏิบัติ จริงในมีขั้นตอนได้ไป โดยผู้เข้า แข่งขันต้องรับโจทย์จากเซฟ (ครู) ซึ่งจะคละกันไป</p>	<p>อย่างไร และเกลือที่สามารถ ใช้ทดแทน NaCl คือเกลือ อะไร</p>	<p>ทางเคมี หลังจากนั้นครูเข้าสู่ สถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น หรืออาจเป็นสถานการณ์จริง ที่เชื่อมโยงเนื้อหาเรื่อง สารละลาย ซึ่งสถานการณ์ ดังกล่าวจะเปรียบเสมือนกับ การมอบหมายภารกิจสำคัญ ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ใช้ กระบวนการคิดและอภิปราย ร่วมกัน นักเรียนจะต้องร่วมกัน วิเคราะห์สถานการณ์และ เงื่อนไขเพื่อหาแนวทางการ แก้ปัญหาจากสถานการณ์ ดังกล่าว</p> <p>เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ Padlet, Canva Whiteboard ใช้ในการช่วยให้นักเรียนตอบ คำถามได้อย่างอิสระ เพื่อ กระตุ้นความสนใจในช่วงแรก ของการจัดการเรียนรู้</p>

ขั้นตอนการจัดการจัดการ	วจนปฏิบัติ	แนวทางการจัดการการเรียนรู้
เรียนรู้	1	3
ขั้นที่ 2	1	2
ชั้นลงมือปฏิบัติงาน	1. หลังจากให้นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ โดยกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 1 สืบหา ใคร เชื่อ โดยให้เริ่มจากระบุปัญหาจากสถานการณ์ และตอบข้อคำถามในใบกิจกรรม โดยนักเรียนใช้ โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต และระหว่งที่นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลในกิจกรรมนั้น ครูควรกำกับให้นักเรียนดูแลแหล่งข้อมูลที่สืบค้นมาให้มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ที่จะนำมาใช้สำหรับตอบคำถามในใบกิจกรรม และให้นักเรียนเขียนแหล่งที่มาของข้อมูลไว้เสมอ	1. หลังจากให้นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ โดยที่หลังจากที่นักเรียนสืบค้น ชนิดเกลือเรียบร้อยแล้วนั้น นักเรียนจะต้องสืบค้น คุณสมบัติของเกลือชนิดนั้น เปรียบกับจุดเดือด จุดเยือกแข็ง ของเกลือให้ถูกต้อง โดยเน้นให้นักเรียนดูแลแหล่งการสืบค้น ที่น่าเชื่อถือ แล้วจึงตอบ คำถามเกี่ยวกับหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะ
เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้	1. หลังจากให้นักเรียนได้รับสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น นักเรียนจะแบ่งออกเป็นกลุ่ม เพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสืบค้นข้อมูล และอภิปราย เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันสืบค้นข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ระบุปัญหาจากสถานการณ์ โดยสืบค้นผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต และระหว่งที่นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลในกิจกรรมนั้น ครูควรกำกับให้นักเรียนดูแลแหล่งข้อมูลที่สืบค้นมาให้มีความน่าเชื่อถือหรือไม่ที่จะนำมาใช้สำหรับตอบคำถามในใบกิจกรรม และให้นักเรียนเขียนแหล่งที่มาของข้อมูลไว้เสมอ	เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ การทดลองออนไลน์เสมือนจริง ผ่าน Simulation AACT, PHET ซึ่งอาจใช้ก่อนทำการทดลองจริงหรือใช้สำหรับกรณี ที่โรงเรียนมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	วงจรปฏิบัติ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน ออกมานำเสนอกิจกรรมที่ 1 เพื่อนำเสนอข้อค้นพบหรือสิ่งที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่อง แอลกอฮอล์กับความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งนักเรียนควรมีแนวคำตอบที่แสดงถึงความรู้ในทางเคมีของเรื่อง แอลกอฮอล์ยี่ห้อต่างๆ ที่มีหลากหลายเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นและชนิดของแอลกอฮอล์</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน ออกมานำเสนอกิจกรรมที่ 1 การทดลองผ่าน Simulation AACT การเตรียมสารละลาย ออนไลน์ โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่อง การเตรียมสารละลาย และครูขึ้นสรุปเนื้อหาอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับแนวคิดหลักการเตรียมสารละลายที่ถูกต้อง</p>	<p>1. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งกิจกรรม “Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?” ทำไมเกลือจึงละลายหิมะได้ ? โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ช่วยกันประเมินความถูกต้องของเนื้อหาจากการนำเสนอ หลังจากนั้นครูตั้งคำถามเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเรื่องสมบัติประการของสารละลายจากการนำเสนอ</p>	<p>1. หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมจากสถานการณ์ที่มอบหมายให้เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมจากการสืบค้นข้อมูลให้กับครูและนักเรียนกลุ่มอื่นได้ฟังและร่วมกันประเมินความถูกต้องของการนำเสนอ โดยถ้าหากข้อมูลที่นักเรียนนำเสนอส่วนใดคลาดเคลื่อนไป ครูจะให้ข้อเสนอแนะทันที เพื่อให้นักเรียนได้มีองค์ความรู้ที่ถูกต้อง</p> <p>เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้</p> <p>นักเรียนนำเสนอผ่าน Canva, Padlet และเผยแพร่ผลงานผ่าน Facebook กลุ่ม</p>

ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	วจนปฏิบัติ			แนวทางการจัดการเรียนรู้
	1	2	3	
<p>ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิด สำคัญ</p>	<p>2. หลังจากให้นักเรียนจัดทำการ ความเข้มข้นของ แอลกอฮอล์แต่ละกลุ่มสืบค้น ได้ โดยทำในเวิร์ปเซต VISME</p>	<p>2. หลังจากให้นักครูทำการสาธิต กับอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เคมี เพื่อให้ให้นักเรียนได้เห็น อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียม สาร และสอนวิธีการพบนแลบ ก่อนเข้าทำการทดลองในแต่ละ ครั้ง</p>	<p>2. เมื่อตอบคำถาม ดังกล่าวเสร็จเรียบร้อย แล้วนั้น ครูอธิบาย เพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียด ของเรื่องเกลือทำไม่จึง ละลายหิมะในส่วนที่ขาด หายไปจากการตอบ คำถามของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้องค์ ความรู้ทางเคมีครบถ้วน พร้อมกับการเปิดคลิปวิดีโอ เรื่อง “จำเป็นอย่างมาก! ทำไม ต้องโรยเกลือบนหิมะ?” ของประเทศฟินแลนด์</p>	<p>2. หลังจากให้นักเรียนนำเสนอครบ ทุกกลุ่มแล้วนั้น ครูและนักเรียนจะ ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปรายเพื่อ สรุปแนวคิดสำคัญของสถานการณ์ และเนื้อหาในทางเคมีให้ถูกต้อง ก่อนที่จะทำกิจกรรมถัดไป โดย แนวทางวิธีการสรุปแนวคิดสำคัญ ของขั้นนี้ ครูอาจใช้เป็นคำถามที่ ในภาพรวมกิจกรรมและคำถามที่ ประเด็นเนื้อหา</p>

ขั้นตอนการจัดการจัดกา เรียนรู	1	2	3	แนวทางการจัดการเรียนรู
ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่	<p>1. ครูเปิดคลิปวิดีโอ หัวข้อ “ช่วงก่อนแชร์ : คลิป "เจด้าง มีอันตรรกกว่าที่คิด" จริงหรือ ?” และครูตั้งคำถามก่อนดูคลิปวิดีโอเพื่อให้นักเรียนตั้งใจ เพื่อที่จะหาคำตอบจากวิดีโอ หลังจากนั้นร่วมกันสรุปคลิปวิดีโอ เพื่อที่นักเรียนจะได้ นำไปใช้ในกิจกรรมสุดท้าย “การสืบค้นและนำเสนอข้อมูล การเลือกข้อผลิตภัณฑ์เจล แอลกอฮอล์ให้ปลอดภัย”</p> <p>2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดทำ ออกมาในรูปแบบของอินโฟ กราฟิกโดยใช้ Canva ไม่จำกัด</p>	<p>1. ครูนำตัวอย่างสารละลาย 2 ชนิดที่เตรียมเสร็จเรียบร้อย แล้วมาตั้งหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้ง อธิบายมีชิ้นชนิดไปให้กับ นักเรียนฟังว่า “หลังจากที่เราทำ กิจกรรม Master CHEM BNP ที่เป็นการฝึกเตรียมสารละลาย มีชิ้นชนิดไปจะเป็นการลงมือ ปฏิบัติจริง โดยนักเรียนจะต้อง ใช้ความรู้จากการทำกิจกรรม Master CHEM BNP มาใช้ในการ เตรียมสารละลาย</p> <p>2. หลังเสร็จสิ้นการเตรียม สารละลาย ครูมอบหมายโจทย์ เพิ่มเติมเรื่องการเตรียมเจล</p>	<p>1. ครูนำเข้าสู่กิจกรรม “ล้าง ลับสูตรเคมีซิลิน กับการต้ม เส้นสปาเก็ตตี้” โดยครูเสนอ 4 สูตรลับที่เซฟใช้ในการต้ม เส้นสปาเก็ตตี้ พร้อมกับให้ นักเรียนร่วมวิเคราะห์ว่าสูตร ลับข้อใดที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ของสมบัติคอลลิเกทิฟ</p> <p>2. หลังจากนั้นครูมอบหมาย การกิจให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม “จะต้องนำผลการทดลอง จาก Simulation AACT มา</p>	<p>1. หลังจากที่นักเรียนได้นำเสนอผลงานจากกิจกรรมข้างต้น และได้ทำความเข้าใจถึงแนวคิดสำคัญของเนื้อหา แล้วนั้น ครูจะทำการนำเสนอ สถานการณ์ใหม่ให้กับนักเรียน เพื่อที่นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ จากกิจกรรมก่อนหน้ามาใช้ใน สถานการณ์ใหม่ที่ครูกำหนดขึ้น ซึ่งสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้น จะต้องมีเนื้อหาในทางเคมี เช่นเดียวกับกับกิจกรรมก่อนหน้า โดยอาจจะเป็นภาพข่าว หรือคลิปวิดีโอที่มีเนื้อหาที่ กระชับและน่าสนใจ และเป็น เนื้อหาที่ต่อยอดจากเนื้อหาเดิม ซึ่งสถานการณ์ใหม่</p>

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	1	2	3	แนวทางการจัดการเรียนรู้
ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ใน สถานการณ์ใหม่	ขนาดตามความเหมาะสมของ นักเรียนแต่ละกลุ่ม	แอดลอฮอลล์ โดยวิธีการเจ็จจาก เพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจว่า เนื้อหาที่เรียนไปมีความ เชื่อมโยงกัน สามารถนำไปใช้ จริงได้	ยืนยันว่าการใส่เกล็ดลงไป การดื่มเส้นสปาเก็ตตี้ไปช่วย ในเรื่องใด” โดยนักเรียนแต่ละ กลุ่มทำการทดลองผ่าน Simulation AACT และ บันทึกผลลงในใบกิจกรรม เน้นไปที่การดูกราฟจากการ ทดลองเพื่อเปรียบเทียบผล ของจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง	อาจมอบหมายงานในรูปแบบ ของการทำเป็นชิ้นงานพร้อมกับ การการนำเสนอ หรือการให้ นักเรียนได้ทดลองจริงใน ห้องปฏิบัติการหรือการทดลอง ออนไลน์ผ่าน Simulation ที่ต้องใช้ความรู้จากกิจกรรมก่อน หน้ามาใช้
				เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ ให้นักเรียนทำการทดลอง ออนไลน์ผ่าน Simulation เพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของ เนื้อหาเพิ่มเติม หรืออาจเป็น การทำสรุปเนื้อหาในรูปแบบ การทำInfographic ผ่าน เว็บไซต์ Canva

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครบทั้ง 3 วงจร ปฏิบัติการแล้ว ผลพบว่า เมื่อได้จัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี โดยครูเริ่มต้น เนื้อหาโดยใช้บริบทที่เกี่ยวกับเรื่องสารละลายที่อยู่ใกล้ตัวกับนักเรียน หรือใช้สถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้นเพื่อเข้าสู่เนื้อหาเรื่องสารละลาย สามารถสรุปได้ว่าการเลือกใช้บริบทหรือสถานการณ์ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความฉลาดรู้ด้านเคมี ควรเป็นบริบทที่พบในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่เป็นประเด็นที่น่าสนใจ และมีความเกี่ยวข้องกับนักเรียน จึงจะทำให้นักเรียนอยากที่จะเรียนรู้ในเนื้อหา และลงมือสืบค้นข้อมูลจากบริบทดังกล่าวโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจในเนื้อหาได้ง่ายยิ่งขึ้น และที่สำคัญคือบริบทที่ใช้จะต้องไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับวัยของนักเรียน และสามารถทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดสำคัญจากการลงมือสืบค้น และเกิดการต่อยอดนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในบริบทใหม่หรือสถานการณ์ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งก่อนจัดการเรียนรู้ครูควรที่จะอธิบายเพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจในรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และชี้แจงข้อตกลงให้กับนักเรียนให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างราบรื่น รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองและปฏิบัติตนได้อย่างเหมาะสมในการทำกิจกรรม

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. วงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นสารละลายหน่วยร้อยละและหน่วย ppm, ppb, molar และ molal

ผู้วิจัยทำการศึกษามผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย โดยเก็บข้อมูลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 1 เรื่อง หน่วยความเข้มข้น ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วย ppm ppb molar molal โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจให้คะแนนตามข้อคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยมีเกณฑ์การตรวจการให้คะแนนใบกิจกรรมแต่ละข้อเป็น 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ตามลำดับ พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลคะแนนของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่ปรับปรุงจากแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2557, น.22) ดังเกณฑ์ต่อไปนี้ และแสดงผลไว้ดังตาราง 14

ร้อยละ 80.00 ขึ้นไป	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดีเยี่ยม
ร้อยละ 75.00-79.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70.00-74.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดี

ตาราง 14 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายหน่วยร้อยละจาก ใบกิจกรรม สืบ ทา ใคร ซ้ำ เชื้อ

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	จำนวนกลุ่มนักเรียน (8 กลุ่ม)		
	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ความรู้ทางเคมี (ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน)	8 (100.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	4 (50.00)	4 (50.00)	0 (0.00)
บริบททางเคมี (การเลือกบริโภคสินค้า)	6 (75.00)	2 (25.00)	0 (0.00)
ทักษะการคิดขั้นสูง (การสืบเสาะและคิดอย่างมีวิจารณญาณ)	5 (62.50)	3 (37.50)	0 (0.00)

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	จำนวนกลุ่มนักเรียน (8 กลุ่ม)		
	ระดับคะแนน		
	2	1	0
เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมีความสนใจ)	5 (62.50)	3 (37.50)	0 (0.00)
ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี	81.25		
ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี	ดีเยี่ยม		

หมายเหตุ : ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี คิดจากความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี), บริบททางเคมี, ทักษะการคิดขั้นสูงและเจตคติต่อเคมี

จากตาราง 14 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย หน่วยร้อยละจากใบกิจกรรม สืบหาใครฆ่าเชื้อ เมื่อตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมแล้วพบว่านักเรียนทั้ง 8 กลุ่ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 100 สามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน ในองค์ประกอบความรู้ทางเคมี (ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน) และในองค์ประกอบความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี) พบว่า มีนักเรียนได้คะแนนการตอบคำถามในใบกิจกรรมครบถ้วน 4 กลุ่ม และยังไม่สามารถตอบได้ครบถ้วนอีก 4 กลุ่ม เพราะนักเรียนยังเกิดความสับสนในการตอบคำถาม ไม่สามารถตีความคำถามได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากเป็นรูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใหม่และมีใบกิจกรรมในรูปแบบที่นักเรียน ยังไม่เคยได้ปฏิบัติมาก่อน แต่ในภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 1 พบว่านักเรียนทุกกลุ่มมีร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีสูงกว่าร้อยละ 80 คือคิดเป็นร้อยละ 81.25

ตาราง 15 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย หน่วย ppm, ppb, molar, molal จากใบกิจกรรมการรายงานคุณภาพอากาศ

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	จำนวนกลุ่มนักเรียน (8 กลุ่ม)		
	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ความรู้ทางเคมี (ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน)	7 (87.50)	1 (12.50)	0 (0.00)
ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	6 (75.00)	2 (25.00)	0 (0.00)

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	จำนวนกลุ่มนักเรียน (8 กลุ่ม)		
	ระดับคะแนน		
	2	1	0
บริบททางเคมี (กระบวนการทางสังคม)	5 (62.50)	3 (37.50)	0 (0.00)
ทักษะการคิดขั้นสูง (การสืบเสาะและคิดอย่างมีวิจารณญาณ)	7 (87.50)	1 (12.50)	0 (0.00)
เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมีความสนใจ)	6 (75.00)	2 (25.00)	0 (0.00)
ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี	87.50		
ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี	ดีเยี่ยม		
ค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	84.38		

หมายเหตุ : ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี คิดจากความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี), บริบททางเคมี, ทักษะการคิดขั้นสูงและเจตคติต่อเคมี

จากตาราง 15 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย หน่วย ppm, ppb, molar และ molal จากใบกิจกรรม การรายงานคุณภาพอากาศ เมื่อตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมแล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 87.50 สามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน ในองค์ประกอบความรู้ทางเคมี (ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน) และในองค์ประกอบทักษะการคิดขั้นสูงและพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อเคมีในทิศทางที่ดีขึ้น มีพฤติกรรมที่แสดงถึงความสนใจในกิจกรรมครั้งนี้ เช่น สอบถามในหัวข้อที่สงสัย ไม่ลอกคำตอบของเพื่อนกลุ่มอื่น จึงทำให้ภาพรวมของการจัดการเรียนรู้ในแผนที่ 2 พบว่านักเรียนทุกกลุ่มมีร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีสูงกว่าร้อยละ 80 และสูงกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 87.50 และผู้วิจัยได้ทำการหาค่าเฉลี่ยร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 84.38

2. วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

ผู้วิจัยทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย โดยเก็บข้อมูลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการ

จัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจให้คะแนนตามข้อคำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์เดียวกันกับวงจรปฏิบัติที่ 1 ซึ่งแสดงผลไว้ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	จำนวนกลุ่มนักเรียน (6 กลุ่ม)		
	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	5 (83.33)	1 (16.67)	0 (0.00)
บริบททางเคมี (กระบวนการทางสังคม)	4 (66.67)	2 (33.33)	0 (0.00)
ทักษะการคิดขั้นสูง (การสืบเสาะและคิดอย่างมีวิจารณญาณ)	5 (83.33)	1 (16.67)	0 (0.00)
เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมีความสนใจ)	5 (83.33)	1 (16.67)	0 (0.00)
ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี	89.58		
ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี	ดีเยี่ยม		

หมายเหตุ : ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี คิดจากความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี), บริบททางเคมี, ทักษะการคิดขั้นสูงและเจตคติต่อเคมี

จากตาราง 16 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย จากใบกิจกรรม เมื่อตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมแล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 83.33 สามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้คะแนนเต็มในองค์ประกอบของความรู้ทางเคมี ทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติทางเคมี ซึ่งแสดงถึงแนวโน้มที่ดีขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 เนื่องด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เป็นกิจกรรมที่นักเรียนทุกกลุ่มได้ลงมือวางแผนการทดลองและทำการทดลองในห้องปฏิบัติการจริง จึงทำให้มีร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีที่เฉลี่ยจากองค์ประกอบทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นจากวงจรปฏิบัติที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 89.58

3. วงจรปฏิบัติที่ 3 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

ผู้วิจัยทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย โดยเก็บข้อมูลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในวงจรปฏิบัติที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย โดยผู้วิจัยได้ทำการตรวจให้คะแนนตามข้อ

คำถามในใบกิจกรรมของนักเรียนแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์เดียวกันกับวงจรปฏิบัติที่ 1 และ 2 ซึ่งแสดงผลไว้ดังตารางที่ 17

ตาราง 17 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จากใบกิจกรรม ล้วงลับสูตรเคมีซิลิน

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	จำนวนกลุ่มนักเรียน (8 กลุ่ม)		
	ระดับคะแนน		
	2	1	0
ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	7 (87.50)	1 (12.50)	0 (0.00)
บริบททางเคมี (บริบทในชีวิตประจำวัน)	7 (87.50)	1 (12.50)	0 (0.00)
ทักษะการคิดขั้นสูง (การสืบเสาะและคิดอย่างมีวิจารณญาณ)	5 (62.50)	3 (37.50)	0 (0.00)
เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมีความสนใจ)	6 (75.00)	2 (25.00)	0 (0.00)
ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี		89.06	
ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี		ดีเยี่ยม	

หมายเหตุ : ร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมี คิดจากความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี), บริบททางเคมี, ทักษะการคิดขั้นสูงและเจตคติต่อเคมี

จากตาราง 17 แสดงจำนวนของนักเรียนที่ได้คะแนนในแต่ละระดับของแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ระหว่างเรียนในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จากใบกิจกรรม ล้วงลับสูตรเคมีซิลิน เมื่อตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมแล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 87.50 สามารถตอบคำถามในใบกิจกรรมได้คะแนนเต็ม ในองค์ประกอบของความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี ซึ่งในภาพรวมของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีที่เฉลี่ยจากองค์ประกอบคิดเป็นร้อยละ 89.06

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปร้อยละคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนที่ตรวจจากใบกิจกรรม ของในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังตารางที่ 18

ตาราง 18 แสดงผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 3 จากใบกิจกรรมและแบบประเมินเจตคติทางเคมี

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	คะแนนที่ได้แต่ละวงจรปฏิบัติการ (คิดเป็นร้อยละ)			เฉลี่ยแต่ละ องค์ประกอบ
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
1. ความรู้ทางเคมี	81.25	91.67	93.75	88.89
2. บริบททางเคมี	84.38	83.33	93.75	87.15
3. ทักษะการคิดขั้นสูง	87.50	91.67	81.25	86.81
4. เจตคติต่อเคมี	84.38	91.67	87.50	87.85

ผลการศึกษา พบว่า ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีสูงสุดในองค์ประกอบ ความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 88.89 รองลงมาคือเจตคติต่อเคมีและบริบททางเคมี คิดเป็นร้อยละ 87.85 และ 87.15 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุดคือ ทักษะการคิดขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 86.81

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านเคมีในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 3 ตามตารางที่ 14 - 18 และหลังจากจบวงจรปฏิบัติที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลคำตอบของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี โดยทำการตรวจให้คะแนนตามข้อคำถามที่สร้างขึ้น และเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

1.2.1 ข้อสอบแบบเขียนตอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน หากถูกต้องทั้งหมดได้ 2 คะแนน หากถูกต้องบางส่วนให้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน

1.2.2 ข้อสอบแบบเลือกตอบ มีเกณฑ์การให้คะแนน หากตอบถูกให้ 1 คะแนน หากตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน

1.2.3 ข้อสอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด” (0 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “น้อย” (0.5 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง” (1 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “มาก” (1.5 คะแนน), สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด” (2 คะแนน)

พร้อมทั้งวิเคราะห์ผลคะแนนของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์การประเมินที่ปรับปรุงจากแนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2557, น.22) ดังเกณฑ์ต่อไปนี้ และแสดงผลไว้ดังตาราง 19

ร้อยละ 80.00 ขึ้นไป	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดีเยี่ยม
ร้อยละ 75.00-79.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดีมาก
ร้อยละ 70.00-74.99	มีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดี

ตาราง 19 แสดงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ได้จากใบกิจกรรม ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้จากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี

องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี	ระหว่างเรียน	หลังเรียน
	(ใบกิจกรรม)	(แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี)
	ร้อยละคะแนนเฉลี่ย	
1. ความรู้ทางเคมี	88.89	85.00
2. บริบททางเคมี	87.15	75.00
3. ทักษะการคิดขั้นสูง	86.81	72.50
4. เจตคติต่อเคมี	87.85	70.63
เฉลี่ยรวม	87.67	75.78
ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี	ดีเยี่ยม	ดีมาก

หมายเหตุ : ใบกิจกรรมเก็บคะแนนเป็นรายกลุ่ม และนำมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของห้อง, แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เก็บคะแนนเป็นรายบุคคลและนำมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ยของห้อง และองค์ประกอบด้านเจตคติต่อเคมีในระหว่างการจัดการเรียนรู้เก็บจากแบบประเมินเจตคติทางเคมี

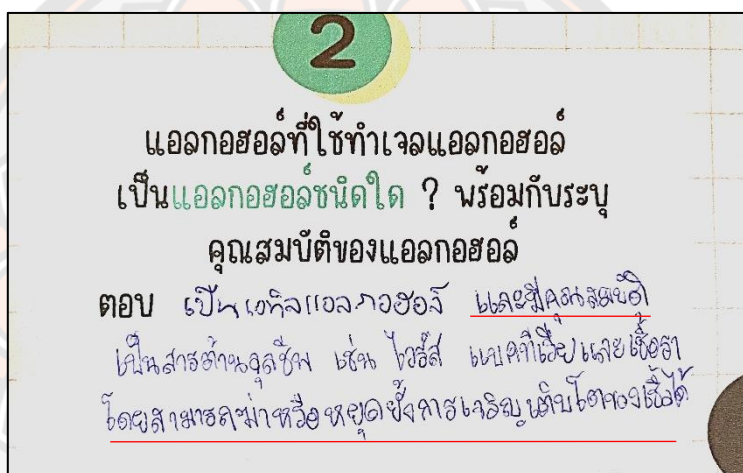
จากตาราง 19 แสดงให้เห็นว่าในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยการเก็บข้อมูลจากใบกิจกรรม ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานจะมีร้อยละของคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามลงในใบกิจกรรมดังต่อไปนี้ องค์ประกอบที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ ความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 88.89 เจตคติต่อเคมี คิดเป็นร้อยละ 87.85 บริบททางเคมี คิดเป็นร้อยละ 87.15 และ ทักษะการคิดขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 86.81 และมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้โดยการเก็บข้อมูลจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี พบว่าองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดอันดับแรกจะเหมือนกันกับคะแนนเฉลี่ยระหว่างการจัดการเรียนรู้นั้นก็คือ ความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 85.00 รองลงมาคือบริบททางเคมี ทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมี คิดเป็นร้อยละ 75.00, 72.50 และ 70.63 ตามลำดับ โดยคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ มีผลคะแนนที่แปลผลได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ โดยมีระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีอยู่ในระดับ ดีเยี่ยม และดีมาก ตามลำดับ

ผู้วิจัยแสดงรายละเอียดการบันทึกใบกิจกรรมของนักเรียน ในแต่ละองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้ทางเคมี บริบททางเคมี และทักษะการคิดขั้นสูง โดยจะอธิบายในแต่ละวงจรปฏิบัติการดังนี้

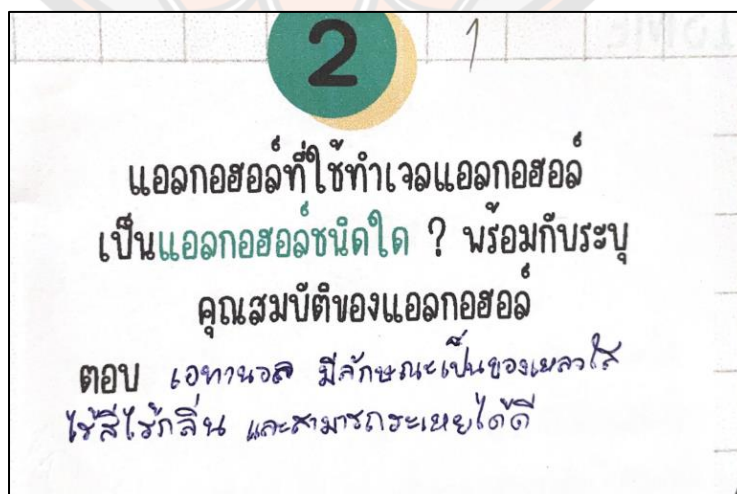
1. ด้านความรู้ทางเคมี

วงจรปฏิบัติที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความเข้มข้นสารละลายหน่วยร้อยละ จากใบกิจกรรม สืบหา ใคร ช่า เชื้อ นักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดหลักการทางเคมีมาใช้อธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ โดยคำตอบที่ถูกต้องและตอบครบถ้วนจะได้ 2 คะแนน คือนักเรียนควรที่จะระบุถึงว่า แอลกอฮอล์ที่ใช้ทำเจลแอลกอฮอล์มีคุณสมบัติที่สามารถใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสได้ตามคุณสมบัติของเจลแอลกอฮอล์ที่เราเลือกซื้อใช้ ดังตัวอย่างคำตอบดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 2 คะแนน แสดงถึงการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี ในด้านความรู้ทางเคมีมาใช้อธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ของนักเรียนกลุ่มที่ 2



ภาพ 18 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 1 คะแนน จากใบกิจกรรม สืบหา ใคร ช่า เชื้อ ของนักเรียนกลุ่มที่ 7

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความเข้มข้นสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar, molal จากใบกิจกรรม การรายงานคุณภาพอากาศ โดยคำตอบที่ถูกต้องและตอบครบถ้วนจะได้ 2 คะแนน คือนักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดหลักการทางเคมีในเรื่องของหน่วย ppm และ ppb ที่เป็นหน่วยของสารละลายที่มีตัวละลายอยู่น้อยมากในสารละลายนั้น โดยสารละลายในสถานการณ์นี้คืออากาศเป็นสารละลายและแก๊สพิษต่างๆ เป็นตัวละลายโดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องแปลข้อมูลที่กำหนดออกมาให้ถูกต้องตามหลักการทางเคมี ดังตัวอย่างคำตอบในภาพ 19

2. อธิบายความหมายของความเข้มข้น ของแก๊สทั้ง 4 ชนิด 2 +

เช่น แก๊สโอโซน 9-24 ppb หมายความว่าอย่างไร ?

1) ในอากาศ 1 ล้านล้านกรัม มีแก๊สโอโซน 9-24 กรัม

2) ในอากาศ 1 ล้านล้านกรัม มีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 6-14 กรัม

3) ในอากาศ 1 ล้านล้านกรัม มีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0-4 กรัม

4) ในอากาศ 1 ล้านล้านกรัม มีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ 0.1-0.6 กรัม

ภาพ 19 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 2 คะแนน แสดงถึงการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ ด้านเคมีในด้านความรู้ทางเคมีมาใช้อธิบายสถานการณ์ที่กำหนดให้ของนักเรียนกลุ่มที่ 5

2. อธิบายความหมายของความเข้มข้น ของแก๊สทั้ง 4 ชนิด 1 + 1

เช่น แก๊สโอโซน 9-24 ppb หมายความว่าอย่างไร ?

ในอากาศ 1 ล้านล้านส่วน มีแก๊สโอโซน 9-24 ส่วน

ในอากาศ 1 ล้านล้านส่วน มีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ 6-14

ในอากาศ 1 ล้านล้านส่วน มีแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0-4

ในอากาศ 1 ล้านล้านส่วน มีแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ 0.1-0.6 ส่วน

ภาพ 20 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 1 คะแนน จากใบกิจกรรม การรายงานคุณภาพอากาศ ของนักเรียนกลุ่มที่ 6

วจนรปฏิบัติที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้อีที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย จากใบกิจกรรม การเตรียมสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต โดยคำตอบที่ถูกต้องและตอบครบถ้วนจะได้ 2 คะแนน คือนักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดหลักการทางเคมีในเรื่องการคำนวณในหน่วยความเข้มข้นโมลาร์มาเป็นหน่วยกรัมให้ถูกต้องก่อนที่จะชั่งสาร โดยจะต้องใช้องค์ความรู้ด้านเคมีในเรื่อง หน่วยความเข้มข้นและแฟกเตอร์ตัดหน่วยมาใช้ เพราะถ้าหากนักเรียนคำนวณผิดพลาดจะทำให้สารละลายที่เตรียมมีความเข้มข้นที่คลาดเคลื่อนได้ ซึ่งนักเรียนทุกกลุ่มสามารถคำนวณปริมาณสารที่ต้องชั่งได้อย่างถูกต้องดังภาพ 21

3. แสดงวิธีการคำนวณสารที่ต้องชั่ง (ใช้วิธี FACTOR)

$M = \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$0.2 \text{ M} = \frac{\text{mol}}{0.05}$

$\therefore \text{mol} = 0.01$

$0.01 \text{ mol} \times \frac{249.68 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 2.49 \Rightarrow 2.50 \text{ g}$

ชั่งสาร 2.50 g #

3. แสดงวิธีการคำนวณสารที่ต้องชั่ง (ใช้วิธี FACTOR)

$M = \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$0.075 = \frac{\text{mol}}{0.1}$

$\text{mol} = 0.0075$

\therefore จะต้องชั่ง $0.0075 \times 249.68 \text{ g} = 1.8726 \text{ g} \approx 1.87 \text{ g}$

ภาพ 21 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านความรู้ทางเคมีมาใช้ในการคำนวณหาสารที่ต้องการชั่งเพื่อเตรียมสารละลายของนักเรียนกลุ่มที่ 2 และ 5

วจนรปฏิบัติที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้อีที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จากใบกิจกรรม ล้างลับสูตรเซพมิซิลิน โดยคำตอบที่ถูกต้องและตอบครบถ้วนจะได้ 2 คะแนน คือนักเรียนจะต้องสามารถเชื่อมโยงแนวคิดหลักการทางเคมีในเรื่อง การคำนวณหาจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย โดยนักเรียนจะต้องเริ่มต้นจากเข้าใจสูตรที่ใช้ในการคำนวณว่าค่า $K \times m$ โดย K_b = ค่าคงที่ของจุดเดือดตัวทำละลาย (น้ำ) และ K_f = ค่าคงที่ของจุดเยือกแข็งตัวทำละลาย (น้ำ) ส่วนตัว m คือหน่วยความเข้มข้นของสารในหน่วยโมแลล (mol/kg) โดยนักเรียนต้องทำการคำนวณความเข้มข้นของสารด้วยตนเองให้ออกมาเป็นหน่วยโมแลล และเมื่อคำนวณค่า ΔT ได้ นั้น ยังไม่ใช่คำตอบของจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย ถ้าจุดเดือดนักเรียนจะต้องนำ 100 ที่เป็นจุดเดือดของน้ำเข้าไปบวกเพิ่ม

จากคำตอบที่ได้ ส่วนในการคำนวณจุดเยือกแข็งจะต้องนำ 0 ลบออกด้วยคำตอบที่ได้ เนื่องจากน้ำมีจุดเยือกแข็งอยู่ที่ 0 องศาเซลเซียส ดังภาพ 21

Mission


กำหนดให้การทดลองครั้งนี้ ละลายเกลือ NaCl 58.44 g ในน้ำ 1 Kg
(มวลโมเลกุลของ Na=22.99 g/mol Cl=35.45 g/mol)

1) แสดงวิธีการคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl

จุดเดือด $\Delta T = K_b \times m$ = 100 + 0.51
 $= (0.51^\circ\text{C/ม)}(1\text{ม})$ = 100.51^\circ\text{C}^*
 $= 0.51^\circ\text{C}$

จุดเยือกแข็ง $\Delta T = K_f \times m$
 $= (1.86^\circ\text{C/ม)}(1\text{ม})$
 $= 1.86^\circ\text{C}$
 $= 0 - 1.86$
 $= -1.86^\circ\text{C}^*$

การทดลองสมบัติคอลลิเกทีฟของ NaCl ออนไลน์

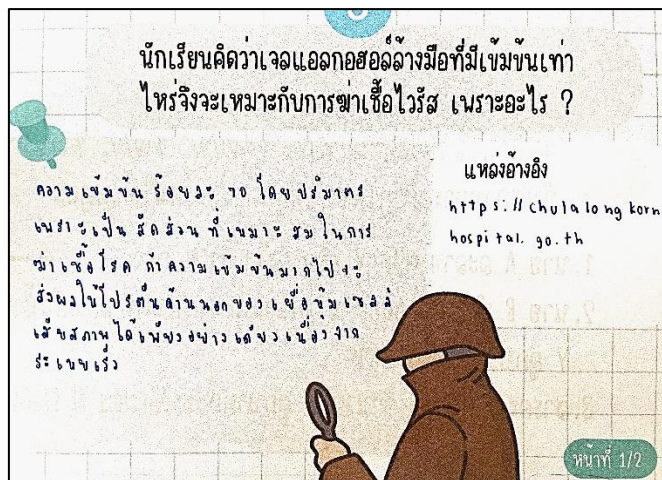


ภาพ 22 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านความรู้ทางเคมีมาใช้ในการคำนวณจุดเดือด จุดเยือกแข็งของสารละลาย ของนักเรียนกลุ่มที่ 1

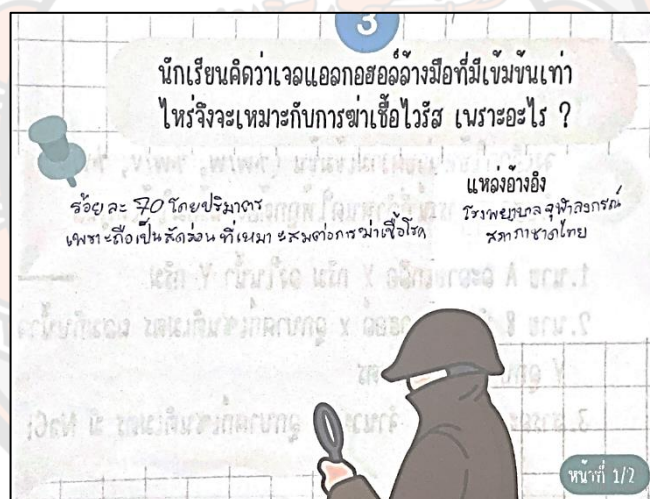
2. ด้านบริบททางเคมี

วงจรปฏิบัติที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความเข้มข้นสารละลายหน่วยร้อยละ จากใบกิจกรรม สืบหาใคร่คว้า เชื่อ โดยคำตอบที่ถูกต้องและตอบครบถ้วนจะได้ 2 คะแนน คือนักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือและนำมาอธิบายคำตอบในใบกิจกรรมเรื่องชนิดของเจลแอลกอฮอล์และร้อยละความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ โดยสามารถนำความรู้ในทางเคมีไปใช้ในการเลือกซื้อสินค้า (เจลแอลกอฮอล์) ที่ปลอดภัยและเหมาะสมกับการฆ่าเชื้อโรคได้ดีที่สุด

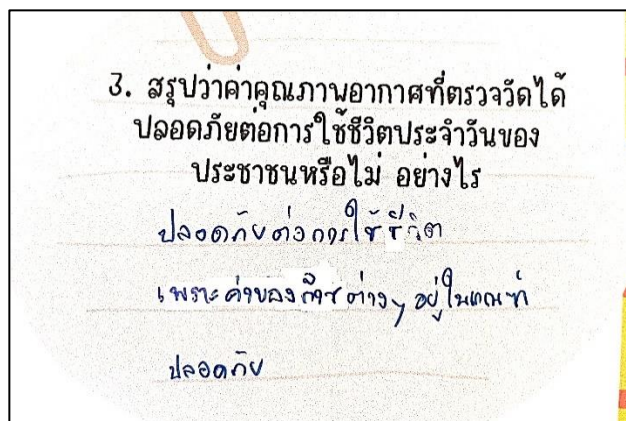


ภาพ 23 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 2 คะแนน แสดงถึงการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีมาใช้ในการอธิบายชนิดของเจลแอลกอฮอล์ที่เหมาะสมสำหรับการฆ่าเชื้อไวรัสของนักเรียนกลุ่มที่ 3



ภาพ 24 แสดงตัวอย่างคำตอบที่ได้ 1 คะแนน จากใบกิจกรรม สืบหาใครฆ่าเชื้อของนักเรียนกลุ่มที่ 7

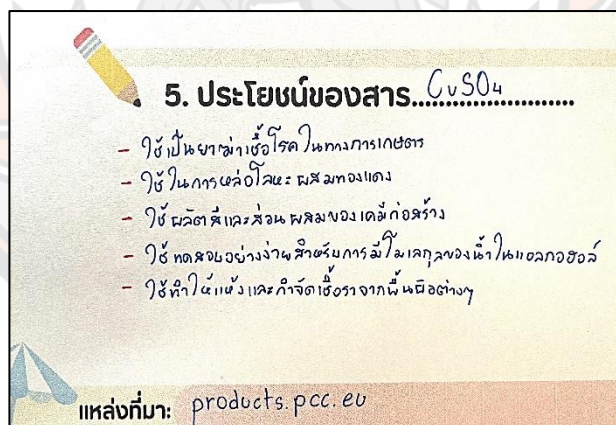
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความเข้มข้นสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar, molal จากใบกิจกรรม การรายงานคุณภาพอากาศหลังเหตุการณ์ไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว ซึ่งนักเรียนจะต้องแปลค่าคุณภาพอากาศจากการใช้ความรู้ทางเคมีที่นักเรียนทำการสืบค้นค่าคุณภาพอากาศมาตรฐาน หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ที่นำมาตัดสินใจสรุปค่าคุณภาพอากาศจากสถานการณ์ว่าปลอดภัยต่อการใช้ชีวิตหรือไม่ พร้อมอธิบายเหตุผลของการสรุปเช่นนั้น ดังภาพ 25



ภาพ 25 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีมาใช้ในการอธิบายคุณภาพอากาศจากสถานการณ์ ของนักเรียนกลุ่มที่ 4

วงจรปฏิบัติที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย จากใบกิจกรรม การเตรียมสารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ในวงจรปฏิบัตินี้นักเรียนจะได้ใช้บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม เนื่องจากนักเรียนต้องเห็นถึงความสำคัญที่เป็นประโยชน์และโทษของสารเคมี ดังนั้นนักเรียนจะต้องสืบค้นและใช้ความรู้ทางเคมีมาอธิบายถึงประโยชน์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันของสารเคมีชนิดนั้น



ภาพ 26 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีมาใช้ในการอธิบายประโยชน์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันของสารเคมีที่ต้องเตรียมในกิจกรรมของนักเรียนกลุ่มที่ 2

วงจรปฏิบัติที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จากใบกิจกรรม ล้างลับสูตรเซพมิซิลิน ในวงจรปฏิบัตินี้นักเรียนจะได้ใช้บริบทชีวิตประจำวัน เนื่องจากนักเรียนจะต้องใช้ความรู้ทางเคมีจากการทำกิจกรรมใน Simulation จุดเดือด จุดเยือกแข็งของเกลือ มาสรุปเพื่อตอบคำถามข้อนี้ที่เชื่อมโยงเรื่องในชีวิตประจำวันของนักเรียนในการใส่เกลือลงในเส้นสปาเก็ตตี้

4.3) สรุปว่า “การใส่เกลือช่วยในเรื่องีโตของการต้มเส้นสปาเก็ตตี้” ช่วยให้อุณหภูมิเดือดเร็วขึ้น เส้นสุกเร็วขึ้น

ภาพ 27 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีมาใช้ในการอธิบายบริบทในชีวิตประจำวันในการใส่เกลือลงในเส้นสปาเก็ตตี้ของนักเรียนกลุ่มที่ 7

3. ด้านทักษะการคิดขั้นสูง

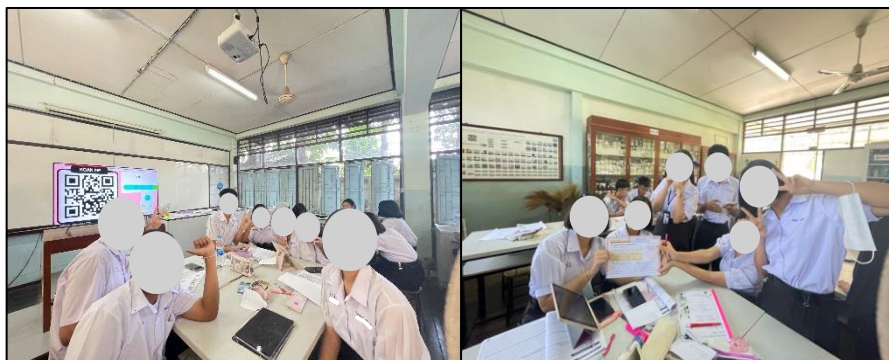
วงจรถอบปฏิบัติที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ความเข้มข้นสารละลายหน่วยร้อยละ จากใบกิจกรรม สืบหาใครฆ่า เชื่อ ในวงจรถอบปฏิบัตินี้นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากนักเรียนต้องทำการสืบหาข้อมูลจากสถานการณ์ โดยการค้นหาความเข้มข้นของเจลแอลกอฮอล์ที่วางขายตามท้องตลาดจากอินเทอร์เน็ต หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของกราฟ



ภาพ 28 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูงมาใช้ในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นของเจลแอลกอฮอล์ของนักเรียนกลุ่มที่ 7

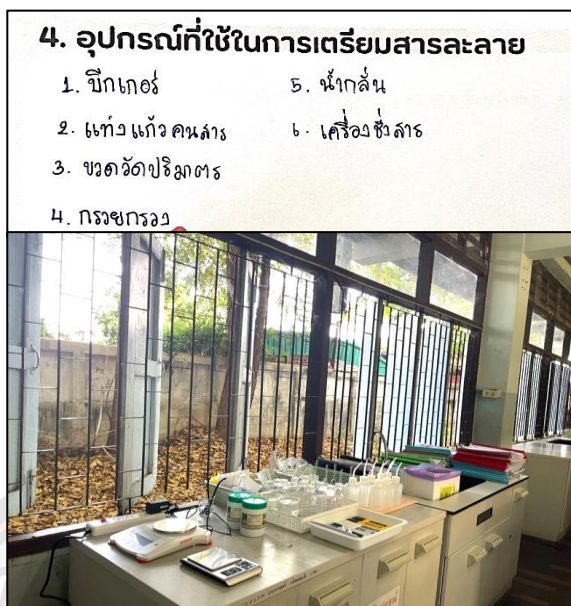
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความเข้มข้นสารละลายหน่วย ppm, ppb, molar และ molal จากใบกิจกรรม การรายงานคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว ในวงจรถอบปฏิบัตินี้นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากนักเรียนต้องสืบค้นข้อมูลค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากอินเทอร์เน็ต โดยเน้นไปที่แหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ หลังจากนั้นนักเรียนจะต้องนำข้อมูลนั้นมาใช้ตอบคำถามจากสถานการณ์ ซึ่งใบกิจกรรมจะเน้นไปที่การแปลค่าคุณภาพอากาศให้ถูกต้อง



ภาพ 29 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง การทำกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลของนักเรียนกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 4 ในการการ สืบค้นค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้

วงจรถอบปฏิบัติที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย จากใบกิจกรรมการเตรียม สารละลายคอปเปอร์(II)ซัลเฟต ในวงจรถอบปฏิบัตินี้นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและทักษะการคิด อย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ทำการคำนวณปริมาณสารที่ต้องการซึ่งเสร็จ เรียบร้อยแล้วนั้น ครูได้ทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ไว้ที่ด้านข้างห้อง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาเลือกหยิบ อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายด้วยตนเอง ดังภาพ 30 ดังนั้นในการทำกิจกรรมนี้นักเรียน จะต้องมีข้อมูลเรื่องชื่อของอุปกรณ์ที่ใช้และความรู้เกี่ยวกับการเตรียมสารละลายชนิดนั้นเสียก่อน



ภาพ 30 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง
การทำกิจกรรมการเตรียมสารละลาย

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย จากใบกิจกรรม ล้วงลับสูตรเคมีซิลิน ในวงจรถูกปฏิบัตินี้นักเรียนจะได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและทักษะการคิดอย่างมีวิจรณ์ญาณเนื่องจากนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการทดลองออนไลน์ผ่าน Simulation ของ AATC เพื่อดูแนวโน้มของกราฟตามสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้แล้วตอบคำถามลงใบกิจกรรมที่มีทั้งกราฟและการเปรียบเทียบข้อมูล ดังภาพ 31

4) ทำการทดลองผ่าน Simulation ตามผังค์ และตอบคำถามต่อไปนี้ ✓

4.1) เมื่อจำนวนโมลหรือความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จุดเดือด/จุดเยือกแข็ง มีแนวโน้มเป็นอย่างไร ?

จุดเดือด เมื่อมีจำนวนโมลและ ความเข้มข้น เพิ่มขึ้น ทำให้ จุดเดือดจะ แปรผันเพิ่มมากขึ้น

จุดเยือกแข็ง เมื่อมีจำนวนโมลและ ความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ทำให้ จุดเยือกแข็งจะ แปรผันลดลง

ภาพ 31 แสดงตัวอย่างการมีองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านทักษะการคิดขั้นสูง
การทำกิจกรรมการ ล้วงลับสูตรเคมีซิลินของนักเรียนกลุ่มที่ 5

บทที่ 5

สรุปผล

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ได้แก่ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีบทสรุปดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลได้ดังนี้

1. ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 40 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร นักเรียนมีความเอาใจใส่ในการเรียน มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และมีความพร้อมในด้านอุปกรณ์การเรียน ได้แก่ โทรศัพท์มือถือแท็บเล็ต รวมทั้งอินเทอร์เน็ตส่วนตัวของนักเรียน สำหรับเครื่องมือวิจัยที่ใช้ประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีและแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ผลการศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ควรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

ครูใช้บริบทนำเพื่อเข้าสู่บทเรียน โดยใช้เป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ใกล้ตัวกับนักเรียนหรือเกิดขึ้นจริงในสังคม สถานการณ์มีที่มาจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ หรืออาจใช้เป็นสถานการณ์ที่

จำลองขึ้น ตัวอย่างบริบทหน้าที่ใช้ในวงจรปฏิบัติที่ 1 เป็นข่าวจากเว็บไซต์ BBC NEWS ไทย เกี่ยวกับการรายงานข่าวคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงาน กิ่งแก้ว ที่มีการพาดหัวข่าวที่น่าสนใจว่า “โรงงาน กิ่งแก้วไฟไหม้ : สารเคมีตกค้าง ปัญหาใหม่หลังเหตุไฟไหม้โรงงานสารเคมี จ.สมุทรปราการ ” เพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่เนื้อหา เรื่อง หน่วยความเข้มข้นของสารละลาย (ppm, ppb) โดยครูจะต้องใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้วิเคราะห์ อธิบาย และระบุประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวได้ เช่น “สถานการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร” “หลังเหตุการณ์ไฟไหม้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในละแวกนั้น” “นักเรียนคิดว่าเนื้อหาข่าวส่วนใดที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี” ตัวคำถามจะทำให้ให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดและมีความสนใจในหัวข้อทางเคมีมากยิ่งขึ้น หลังจากนั้นครูนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์จำลองที่สร้างขึ้น ซึ่งสถานการณ์นี้จะเปรียบเสมือนกับการมอบหมายภารกิจสำคัญให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ที่จะต้องร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์และเงื่อนไขเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว โดยครูมีบทบาทในการกระตุ้นความสนใจ ทั้งเรื่องของน้ำเสียงในการมอบหมายสถานการณ์ การตั้งเงื่อนไขของเรื่องจำกัดเวลาในการทำภารกิจ และคะแนนเสริมเมื่อกลุ่มใดสามารถทำภารกิจได้สำเร็จก่อน

เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในขั้นนี้ เช่น Padlet, Canva Whiteboard เพื่อใช้ในการช่วยให้นักเรียนตอบคำถามได้อย่างอิสระ และเพื่อกระตุ้นความสนใจในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายสถานการณ์ข้างต้น ครูให้นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มและแจกใบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ผ่านการใช้เทคโนโลยี โดยสืบค้นผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้โทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต ตัวอย่างในวงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำภารกิจผ่านการใช้ Simulation AATC (Preparing Solutions) ภารกิจการฝึกซ้อมเตรียมสารละลาย ซึ่งเป็นการทดลองเสมือนจริงที่มีภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลาย และภาพโมเลกุลแยกเป็นไอออนบวกและลบของสารละลายให้นักเรียนได้มองเห็น รวมทั้งในข้อที่เป็นการคำนวณหากนักเรียนตอบผิดจะมีเฉลยแสดงวิธีทำขึ้นมาให้ โดยในแต่ละกลุ่มจะมีคำถามอยู่ทั้งหมด 5 ข้อ นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางเคมีที่เรียนไปนำมาใช้ในการตอบคำถาม โดยแต่ละกลุ่มจะได้โจทย์ที่ไม่ซ้ำกัน เนื่องจากเทคโนโลยีนี้จะมีการสุ่มข้อในการทำให้อัตโนมัติ การนำเทคโนโลยีมาใช้จะช่วยให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อการทำกิจกรรมและวิชาเคมีได้ โดยในขั้นลงมือปฏิบัติงานครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเพียงเท่านั้น ส่วนนักเรียนจะได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกการแบ่งหน้าที่และได้ใช้ทักษะการสืบเสาะและการคิดอย่างมีวิจารณญาณจากการสืบค้นข้อมูล สำหรับการสืบค้นข้อมูลครูควรกำชับให้นักเรียนดูแลแหล่งข้อมูลที่สืบค้นมาให้ดีว่ามีที่น่าเชื่อถือหรือไม่ที่จะนำมาใช้สำหรับตอบคำถาม และให้นักเรียนเขียนแหล่งที่มาของข้อมูลไว้เสมอ

เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในขั้นนี้ เช่น การทดลองออนไลน์เสมือนจริงผ่าน Simulation AACT, PHET ซึ่งอาจใช้ก่อนทำการทดลองจริงหรือใช้สำหรับกรณีที่โรงเรียนมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอ

ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมและตอบคำถามจากลงใบกิจกรรมจากสถานการณ์ที่มอบหมายให้เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมให้กับครูและนักเรียนกลุ่มอื่นได้ฟัง ซึ่งการนำเสนอจะมีการร่วมกันประเมินความถูกต้องจากครูและนักเรียนกลุ่มที่เหลือ โดยนักเรียนอาจใช้การนำเสนอผ่านโปรแกรม Padlet, Canva เป็นต้น โดยครูควรระวังถ้าหากข้อมูลที่นักเรียนนำเสนอส่วนใดคลาดเคลื่อนหรือผิดไป ครูควรจะให้ข้อเสนอแนะทันที เพื่อที่นักเรียนที่นำเสนอจะได้ทำการแก้ไข และนักเรียนในห้องจะได้รับและมองเห็นความรู้ทางเคมีที่ถูกต้อง และหลังจากที่นักเรียนนำเสนอครบทุกกลุ่มแล้วนั้น ครูและนักเรียนจะร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายถึงสถานการณ์ตั้งแต่สถานการณ์ที่เป็นบริบทในขั้นที่ 1 จนถึงสถานการณ์ที่เป็นการทำกิจกรรมมอบหมายภารกิจเพื่อสรุปแนวคิดสำคัญในเนื้อหาทางเคมีให้ถูกต้องก่อนที่จะทำกิจกรรมถัดไป โดยแนวทางวิธีการสรุปแนวคิดสำคัญของขั้นนี้ ครูควรใช้เป็นข้อคำถามในภาพรวมกิจกรรมและคำถามที่ชี้ประเด็นเนื้อหา ตัวอย่างคำถามที่ผู้วิจัยใช้ เช่น “นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดจากการทำกิจกรรมดังกล่าว” “จากการทำกิจกรรมมา

รายงานคุณภาพอากาศ นักเรียนคิดว่าแก๊สชนิดต่างๆ ไม่ควรเกินค่าเท่าใดจึงจะปลอดภัยต่อสุขภาพ” การตั้งคำถามที่ชัดเจนจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมและอธิบายคำตอบออกมาได้ ซึ่งคำตอบของนักเรียนจะเป็นการตรวจสอบว่าองค์ความรู้ทางเคมีที่นักเรียนได้รับไปถูกต้องจริงหรือไม่ และถ้าหากครูมีเนื้อหาเพิ่มเติมที่ต้องการให้กับนักเรียนสามารถเพิ่มเติมในขั้นตอนนี้ได้ เพื่อที่นักเรียนจะได้รับแนวคิดที่สำคัญไปอย่างครบถ้วน

เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในขั้นนี้ เช่น นักเรียนนำเสนองานผ่าน Canva, Padlet และเผยแพร่ผลงานผ่าน Facebook กลุ่ม

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

หลังจากที่นักเรียนได้นำเสนอผลงานจากกิจกรรมข้างต้นและได้ทำความเข้าใจถึงแนวคิดสำคัญของเนื้อหาแล้วนั้น ครูจะทำการนำเสนอบริบทใหม่ให้กับนักเรียน เพื่อที่นักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางเคมีจากกิจกรรมก่อนหน้ามาใช้ในบริบทใหม่ที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น โดยจะต้องมีเนื้อหาในทางเคมีเช่นเดียวกันกับบริบทในขั้นที่ 1 ตัวอย่างจากวงจรปฏิบัติที่ 1 ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยใช้บริบทว่า “การรายงานข่าวคุณภาพอากาศหลังไฟไหม้ของโรงงานกิ่งแก้ว” ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้จากบริบทว่าการรายงานคุณภาพอากาศใช้เป็นหน่วย ppm, ppb และแปลความหมายของหน่วยได้ และในขั้นที่ 4 ผู้วิจัยใช้บริบทใหม่เป็น “การรายงานการตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำในโรงเรียน” ซึ่งนักเรียนจะได้ทำ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้อุปกรณ์เป็นเครื่อง TDS เครื่องแสดงปริมาณสารที่เป็นของแข็งที่ละลายอยู่ในสารละลาย ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกการอ่านค่าจากอุปกรณ์เป็นหน่วย ppm และ ppb รวมทั้งแปลผลออกมาได้ว่ามีปริมาณของแข็งอยู่เท่าใดในสารละลายนั้น และค่าที่อ่านนั้นเป็นอันตรายหรือไม่ ซึ่งนักเรียนต้องใช้เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่จะต้องทำการสืบค้นด้วยตนเอง โดยบริษัทใหม่อาจจะไม่ต้องเป็นการทดลองจริงเหมือน ดังตัวอย่างข้างต้น แต่สามารถใช้เป็นภาพข่าวหรือคลิปวิดีโอที่มีเนื้อหาที่กระชับและน่าสนใจ โดยอาจมอบหมายงานในรูปแบบของการทำเป็นชิ้นงานพร้อมกับการนำเสนอ หรือเป็นการทดลองออนไลน์เสมือนจริงผ่าน Simulation ที่ต้องใช้ความรู้จากกิจกรรมก่อนหน้ามาใช้ ซึ่งข้อควรระวังของการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้คือ การเลือกใช้สถานการณ์ใหม่ของครูที่ควรคำนึงถึงว่านักเรียนจะต้องได้ใช้แนวคิดสำคัญที่ได้เรียนรู้มาใช้ต่อยอด

เทคโนโลยีที่สามารถนำมาใช้ในขั้นนี้ เช่น ให้นักเรียนทำการทดลองออนไลน์ผ่าน Simulation เพื่อสรุปแนวคิดสำคัญของเนื้อหาเพิ่มเติม หรืออาจเป็นการทำสรุปเนื้อหาในรูปแบบการทำ Infographic ผ่านเว็บไซต์ Canva

2. ศึกษาผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำหรับเครื่องมือวิจัยที่ใช้ประกอบไปด้วย ใบกิจกรรมและแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี จำนวน 30 ข้อ

ผลการศึกษา พบว่า ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยการเก็บข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี มีร้อยละของคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามลงในใบกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือมากกว่าร้อยละ 70 โดยที่องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดตามลำดับ ได้แก่ 1) ความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 88.89 2) เจตคติต่อเคมี คิดเป็นร้อยละ 87.85 3) บริบททางเคมี คิดเป็นร้อยละ 87.15 และ 4) ทักษะการคิดขั้นสูง คิดเป็นร้อยละ 86.81 และนักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ โดยการเก็บข้อมูลจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี พบว่า องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดอันดับแรกจะเหมือนกันกับคะแนนเฉลี่ยระหว่างการจัดการเรียนรู้ นั่นก็คือ ด้านความรู้ทางเคมี คิดเป็นร้อยละ 85.00 รองลงมาคือด้านบริบททางเคมี ทักษะการคิดขั้นสูงและเจตคติต่อเคมี คิดเป็นร้อยละ 75.00, 72.50 และ 70.63 ตามลำดับ โดยคะแนนความฉลาดรู้ด้านเคมีทั้งในระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ แปลผลได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีสามารถพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้

อภิปรายผล

จากการดำเนินการศึกษาวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประเด็นในการอภิปรายผลการวิจัยดังนี้

1. การเลือกใช้บริบทที่เหมาะสมจะส่งผลต่อการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้เรื่องราวรอบตัวไปพร้อมกับกระบวนการในการศึกษาหาคำตอบว่าเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และนักเรียนจะได้ฝึกการประยุกต์ใช้ความรู้ของตนเองที่ได้เรียนรู้จากสถานการณ์แรกไปสู่สถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน (ปวันรัตน์ ศรีพรหม, 2562) จึงเป็นที่มาว่าการเลือกใช้บริบทในการจัดการเรียนรู้ของครูมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานในขั้นแรกเป็นขั้นการกำหนดสถานการณ์ซึ่งหมายความว่าบริบทจะเป็นตัวผลักดันให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดนั้นๆ (จินดาพรหมณชู, 2553) และในขั้นสุดท้ายคือขั้นการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ที่ครูจะต้องคำนึงถึงการใช้นี้อาหาที่ต่อยอดจากเนื้อหาของบริบทเดิม เพราะบริบทของสถานการณ์ใหม่จะทำหน้าที่เป็นตัวขยายความรู้หลังจากการเรียนรู้แนวคิดไปแล้ว (เอกรัตน์ ศรีตัญญู, 2555) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาเรื่อง สารละลาย ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยมีขั้นตอนในการเลือกบริบทดังนี้ 1) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยยึดตามเนื้อหาของ สสวท. 2) สืบค้นเนื้อหาที่แปลกใหม่และทันสมัยจากงานวิจัยและเว็บไซต์ที่เผยแพร่การจัดการเรียนรู้รายวิชาเคมีทั้งของไทยและต่างประเทศเพื่อนำมาจัดทำเป็นบริบทในการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยมีขอบเขตการเลือกใช้บริบทตาม De Jong (2006) ตัวอย่างเช่น ในวงจรปฏิบัติที่ 1 ผู้วิจัยนำเสนอบริบทเจลแอลกอฮอล์ล้างมือเข้มข้นเท่าไรจึงจะเหมาะกับการฆ่าเชื้อไวรัส (เรื่อง ความเข้มข้นในหน่วยร้อยละ) เป็นขอบเขตด้านบุคคลเนื่องจากเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องและเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของนักเรียน วงจรปฏิบัติที่ 2 ผู้วิจัยนำเสนอการเปรียบเทียบบริบทอาชีพเซฟ vs นักเคมี (เรื่อง การเตรียมสารละลาย) เป็นขอบเขตด้านองค์ประกอบอาชีพเนื่องจากเป็นบริบทที่เกี่ยวข้องกับประเด็นต่างๆ ในการประกอบอาชีพนั้นๆ เป็นต้น และจะเห็นได้ว่าบริบทที่ผู้วิจัยนำมาใช้มักเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในสังคม ใกล้ตัวกับนักเรียน ซึ่งการเลือกบริบทของครูจะเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้เนื้อหาทางเคมี เข้าใจและยอมรับถึงความสำคัญของความรู้ทางเคมีที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งการกำหนดบริบทที่ดีจะส่งผลต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีในด้านบริบททางเคมีและด้านเจตคติต่อเคมีของนักเรียน และยังสอดคล้องกับคุณลักษณะที่ต้องคำนึงถึงของการใช้บริบทเพื่อการจัดการเรียนรู้ของ Gilbert (2006) ที่กล่าวไว้ว่า การกำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนทำให้นักเรียนตระหนักและเห็นคุณค่าของสถานการณ์ที่กำหนด ไม่ว่าจะเป็สิ่งที่อยู่รอบตัวนักเรียน สังคม

วัฒนธรรมหรือเหตุการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่ โดยการกำหนดสถานการณ์นั้นต้องคำนึงว่าเกิดขึ้น “ที่ไหน” “เมื่อไหร่” “อย่างไร” และเหตุการณ์นั้นมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างไร ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มได้รับบริบทหรือสถานการณ์ไป นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์และเงื่อนไขต่างๆ จนไปสู่การระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมกระบวนการทำงานร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้และหาวิธีแก้ปัญหาโดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้ความสะดวก (ศุภณัฐ ชูศรียิ่ง, 2564)

2. การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้และการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้ โดยครูควรจะต้องออกแบบเนื้อหาการจัดการเรียนรู้และเลือกใช้เทคโนโลยีที่จำเพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชานั้นๆ เพื่อให้สอดคล้องต่อเนื้อหาและเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ (Chamrat, 2019) ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้เนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง สารละลาย ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งได้มีการเลือกใช้เทคโนโลยี ดังต่อไปนี้ 1) แอปพลิเคชันการทดลองเสมือน ได้แก่ Simulation PHET และ Simulation AACT ซึ่งเป็นเสมือนการจำลองห้องปฏิบัติการทดลองในเรื่องของความเข้มข้นของสารละลายและการเตรียมสารละลาย ตามลำดับข้อดีของการทดลองเสมือนคือเป็นการเพิ่มโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากทางโรงเรียนอาจมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ ทำให้อุปกรณ์เครื่องแก้วในโรงเรียนมีไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน และการใช้ทดลองเสมือนยังช่วยลดความอันตรายที่จะเกิดขึ้นระหว่างการทดลองอีกด้วย (ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย Davenport, Rafferty, & Yaron (2018) ที่มีใช้เทคโนโลยีร่วมกับการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี พบว่า การใช้โปรแกรมจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาความเข้าใจในธรรมชาติของเคมีทำให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาและการสืบเสาะหาความรู้ที่ดีขึ้น ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยนำการทดลองเสมือนมาใช้ในชั้นเรียนรู้นิวเคลียสสำคัญและขั้นการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ 2) แอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือ ได้แก่ Padlet, Visme และ Facebook เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการนำเสนอผลงาน การสร้างกราฟในรูปแบบต่างๆ และเผยแพร่ผลงานให้กับสมาชิกในห้อง ตามลำดับ ซึ่งแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ตและมือถือผู้วิจัยได้มีการนำมาใช้ในขั้นการกำหนดสถานการณ์ ชั้นเรียนรู้นิวเคลียสสำคัญ และขั้นการนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ตามที่ Choomchua (2020) กล่าวว่า Padlet เป็นเสมือนแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ที่อยู่ในแพลตฟอร์มของบอร์ดสำหรับการระดมความคิดเห็น แลกเปลี่ยนร่วมกันระหว่างสมาชิกในกลุ่มเข้ามาใช้ร่วมกับการเรียนดังกล่าวจะช่วยเพิ่มช่องทางในการติดต่อสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่ม และเพิ่มความสะดวกและเวลาให้กับนักเรียน 3) เทคโนโลยีที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาวิชา ได้แก่ Air 4 Thai เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับการรายงานดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยในกิจกรรมการรายงานคุณภาพอากาศ ในวงจรปฏิบัติที่ 1 LUX

Light Meter ใช้สำหรับทดสอบความขุ่นของน้ำโดยใช้วิธีการส่องผ่านกล้องโทรศัพท์มือถือและอ่านค่า ในกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานในการทำกิจกรรมในวงจร ปฏิบัติที่ 2 ดังนั้น เทคโนโลยีจะเป็นตัวช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยาก ซับซ้อน ช่วยให้เกิดความคิดในมิติในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ช่วยกระตุ้นเร้าความ สนใจของนักเรียนทำให้เกิดความรู้ สนุกสนานอยากเรียน ส่งผลให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ มากขึ้น (ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์, 2559)

3. การจัดกิจกรรมที่เน้นปฏิบัติการทางเคมีจะส่งผลต่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีได้

เนื่องจากในวงจรปฏิบัติที่ 2 พบว่า นักเรียนมีร้อยละคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบความฉลาดรู้ด้าน เคมี ทั้งด้านความรู้ทางเคมี ทักษะการคิดขั้นสูง และเจตคติต่อเคมีมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 91.67 เนื่องจากในวงจรปฏิบัติที่ 2 เรื่อง การเตรียมสารละลาย ครูได้มีการออกแบบกิจกรรมให้มีปฏิบัติการ ทางเคมี เรื่อง การเตรียมสารละลาย ในรูปแบบของการมอบหมายภารกิจ โดยนักเรียนจะได้ลงมือ ปฏิบัติจริงตั้งแต่การคำนวณปริมาณสารที่ต้องชั่งให้ตรงกับโจทย์ที่ครูมอบหมายซึ่งเป็นการใช้ความรู้ ทางเคมี การเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วในการเตรียมสารละลายให้ถูกต้องและเหมาะสมกับสารซึ่งเป็น การใช้ทักษะการคิดขั้นสูง ซึ่งพบว่าในขณะที่จัดกิจกรรมนักเรียนให้ความสนใจ ความกระตือรือร้นใน การเตรียมสารละลายเป็นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับ Salta and Tzougraki (2004) ที่กล่าวว่าถึงเจต คติทางเคมีไว้ว่า การเชื่อมโยงการปฏิบัติการทดลองทางเคมี จะช่วยให้นักเรียนแสดงความรู้สึกเชิงบวก ต่อการปฏิบัติการทดลองทางเคมี ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี ครูควร ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำการทดลองมากขึ้น เนื่องจากจะช่วยส่งเสริมนักเรียนให้เรียนรู้เนื้อหาผ่าน ปฏิบัติการทางเคมีมากขึ้นกว่าการสอนแบบปกติที่เน้นเฉพาะทฤษฎีเพียงเท่านั้น ไม่ได้มีการนำความรู้ ไปใช้จริง ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านยอมรับว่า การเรียนปฏิบัติการทำให้นักเรียนได้ทั้งพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) และจิตพิสัย (Affective domain) (Hofstein and Lunetta, 2004) จึงเป็นที่มาว่าการจัดปฏิบัติการทางเคมีจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมี เจตคติที่ดีต่อเคมีในภาพรวมของการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

1.1 บริษัทที่เลือกใช้ควรเลือกให้มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง สารละลาย ที่นักเรียนสามารถพบเจอได้ในชีวิตประจำวันหรือพบได้ในข่าวที่เกิดขึ้นในสังคม และครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อบริษัทนั้นว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมีอย่างไร

1.2 การเลือกใช้เทคโนโลยีบางอันที่แปลกใหม่สำหรับนักเรียน ครูควรที่จะศึกษาข้อมูลเทคโนโลยี และจัดทำเป็นคู่มือการใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ เพื่ออธิบายให้กับนักเรียนได้เข้าใจวิธีการนำไปใช้กับกิจกรรมได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมีครั้งต่อไป ควรเลือกเนื้อหาทางเคมีที่ครอบคลุมองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมีทั้ง 4 ด้าน เนื่องจากความฉลาดรู้ด้านเคมีในแต่ละด้านยังมีองค์ประกอบย่อยที่ควรจะให้พัฒนาให้ได้มากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2545). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรสโปรดักส์ จำกัด.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ปัจจัยที่ทำให้ระบบโรงเรียนประสบความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- จินดา พรหมมณชู. (2553). ผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 2(ฉบับพิเศษ), 32-41.
<https://ejournals.swu.ac.th/index.php/swurd/article/view/268>
- โชติกุล รินลา. (2562). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การออกแบบการเรียนรู้จากการสร้างโมเดลทางเคมีที่มีต่อตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้เคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(2), 68-87.
- ณัฐพล สิทธิกุล. (2562). การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 13(4), 54-66.
<https://digital.car.chula.ac.th/educujournal/vol47/iss0/29/>
- ทัศนิน เครือทอง. (2553). การใช้การเรียนรู้อย่างมีบริบท Learning science in context. *นิตยสาร สสวท*, 38(166), 56-59.
- ธรรมบุญ โรจนะบุรานนท์. (2531). *ธรรมชาติวิทยา* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พัชรี ร่มพยอม วิชัยดิษฐ. (2558). ธรรมชาติของวิชาเคมี และการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.*, 31(2), 187-199.
<https://ejournals.swu.ac.th/index.php/sej/article/view/6933>
- พิมพ์ลอย ตามตระกูล. (2564). *การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร). Edu Nu.
http://www.edu.nu.ac.th/th/news/docs/download/2021_06_29_11_40_00.pdf
- ภูริต สงวนศักดิ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานที่มีต่อการรู้เคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย). Chula ETD.
<https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=10121&context=chulaetd>
- ยุพาวรรณ คำทา. (2562) การพัฒนาแนวคิดและความสามารถในการนำความรู้เรื่องบรรยากาศไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 3(1), 74-84.
<https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/283183>

- ยุวพันธ์ ไชยมงคล. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการเชื่อมโยงเรื่องความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร). NUir.
<https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/1549/3/59061996.pdf>
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์* (ฉบับราชบัณฑิตยสถาน). กรุงเทพฯ: สำนักราชบัณฑิตยสภา.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2556). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554*. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- วิทยา วาโย, และ อภิรดี เจริญนุกูล. (2563). การเรียนการสอนแบบออนไลน์ภายใต้สถานการณ์แพร่ระบาดของไวรัส COVID-19 : แนวคิดและการประยุกต์ใช้จัดการเรียนการสอน. *วารสารศูนย์อนามัยที่ 9 : วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม*, 14(34), 285-298.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. (2539). *พจนานุกรม*. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น.
- ศิริรัตน์ พริกสี. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมีเรื่องอะตอมและธาตุ. *Journal of Industrial Education*, 14(2), 73-79.
<https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/122167>
- ศุภกร สุขยิ่ง และคณะ. (2560). การจัดการเรียนรู้แบบใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับการใช้ข่าวเป็นสื่อ เรื่องสภาพสมดุลเพื่อพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 18(2), 31-44.
- ศุภณัฐ ชูศรียิ่ง. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบบริบทเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 17(1), 244-255.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2557). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ณัฐพล สิทธิกุล. (2561). การพัฒนาคุณลักษณะเฉพาะของข้อสอบและแบบสอบการรู้เคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *An Online Journal of Education*, 13(4), 54-66.
<https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/202187>
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2562). *การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). พิษณุโลก: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- อิชยา กองไชย (2565). การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐาน. *วารสารการบริหารนิติบุคคลและนวัตกรรมท้องถิ่น*, 8(6), 443-450.
- Biological Science Curriculum Study (BSCS,1995). Redesigning the Science Curriculum A Report on the Implications of Standards and Benchmarks for Science Education. Colorado Springs Co. USA.
- Celik, S. (2014). Chemical Literacy Levels of Science and Mathematics Teacher Candidates. *Australian Journal of Teacher Education*, 39.

- <https://doi.org/10.14221/ajte.2014v39n1.5>
- Chamrat, S. (2019). Technology Integrated Science Learning. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 5(1). <https://doi.org/10.14456/jli.2019.3>
- Chatwan, T., Bongkotphet, T., & Vorasingha, A. (2018). Model-Based Learning with Augmented Reality for Enhancing Mental Models in Covalent Bond Topic. *Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*, 13(1). <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/GraduatePSRU/article/view/132790>
- Cheung, D. (2009). Students' Attitudes Toward Chemistry Lessons: The Interaction Effect between Grade Level and Gender. *Research in Science Education*, 39(1), 75-91. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9075-4>
- Chi, S., Wang, Z., & Liu, X. (2023). Assessment of Context-Based Chemistry Problem-Solving Skills: Test Design and Results from Ninth-Grade Students. *Research in Science Education*, 53(2), 295-318. doi: <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10056-8>
- Cigdemoglu, C. (2015). Improving Students' Chemical Literacy Level on Thermochemical and Thermodynamics Concepts through Context-Based Approach. *Chemistry Education Research and Practice*, 16. <https://doi.org/10.1039/C5RP00007F>
- Cigdemoglu, C. (2020). Flipping The Use of Science-Technology and Society Issues as Triggering Students' Motivation and Chemical Literacy. *Science Education International*, 31, 74-83. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.8>
- Cigdemoglu, C., Arslan, H., & Cam, A. (2016). Argumentation to Foster Pre-Service Science Teachers' Knowledge, Competency, and Attitude Domains of Chemical Literacy on Acids and Bases. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/C6RP00167J>.
- Dale, Edgar. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching*. 3 Ed. New York: The Dryden Press Holt, Rineheart and Winston. Inc.
- Darkwah, V. A. (2006). *Undergraduate nursing students' level of thinking and self-efficacy in patient education in a context-based learning program*. Edmonton. University of Alberta.
- Davenport, J. L., Rafferty, A. N., & Yaron, D. J. (2018). Whether and How Authentic Contexts Using a Virtual Chemistry Lab Support Learning. *Journal of Chemical Education*, 95(8), 1250-1259. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00048>
- De Jong, O. (2006). Context - based chemical education: How to improve it?. *Chemical Education International*, 8(1), 1-7.
- Eny, H. A., & Wiyarsi, A. (2019). Students' Chemical Literacy on Context-Based Learning: A Case of Equilibrium Topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397, 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012035>

- Fadly, D., Rahayu, S., Dasna, W., & Yahmin, Y. (2022). The Effectiveness of a SOIE Strategy Using Socio-scientific Issues on Students' Chemical Literacy. *International Journal of Instruction*, 15, 237-258. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15114a>
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of "Context" in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. doi: <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education.
- Good, Carter. V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : McGraw Hill.
- Hancock, A. (1977). *Planning for Educational Mass Media*. London : Longman.
- Heinich, Robert, and others. (1989). *Instructional Media and Technology for Learning*. 5th ed. New Jersey : Prentice-Hall.
- Hofstein, Avi and Lunetta, Vincent N. "The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century," *Science Education*. 88 (2004): 28–54.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (1988). *The Action Research Planner* (1 ed.). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>
- Okaf, N. (2021). Enhancing Science Process Skills Acquisition in Chemistry among Secondary School Students through Context-Based Learning. *Science Education International*, 32(4), 323-330.
- Pathommeechok, N., Ketsing, J., & Kongsema, M. (2022). Development of Grade 10 Students' Scientific Explanation by Using Context-based Learning in Gastronomy [Research Article]. *Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*, 16(2), 681 - 696. <https://doi.org/10.14456/psruhss.2022.50>
- Phabchai, P., Sawangmek, S., & Worasing, A. DEVELOPING SCIENTIFIC LITERACY IN THE TOPIC OF ACID-BASE USING CONTEXT-BASED LEARNING MANAGEMENT FOR GRADE 11TH STUDENTS. *JOURNAL OF EDUCATION NARESUAN UNIVERSITY*, 22(3), 164-176. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/132815
- Pramchoo, J., Sreethunyoo, A., & Meesuk, L. (2017). Development of grade-11 Students' understanding about rate of reaction and attitude toward learning chemistry by using context-based learning activities. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 15(4). <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/APST/article/view/83167>
- Prasemmi, S., Rahayu, S., Fajaroh, F., & Almuntaheri, S. (2021). Chemical Literacy Skill of High School Students on the Solution Chemistry. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 6, 1-15. <https://doi.org/10.15575/jtk.v6i1.10392>
- Rahayu, S. (2019). *Socio-scientific Issues (SSI) in Chemistry Education: Enhancing Both Students' Chemical Literacy & Transferable Skills* (Vol. 1227).

- <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012008>
- Rodniyom, A. (2023). EDUCATIONAL TECHNOLOGY AND ONLINE TEACHING AND LEARNING MANAGEMENT IN THE NEW ERA. *Journal of Buddhist Anthropology*, 6(9), 123-133. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSBA/article/view/251294>
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88, 535-547. <https://doi.org/10.1002/sce.10134>
- Seher, T., Kolomuç, A., & Ayas, A. (2004). Can I Teach Solubility Concept Through Using Conceptual Change Texts More Effectively? *Journal of Turkish Science Education*.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of 'chemical literacy'. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC*, 27, 323-344. <https://doi.org/10.1080/0950069042000266191>
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006a). Chemical Literacy: What Does This Mean to Scientists and School Teachers? *Journal of Chemical Education - J CHEM EDUC*, 83. <https://doi.org/10.1021/ed083p1557>
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006b). The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 7. <https://doi.org/10.1039/B6RP90011A>
- Sriphrom, P., & Onthanee, A. (2020). DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITIES BY USING CONTEXT-BASED LEARNING WITH INFOGRAPHICS TO ENHANCE SCIENTIFIC LITERACY AND ATTITUDE TOWARD SCIENCE ON THE TOPIC OF CHEMICAL BONDS FOR GRADE 10 STUDENTS. *JOURNAL OF EDUCATION NARESUAN UNIVERSITY*, 23(3). https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/231230
- Thummathong, R., Khotbuntao, T., Thaweerungsrisap, O., & Thathong, K. (2016). Chemical Literacy Level of Engineering Students, Faculty Engineering, North Eastern University. *Journal of Graduate MCU KhonKaen Campus*, 6(4), 439-457. Retrieved from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jg-mcukk/article/view/228792>
- Williams B, Day R. Context based learning. In LYoung (Ed.), *Teach-ing nursing: student centred theories, models, and strategies for nurseeducators*. New York: Lippincott. 2006. 221-241p.
- Witte, D., & Beers, K. (2003). TESTING OF CHEMICAL LITERACY (CHEMISTRY IN CONTEXT IN THE DUTCH NATIONAL EXAMINATIONS). *Chemical Education International*, 4(1), 1-15.
- Wüllen, C. (2005). Chemistry. In (pp. 311-313). https://doi.org/10.1007/3-540-26589-9_28



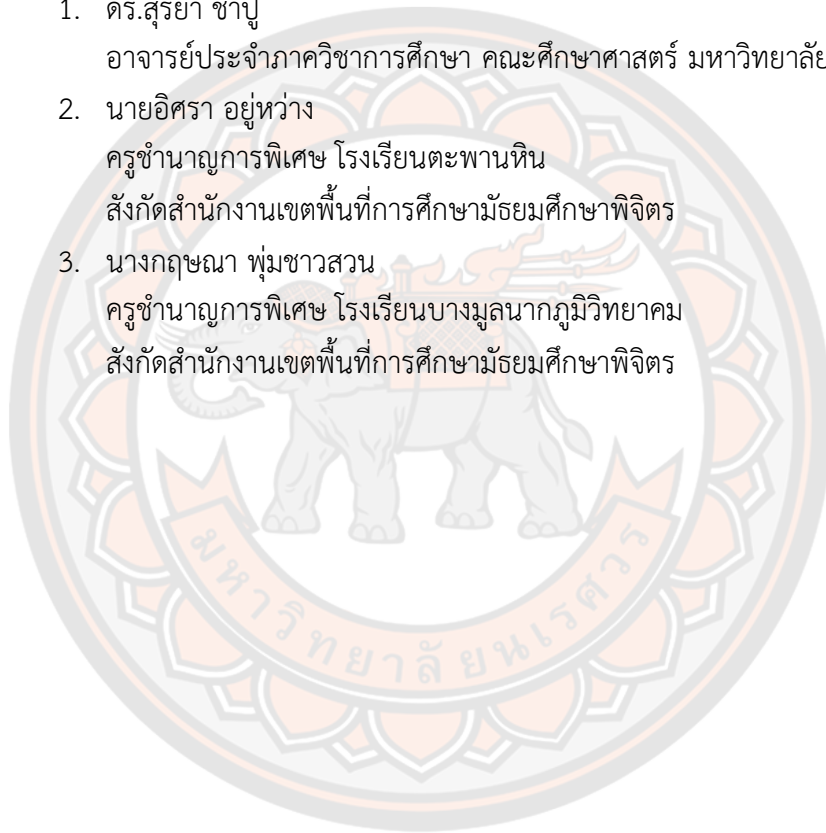
ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี และตรวจสอบแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ดร.สุรียา ซาปู้
อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. นายอิศรา อยู่หว่าง
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนตะพานหิน
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร
3. นางกฤษณา พุ่มขาวสวน
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบางมูลนากภูมิวิทยาคม
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๔๔๗ วันที่ ๔ ธันวาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.สุรียา ขาปุ

ด้วย นางสาวภัทรนันท์ ขึ้นเรือง รหัสประจำตัว ๖๕๐๙๐๗๕๔ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๔๔๗



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๔ ธันวาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณอิสรา อยู่หว่าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง รหัสประจำตัว ๖๕๐๙๐๗๕๔ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดยา บงกชเพชร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาคุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง

โทร. ๐๘-๗๕๔๒-๘๔๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๔๔๗



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๔ ธันวาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณกฤษณา พุ่มขาวสวน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง รหัสประจำตัว ๖๕๐๙๐๗๕๔ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชา
วิทยาศาสตร์ศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการ
เรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
มหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติยา บงกชเพชร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้
ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้
ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับ
ความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๕๖-๘๘๒๖

๒. นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง

โทร. ๐๘-๗๕๔๒-๘๔๒๗

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สารละลาย โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	จากผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	รวม			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้							
1.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับองค์ประกอบ ความฉลาดรู้ด้านเคมี	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
1.3 มีความชัดเจนและ เข้าใจง่าย	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 สามารถประเมินผลได้	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2. สารสำคัญ							
2.1 การเขียนสารสำคัญใน แผน กระชับ ครบคลุม สอดคล้องตาม เนื้อหาสาระ	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3. เนื้อหา							
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาในแผนถูกต้องและ สอดคล้องตามหลักวิชาการ	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้							
4.1 กิจกรรมสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เหมาะสม กับเนื้อหาเรื่อง สารละลาย	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2.1 ^{ขั้น} กำหนดสถานการณ์ : กำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้อง	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	จากผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	รวม			
กับนักเรียนหรือสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ							
4.2.2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน : นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด เพื่อศึกษาหรือสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นหาข้อมูล	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
4.2.3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ : ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์อภิปราย เพื่อสรุปความรู้หรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
4.2.4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ : นำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมไปปรับประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกัน	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีสามารถส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านเคมี	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีเหมาะสมกับกิจกรรมและนักเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.6 กิจกรรมมีลำดับกระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอน	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
4.7 จำนวนชั่วโมงในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	จากผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	รวม			
4.8 กิจกรรมและภาระงาน เหมาะสมกับนักเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4.9 การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบท เป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีสามารถ กระตุ้นความสนใจของนักเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ และ เนื้อหาที่เรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
5.4 สื่อที่ใช้ประกอบการสอนมีความ เหมาะสม	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5.5 แหล่งเรียนรู้เพียงพอกับการ สืบค้นข้อมูล	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6. กระบวนการวัดและประเมินผล							
6.1 วิธีวัดและเครื่องมือมีความ สอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	4	14	4.67	0.58	มากที่สุด
6.2 สามารถวัดและประเมินผลได้ อย่างครอบคลุม	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
6.3 มีเกณฑ์การวัดที่ชัดเจนและมี ความเป็นไปได้	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
6.4 สามารถวัดและประเมินผล ความฉลาดรู้ด้านเคมีได้	4	5	4	13	4.33	0.58	มาก
รวม	4.76	4.79	4.86		4.80	0.29	มากที่สุด

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของใบกิจกรรม เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสมจาก				เฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	ผู้เชี่ยวชาญ						
	1	2	3	รวม			
1. ใบกิจกรรมมีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ใบกิจกรรมสะท้อนการส่งเสริม ให้นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านเคมี	4	4	5	13	4.33	0.58	มาก
2.1 มีการนำเอาบริบทซึ่งเป็น สถานการณ์ที่อยู่รอบๆ ตัว นักเรียน ที่มีความเกี่ยวข้องกับ เนื้อหา เรื่อง สารละลาย มาเป็น สื่อการเรียนสอน	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 นักเรียนได้ใช้ความรู้ทางเคมี และทักษะกระบวนการในการ ทำใบกิจกรรม	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 ใบกิจกรรมครอบคลุม องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้าน เคมี	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ ในใบกิจกรรม	4	5	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ใบกิจกรรมมีความเหมาะสมกับ การเรียนรู้ของนักเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ใบกิจกรรมมีการลำดับคำถาม และขั้นตอนที่เข้าใจง่าย	5	4	5	14	4.67	0.58	มากที่สุด
5. ใบกิจกรรมมีขนาดตัวอักษรและ ภาพประกอบที่เหมาะสม	5	5	5	15	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	4.55	4.69	4.78		4.79	0.29	มากที่สุด

ภาคผนวก ง ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อ	องค์ประกอบความ ฉลาดรู้ด้านเคมี	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
สถานการณ์ที่ 1 “การแชร์ข่าวพบซ็อกโกแลตที่ขายในไทย อันตราย ห้ามกิน! พบสารตะกั่ว แคดเมียม”							
1	ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ทักษะการคิดขั้นสูง (ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	บริบททางเคมี (บริบทการเลือกบริโภค สินค้าและเทคโนโลยี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	ทักษะการคิดขั้นสูง (ทักษะการสืบเสาะ)	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
5	เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมี ความสนใจ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 2 “ออกซิเจนในน้ำทะเล (Oxygen in Seawater)”							
1	ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ความรู้ทางเคมี (ความรู้ทางเคมีใน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	ทักษะการคิดขั้นสูง (ทักษะการสืบเสาะ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง

ข้อ	องค์ประกอบความ ฉลาดรู้ด้านเคมี	คนที่			ผลรวม	IOC	แปลผล
		1	2	3			
4	บริบททางเคมี (บริบทชีวิตประจำวัน)	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง
5	เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมี ความสนใจ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 3 “ปริมาณสารสัมพันธ์ของสูตรไอศกรีม							
1	ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	บริบททางเคมี (บริบทชีวิตประจำวัน)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	ความรู้ทางเคมี (ความรู้ทางเคมีใน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	บริบททางเคมี (บริบทกระบวนการทาง สังคมและวัฒนธรรม)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
5	เจตคติต่อเคมี (มีความเป็นกลางและมี ความสนใจ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 4 “การเตรียมสารละลายในห้องปฏิบัติการเคมี”							
1	ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ทักษะการคิดขั้นสูง (ทักษะการคิดอย่างมี วิจารณญาณ)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
3	ความรู้ทางเคมี (ความรู้ทางเคมีใน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
4	บริบททางเคมี (บริบทชีวิตประจำวัน)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง

	เจตคติต่อเคมี						
5	(มีความเป็นกลางและมี ความสนใจ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
สถานการณ์ที่ 5 “เคมีของน้ำหอม”							
	บริบททางเคมี						
1	(บริบทการเลือกบริโภค สินค้าและเทคโนโลยี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	บริบททางเคมี						
2	(บริบทการเลือกบริโภค สินค้าและเทคโนโลยี)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	ความรู้ทางเคมี						
3	(ความรู้ทางเคมีใน วิทยาศาสตร์พื้นฐาน)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	บริบททางเคมี						
4	(บริบทกระบวนการทาง สังคมและวัฒนธรรม)	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง
	เจตคติต่อเคมี						
5	(มีความเป็นกลางและมี ความสนใจ)	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
	เฉลี่ย					0.89	สอดคล้อง

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย และแบบประเมินเจตคติทางเคมี
2. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้
3. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้
ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชา เคมี 2 รหัสวิชา ว30222	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566
หน่วยการเรียนรู้ สารละลาย	
เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย	เวลา 4 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง	

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระเคมี

3. เข้าใจหลักการทำปฏิกิริยาเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยการคำนวณปริมาณสาร ความเข้มข้นสารละลาย รวมทั้งบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน และการแก้ปัญหาทางเคมี

2. ผลการเรียนรู้

ข้อ 7 เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

3. องค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านเคมี

- ความรู้ทางเคมี
- บริบททางเคมี
- ทักษะการคิดขั้นสูง
- เจตคติต่อเคมี

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย (K)

1. นักเรียนสามารถคำนวณและเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย

(ความรู้ทางเคมี-แนวคิดหลัก)

2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ เรื่อง ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนนและล้างล้อสูตรเซมิซิลิน

(บริบททางเคมี-บริบทชีวิตประจำวัน)

3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์แนวโน้มของกราฟจุดเดือด จุดเยือกแข็งของสารละลายเมื่อจำนวนโมลของสารเพิ่มขึ้น (ความรู้ทางเคมี-แนวคิดหลักทางเคมี)

ด้านทักษะพิสัย (P)

4. นักเรียนสามารถใช้แบบจำลองการทดสอบสมบัติคอลลอยด์ที่พัวด้วยแพลตฟอร์มออนไลน์

(ทักษะการคิดขั้นสูง-การสืบเสาะ)

5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและนำเสนอข้อมูล เรื่อง ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน

(ทักษะการคิดขั้นสูง-การคิดอย่างมีวิจารณญาณ)**ด้านจิตพิสัย (A)**

6. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ **(เจตคติต่อเคมี-มีความเป็นกลางและมีความสนใจ)**

5. สารสำคัญ

สมบัติคอลลิเกทีฟ (Colligative property) เป็นสมบัติเฉพาะของสารละลาย สารละลายที่มีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน ถ้ามีความเข้มข้นเป็นโมลลหรือโมลต่อกิโลกรัมเท่ากัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวเท่ากัน แต่ถ้ามีความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวไม่เท่ากัน โดยไม่ขึ้นกับชนิดของตัวละลาย แต่ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลาย

ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมลลหรือ 1 โมลต่อกิโลกรัม กับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์มีค่าคงที่ เรียกว่า **ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด (K_b)** เนื่องจากจุดเดือดปกติของของเหลวคืออุณหภูมิที่ความดันไอของของเหลวมีค่าเท่ากับความดันบรรยากาศ การเติมตัวละลายที่ระเหยยากลงไปจะทำให้ความดันไอของของเหลวลดลง จุดเดือดของสารละลายจึงสูงกว่าจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์

การเพิ่มขึ้นของจุดเดือดแปรผันตรงกับความเข้มข้นเป็นโมลลของสารละลาย ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta T_b \propto m$$

$$\Delta T_b = K_b m$$

เมื่อ ΔT_b = ผลต่างระหว่างจุดเดือดของสารละลายกับจุดเดือดของตัวทำละลายบริสุทธิ์

m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

K_b = ค่าคงที่ของการเพิ่มขึ้นของจุดเดือด

ผลต่างระหว่างจุดหลอมเหลวของสารละลายที่มีความเข้มข้น 1 โมลล (1 m) หรือ 1 โมลต่อกิโลกรัม (1 mol/kg) กับจุดหลอมเหลวของตัวทำละลายบริสุทธิ์มีค่าคงที่ เรียกว่า **ค่าคงที่ของการลดของจุดเยือกแข็ง (K_f)**

การลดลงของจุดเยือกแข็งแปรผันตรงกับความเข้มข้นเป็นโมลลของสารละลาย ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\Delta T_f \propto m$$

$$\Delta T_f = K_f m$$

เมื่อ ΔT_f = ผลต่างระหว่างจุดเยือกแข็งของตัวทำละลายบริสุทธิ์กับจุดเยือกแข็งของสารละลาย

m = ความเข้มข้นของสารละลายเป็นโมลลหรือโมลต่อกิโลกรัม

K_f = ค่าคงที่ของการลดของจุดเยือกแข็ง

การโรยเกลือลงไปบนหิมะ จะทำให้หิมะจะมีจุดเยือกแข็งที่ต่ำลง ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกเท่าเดิม น้ำแข็งจึงหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ เนื่องจากอุณหภูมิไม่ต่ำพอถึงจุดเยือกแข็ง

การใส่เกลือลงในเส้นสปาเกตตีหรือพาสต้า 1) เป็นการเพื่อเพิ่มรสชาติของเส้นสปาเกตตีของเราไม่ให้จืดชืด 2) ไปช่วยเพิ่มจุดเดือดของน้ำ ทำให้เส้นสุกเร็วขึ้น

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์

6.1 ครูแสดงภาพ “ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน ?” ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาและตอบคำถาม

(แนวคำตอบ : ป้องกันถนนลื่น/ช่วยละลายหิมะ) ครูยังไม่เฉลยเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม



ภาพ 1 ภาพประเทศเมืองหนาวที่มีหิมะตกโรยเกลือบนถนน

6.2 ครูนำเข้าสู่กิจกรรม “Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?” ด้วยสถานการณ์จำลองดังนี้

สถานการณ์ : หากนักเรียนเป็นเทศบาลที่ทำหน้าที่คอยดูแลรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยเมือง และวันนี้เป็นวันที่เผชิญกับเหตุการณ์หิมะตกหนัก บางพื้นที่มีหิมะทับถมกันสูงเกือบ 2 เมตร ทำให้กระทบการเดินทาง การจราจรของประชาชนในเมือง และคุณได้รับมอบหมายให้ไปกำจัดหิมะที่ขัดขวางการจราจร แต่เกลือที่เคยใช้ คือ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หมดในคลัง จึงต้องไปตามหาเกลือชนิดใหม่มาแทน และขณะที่กำลังนำเกลือละลายหิมะ มีประชาชนเข้ามาถามว่าทำไมจึงถึงใช้เกลือละลายหิมะ เทศกิจจะต้องทำการอธิบายให้ประชาชนเข้าใจได้ง่ายที่สุด

(แนวทางการทำกิจกรรม : นักเรียนจะต้องสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะได้เป็นอย่างไร และเกลือที่สามารถใช้ทดแทน NaCl คือเกลืออะไร)

ขั้นที่ 2 ชั้นลงมือปฏิบัติงาน

6.3 แบ่งนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน เพื่อศึกษาสถานการณ์และเงื่อนไขของสถานการณ์

6.4 นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูลลงใบกิจกรรมที่ 1 ดังนี้

- 1) เขียนสูตรเคมีของเกลือที่จะใช้แทน NaCl
- 2) คุณสมบัติของเกลือชนิดนั้น

(แนวทางการทำกิจกรรม : ครูตรวจสอบคำตอบของเกลือที่นักเรียนเลือกใช้แทน NaCl และดูที่มาที่นักเรียนสืบค้นข้อมูล)

- 3) อธิบายหลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะ

(แนวทางการทำกิจกรรม : ครูตรวจสอบหลักการที่นักเรียนอธิบาย โดยอาจสุ่มบางกลุ่มนำเสนอ เพื่อร่วมกันพิจารณาข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อวิเคราะห์หรือออกมาอธิบายเป็นหลักการของเกลือสามารถละลายหิมะ)

- 4) แหล่งที่มาของการสืบค้นและวันที่เผยแพร่เนื้อหา

- 5) นักเรียนแต่ละกลุ่มเตรียมส่งตัวแทนนำเสนอผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ

6.5 ครูตั้งคำถามจากการทำกิจกรรมที่ 1 “Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?” ดังนี้

- นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดจากการทำกิจกรรม Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?

(แนวคำตอบ : ชนิดของเกลือที่สามารถใช้แทน NaCl, หลักการที่ทำให้เกลือสามารถละลายหิมะได้)

- นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใดเกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง สมบัติบางประการของสารละลาย

(แนวคำตอบ : จุดเยือกแข็งของสารละลาย (เกลือ + น้ำ) กับสารบริสุทธิ์ (น้ำ))

6.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการทำกิจกรรม

6.7 ครูถามคำถามว่า “จากการทำกิจกรรม Why Does Salt Melt Ice on the Roads ? นักเรียนสามารถสรุปได้หรือไม่ว่าเกลือทำไมจึงละลายหิมะได้ ?” ให้นักเรียนสรุปร่วมกัน

(แนวคำตอบ : เกลือไปช่วยป้องกันการแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง/ลดอุณหภูมิจุดเยือกแข็งของน้ำ/ของผสมระหว่างเกลือและน้ำเกิดปฏิกิริยาคายความร้อน ทำให้สิ่งแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้น)

6.8 ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับเกลือทำไมจึงละลายหิมะ ดังนี้

การที่ใส่เกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ละลายลงไปใต้ออนในน้ำ ไอออนบวกของโซเดียมและไอออนลบของคลอไรด์จะกระจายไปทั่วและกีดกันไม่ให้โมเลกุลของน้ำเข้าใกล้กัน เพราะโมเลกุลของน้ำที่อยู่ใกล้กันมากพอจะรวมตัวกันเป็นของแข็ง (น้ำแข็ง) น้ำแข็งจะดูดซับพลังงานจากสภาพแวดล้อมเพื่อเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว นี่อาจทำให้น้ำบริสุทธิ์แข็งตัวอีกครั้ง แต่เกลือในน้ำจะป้องกันไม่ให้กลายเป็นน้ำแข็ง

คำอธิบายแบบสรุป กล่าวคือ การที่ใส่เกลือลงหิมะจะมีจุดเยือกแข็งที่ต่ำลง ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกเท่าเดิม น้ำแข็งจึงหลอมเหลวกลายเป็นน้ำ เนื่องจากอุณหภูมิไม่ต่ำพอถึงจุดเยือกแข็งนั่นเอง และหิมะจะกลายเป็นน้ำ

6.9 ครูเปิดคลิปวิดีโอ เรื่อง “จำเป็นมาก! ทำไมต้องโรยเกลือบนหิมะ?” | ฤดูหนาวของฟินแลนด์
ลิงค์ : <https://www.youtube.com/watch?v=5doWMgTOJwc> 1.49 น.

โดยครูกำหนดคำถามก่อนดูคลิปวิดีโอ ดังนี้

- 1) ทำไมจึงต้องโรยเกลือบนหิมะ (ช่วยป้องกันการแข็งตัวของน้ำแข็งหรือหิมะ)
- 2) เกลือที่ใช้โรยคือเกลือชนิดใดและผสมสิ่งใดเข้าไป และมีข้อเสียอย่างไร
(NaCl ผสมทราย เนื่องจากทรายจะช่วยลดแรงเสียดทานได้ ส่วนข้อเสียของเกลือคือการกัดกร่อน เกิดสนิมได้ง่าย)

6.10 ครูแสดงภาพเปรียบเทียบ “การโรยเกลือบนถนนกับไอติมหลอด” ทั้งที่ใช้เกลือเหมือนกันแต่ผลที่ได้กลับต่างกันเพราะสิ่งใด ? ให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาและตอบคำถาม



ภาพ 2 เปรียบเทียบการโรยเกลือบนถนนกับไอติมหลอด

(แนวคำตอบ : ต่างกันตรงบริเวณที่เกลือไปโดนหรือเกลือไปสัมผัส)

- **สำหรับหิมะ** เราจะโรยเกลือโดยตรง ทำให้เกลือผสมกับหิมะ หิมะจะมีจุดเยือกแข็งที่ต่ำลง ในขณะที่อุณหภูมิภายนอกเท่าเดิมน้ำแข็งจึงละลายกลายเป็นน้ำ
- **สำหรับไอติมหลอด** เราเอาน้ำแข็งใส่เกลือบริเวณรอบถัง เกลือไม่ได้สัมผัสกับไอติมที่เราต้องการให้แข็งตัวโดยตรง ดังนั้น เกลือบริเวณรอบถังที่สัมผัสกับน้ำแข็ง เกลือต้องการละลายตัวมันจึงดึงความร้อนจากน้ำแข็ง น้ำแข็งที่ถูกดึงความร้อนออกไป ก็จะมีอุณหภูมิลดลงเย็นลงไปอีก และเย็นลงเรื่อยๆ ด้วยเหตุผลเช่นนี้ ตัวไอติมในถังมีสภาพเป็นของเหลวจึงถูกดึงเอาความร้อนออกไปอีกทอดหนึ่ง และจับตัวกันแข็งจนเป็นน้ำแข็ง)

ขั้นที่ 4 ชื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

6.11 ครูนำเข้าสู่กิจกรรม ดังภาพ 3 “ล้วงลับสูตรเชฟมิชลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

แนวทางการทำกิจกรรม : ครูเสนอ 4 สูตรลับที่เชฟใช้ในการต้มเส้นสปาเก็ตตี้ พร้อมกับให้นักเรียนร่วมวิเคราะห์ว่าสูตรลับข้อใดที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของสมบัติคอลลิเกทีฟ

(แนวคำตอบ : สูตรข้อที่ 2 การใส่เกลือลงในหม้อต้ม)



ภาพ 3 กิจกรรมล้วงลับสูตรลับเชฟมิชลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้

6.12 ครูมอบหมายภารกิจให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม “จะต้องนำผลการทดลองจาก Simulation AACT มายืนยันว่าการใส่เกลือลงไปในน้ำสปาเก็ตตี้ไปช่วยในเรื่องใด”

6.13 นักเรียนทำการทดลองผ่าน Simulation AACT “การทดลองสมบัติคอลลิเกทีฟของ NaCl” ออนไลน์ผ่าน ลิงค์ : <https://teachchemistry.org/classroom-resources/colligative-properties> โดยมีแนวทางการทำกิจกรรม ดังนี้

1) แสดงวิธีการคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็ง ของสารละลาย NaCl โดยใช้สูตร

โดยกำหนด $\Delta T_b = K_b \times m$ โดยที่ K_b = ค่าคงที่ของจุดเดือด K_f = ค่าคงที่ของจุดเยือกแข็ง และ m คือหน่วย molal (mol/kg)

กำหนดให้การทดลองครั้งนี้ ละลายเกลือ NaCl 29.22 g, 58.44 g, 116.88 g ในน้ำ 1 kg (กำหนดมวลโมเลกุลของ Na=22.99 g/mol Cl=35.45 g/mol) สารละลายเกลือนี้จะมีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งเป็นเท่าใด

2) จงเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลายกับน้ำว่าเป็นเช่นไร

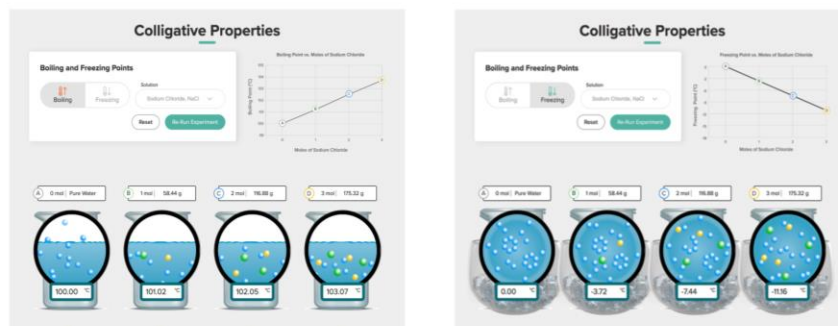
3) จงเปรียบเทียบจุดเยือกแข็งของสารละลายกับน้ำว่าเป็นเช่นไร

4) ทำการทดลองผ่าน Simulation ตามลิงค์ข้างต้น (<https://teachchemistry.org/classroom-resources/colligative-properties>) โดยนักเรียนจะต้องพิจารณาการทดลองทั้งจุดเดือดและจุดเยือกแข็งในตารางบันทึกผลการทดลอง ดังนี้

4.1 เมื่อจำนวนโมลหรือความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จุดเดือด/จุดเยือกแข็งมีแนวโน้มเป็นอย่างไร

4.2 จงวาดกราฟและวิเคราะห์แนวโน้มของกราฟจุดเดือด/จุดเยือกแข็ง ของสารละลาย NaCl

4.3 สรุปตอนสุดท้ายว่า “การใส่เกลือช่วยในเรื่องใดของการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”



ภาพ 4 การทดลองเสมือน เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟของ NaCl ผ่าน Simulation AACT

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี ม.4 เล่ม 2 บทที่ 5 สารละลาย ฉบับปรับปรุง 2560) จาก สสวท.

2. สื่อการสอนจากเว็บไซต์ Canva

3. เว็บไซต์ทำกิจกรรมจาก Simulation AACT

(<https://teachchemistry.org/classroom-resources/colligative-properties>)

4. ใบกิจกรรมที่ 1 Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?

5. ใบกิจกรรมที่ 2 ล้างลิปสตรเซพมิซิลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้

7.2 แหล่งการเรียนรู้

1. หัวข้อ “ทำไมที่ประเทศที่มีหิมะตกเขาถึงโรยเกลือบนถนน ?” จาก Facebook Chemtest Kasetsart University

(<https://www.facebook.com/Chemtestku/posts/1293800720743746/>)

2. คลิปวิดีโอ เรื่อง จำเป็นมาก! ทำไมต้องโรยเกลือบนหิมะ? | ฤดูหนาวของฟินแลนด์

(<https://www.youtube.com/watch?v=5doWMgTOJwc> 1.49 น.)

3. Snow removal จากเว็บไซต์วิกิพีเดีย

(https://en.m.wikipedia.org/wiki/Snow_removal?fbclid=IwAR33_utJYyEgGmFMKXC25bOBaYcY_qo54t3yVlqSL-kbTz0ytF_TKlF5bo)

4. เคล็ดลับต้มเส้นพาสต้า สปาเก็ตตี้ แบบเซพมิซิลิน

(<https://www.rosalynth.com/home/2021/09/16/>)

8. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านพุทธิพิสัย (K)			
1. นักเรียนสามารถคำนวณและเปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย	ตรวจใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนนเต็มทั้งหมด
2. นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องสมบัติบางประการของสารละลายมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์เรื่อง ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน	ตรวจใบงานที่ 1	ใบงานที่ 1	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนนเต็มทั้งหมด
3. นักเรียนสามารถวิเคราะห์แนวโน้มของกราฟจุดเดือดจุดเยือกแข็งของสารละลายเมื่อจำนวนโมลของสารเพิ่มขึ้น	ตรวจใบงานที่ 2	ใบงานที่ 2	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนนเต็มทั้งหมด
ด้านทักษะพิสัย (P)			
4. นักเรียนสามารถใช้แบบจำลองการทดสอบสมบัติคอลลิเกทีฟด้วยแพลตฟอร์มออนไลน์	ตรวจใบงานที่ 2	ใบงานที่ 2	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนนเต็มทั้งหมด
5. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลและนำเสนอข้อมูล เรื่อง ทำไมประเทศที่มีหิมะตกจึงโรยเกลือบนถนน	ตรวจจากการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอ	แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล และแบบประเมินการนำเสนอ	ผ่านเกณฑ์ระดับ พอใช้ขึ้นไป
ด้านจิตพิสัย (A)			
6. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	สังเกตและประเมินผลพฤติกรรม	แบบบันทึกการสังเกตและแบบประเมินเจตคติทางเคมี	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

○ ด้านพุทธิพิสัย (K)

.....

.....

.....

○ ด้านทักษะพิสัย (P)

.....

.....

.....

○ ด้านจิตพิสัย (A)

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง)

ครูผู้สอน

ใบกิจกรรมที่ 1 Why Does Salt Melt Ice on the roads ?

ใบกิจกรรมที่ 1 Why Does Salt Melt Ice on the roads ?

1. ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)

1. ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลักทางเคมี)

ใบกิจกรรมที่ 1

Why Does Salt Melt Ice on the Roads ?

จรรยาบรรณของสถานการณ์
 เกล็ดขนมปังที่สามารถใช้แทนเกล็ด
 ไซเตียมคลอไรด์ได้

$MgCl_2$

1) เขียนสูตรเคมีของเกลือที่จะใช้แทน NaCl

2) คุณสมบัติของเกล็ดขนมปังเป็นอย่างไร
 เป็นของแข็งสีขาวไม่มีกลิ่น
 จุดเดือด : 1412 °C, จุดหลอมเหลว : 708 °C ใช้
 สำหรับบำบัดน้ำ ใช้เป็น deicer และป้องกันกรเกิด
 น้ำแข็งบนพื้นผิว ทึบละลาย ใช้สำหรับกำจัดฝุ่น

000

แหล่งที่มาของการสืบค้นและวันที่
เว็บไซต์เผยแพร่เนื้อหา

<https://gammaco.com/gammaco/MgCl2>

3) อธิบายหลักการที่ทำให้เกิดสามารถละลายหิมะ

เมื่อเกล็ดผสมกับหิมะโดยตรง หิมะจะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึง
ละลายกลายเป็นน้ำ

และตามสมบัติน้ำที่ละลายที่ฟ เกล็ดไปช่วยลดจุดเยือกแข็ง
ของน้ำ ทำให้น้ำไม่สามารถจับตัวเป็นหิมะ หรือจับตัวได้
ยากขึ้น

3. ทักษะการคิดขั้นสูง

(การสืบเสาะและคิดอย่างมีวิจารณญาณ)

รายชื่อสมาชิก เสรก

ชั้น ม.4/___

ใบกิจกรรมที่ 2 ภารกิจสืบหา “ลัทธิลับสูตรเคมีซึลลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

1. ความรู้ทางเคมี (แนวความคิดหลักทางเคมี)

ใบกิจกรรมที่ 2 ภารกิจสืบหา “ลัทธิลับสูตรเคมีซึลลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

หน้า 1 | 2

ภารกิจสืบหา “ลัทธิลับสูตรเคมีซึลลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

จุดเดือด สมบัติบางประการของสารละลาย

$\Delta T_b = K_b m = (0.51 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{mol}/\text{kg})(1 \text{ mol}/\text{kg}) = 0.51 \text{ } ^\circ\text{C}$

จุดเดือดของสารละลาย = $100 + 0.51 = 100.51 \text{ } ^\circ\text{C}$

3) จงเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลาย กับ น้ำ ว่า เป็นเช่นไร

สารละลาย จะมีจุดเดือดสูงกว่า น้ำ (เสารบิริสุท์)

2) จงเปรียบเทียบจุดเดือดของสารละลาย กับ น้ำ ว่า เป็นเช่นไร

สารละลาย จะมีจุดเดือดสูงกว่า น้ำ (เสารบิริสุท์)

4) ทำการทดลองงาน Simulation ตามลิ่งค์ และตอบคำถามต่อไปนี้

4.1) เมื่อจำนวนโมลหรือความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จุดเดือด/จุดเยือกแข็งมีแนวโน้มเป็นอย่างไร ?

จุดเดือดจะสูงขึ้นเมื่อจำนวนโมลเพิ่มขึ้น

จุดเยือกแข็งจะต่ำลงเมื่อจำนวนโมลเพิ่มขึ้น

1) แสดงวิธีการคำนวณ จุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl

กำหนดให้การทำทดลองครั้งนี้ ใส่น้ำ 1 Kg (มวลโมลของ Na=22.99 g/mol Cl=35.45 g/mol)


จุดเยือกแข็ง

$\Delta T_f = K_{fm} = (1.86 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{mol}/\text{kg})(1 \text{ mol}/\text{kg}) = 1.86 \text{ } ^\circ\text{C}$

จุดเยือกแข็งของสารละลาย = $0 - 1.86 = -1.86 \text{ } ^\circ\text{C}$

ทักะการคิดขั้นสูง (การสืบเสาะ)

“การทดลองสมบัติคอลลิเกทีฟของ NaCl อ่อนโยน”



ใบกิจกรรมที่ 2 ภารกิจสืบหา “ลัทธิลับสูตรเคมีซิลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

หน้า 2 | 2

ทักษะการคิดขั้นสูง
(การสืบเสาะ)

ภารกิจสืบหา “ลัทธิลับสูตรเคมีซิลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

4.2) จรวดกรมและวิเคราะห์แนวโน้มของกราฟจุดเดือด/จุดเยือกแข็งของสารละลาย NaCl

จุดเดือด

2. ปรับทิศทางเคมี
(ปรับทิศทางชีวิตประจำวัน)

จุดเยือกแข็ง

สรุปแนวโน้มกราฟจุดเดือด

จุดเดือดจะสูงขึ้นเมื่อจำนวนโมลเพิ่มขึ้น

4.3) สรุปว่า “การใส่เกลือช่วยในเรื่องใดของการต้มเส้นสปาเก็ตตี้”

หนึ่งเพื่อเพิ่มรสชาติ ของเส้นพาสต้าของเรา *ไม่ให้จืดชืด*

สองคือ เพิ่มจุดเดือดของน้ำ ทำให้เส้นของเรารสุกเร็วขึ้น

สรุปแนวโน้มกราฟจุดเยือกแข็ง

จุดเยือกแข็งจะสูงขึ้นเมื่อจำนวนโมลเพิ่มขึ้น



เกณฑ์การตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 1 (คะแนนเต็ม 6 คะแนน)

ตรวจได้จาก ใบกิจกรรมที่ 1	ระดับคะแนน			เกณฑ์การประเมิน
	2	1	0	
ข้อที่ 1 ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลัก ทางเคมี)	นักเรียนระบุเกลือ และเขียนสูตรเกลือที่ ใช้แทน NaCl ได้ ถูกต้อง	นักเรียนระบุเกลือ แต่เขียนสูตรเกลือไม่ ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ ระบุเกลือและเขียน สูตรเกลือที่ใช้แทน NaCl ได้	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนนเต็ม ทั้งหมด
ข้อที่ 2 ทักษะการคิด ขั้นสูง (การคิดอย่างมี วิจารณญาณ)	นักเรียนสืบค้นข้อมูล จากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และอธิบายคุณสมบัติ ของเกลือ ได้ถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนสืบค้นข้อมูล จากแหล่งที่น่าเชื่อถือ และอธิบายคุณสมบัติ ของเกลือ ได้ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ อธิบายคุณสมบัติ ของเกลือได้	
ข้อที่ 3 ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลัก ทางเคมี)	นักเรียนอธิบาย หลักการของเกลือที่ ทำให้หิมะละลายได้ ถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนอธิบาย หลักการของเกลือที่ ทำให้หิมะละลายได้ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ อธิบายหลักการ ของเกลือที่ทำให้ หิมะละลายได้	

เกณฑ์การตรวจให้คะแนนใบกิจกรรมที่ 2 (คะแนนเต็ม 12 คะแนน)

ตรวจได้จาก ใบกิจกรรมที่ 2	ระดับคะแนน			เกณฑ์การ ประเมิน
	2	1	0	
ข้อที่ 1 ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลัก ทางเคมี)	นักเรียนแสดงวิธีการ คำนวณจุดเดือดและ จุดเยือกแข็งได้ ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนแสดงวิธีการ คำนวณจุดเดือดและ จุดเยือกแข็งได้ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนไม่แสดง วิธีการคำนวณจุด เดือดและจุดเยือก แข็งได้	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนน เต็มทั้งหมด
ข้อที่ 2 ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลัก ทางเคมี)	นักเรียนอธิบายและ เปรียบเทียบจุดเดือด ของสารละลายกับน้ำ ได้ถูกต้อง และ ครบถ้วน	นักเรียนอธิบายและ เปรียบเทียบจุดเดือด ของสารละลายกับน้ำ ได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ อธิบายและ เปรียบเทียบจุดเดือด ของสารละลายกับน้ำ ได้	
ข้อที่ 3 ความรู้ทางเคมี (แนวคิดหลัก ทางเคมี)	นักเรียนอธิบายและ เปรียบเทียบจุดเยือก แข็งของสารละลาย กับน้ำ ได้ถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนอธิบายและ เปรียบเทียบจุดเยือก แข็งของสารละลาย กับน้ำ ได้ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ อธิบายและ เปรียบเทียบจุดเยือก แข็งของสารละลาย กับน้ำ ได้	

ตรวจได้จาก ใบกิจกรรมที่ 2	ระดับคะแนน			เกณฑ์การ ประเมิน
	2	1	0	
ข้อที่ 4				
ข้อย่อย 4.1 ทักษะการคิด ขั้นสูง (การสืบเสาะ)	นักเรียนอธิบาย เกี่ยวกับจุดเดือดและ จุดเยือกแข็งจาก Simulation เมื่อจำนวนโมล เพิ่มขึ้นได้ถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนอธิบาย เกี่ยวกับจุดเดือดและ จุดเยือกแข็ง Simulation เมื่อจำนวนโมล เพิ่มขึ้นได้ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ อธิบายเกี่ยวกับจุด เดือดและจุดเยือก แข็ง Simulation เมื่อจำนวนโมล เพิ่มขึ้นได้	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากคะแนน เต็มทั้งหมด
ข้อย่อย 4.2 ทักษะการคิด ขั้นสูง (การสืบเสาะ)	นักเรียนสามารถวาด กราฟและวิเคราะห์ จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ได้ถูกต้อง และ ครบถ้วน	นักเรียนสามารถวาด กราฟและวิเคราะห์ จุดเดือด จุดเยือกแข็ง ได้ถูกต้องบางส่วน ไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถ วาดกราฟและ วิเคราะห์จุดเดือด จุดเยือกแข็งได้	
ข้อย่อย 4.3 บริบททางเคมี (บริบท ชีวิตประจำวัน)	นักเรียนอธิบายการ ใส่เกลือในการต้ม เส้นสปาเก็ตตี้ได้ ถูกต้อง และครบถ้วน	นักเรียนอธิบายการ ใส่เกลือในการต้ม เส้นสปาเก็ตตี้ได้ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถ อธิบายการใส่เกลือลง ในการต้มเส้นสปา เก็ตตี้ได้	

เกณฑ์การแปลผลระดับความฉลาดรู้ด้านเคมีจาก 2 ใบกิจกรรม
(คะแนนรวม 18 คะแนน)

คะแนนรวมที่ได้	ร้อยละที่ได้	ระดับความฉลาดรู้ด้านเคมี
13-18 คะแนน	ร้อยละ 70 เป็นต้นไป	นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ดี
9-12 คะแนน	ร้อยละ 50-60	นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ
น้อยกว่า 9 คะแนน	ต่ำกว่าร้อยละ 50	นักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านเคมีในระดับ ต่ำกว่าเกณฑ์

แบบประเมินการสืบค้นข้อมูล
ใบงานที่ 2 ล้วงลับสูตรเคมีชิลินกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้

สมาชิกกลุ่มที่ ชั้น.....

1. ชื่อ..... เลขที่..... 4. ชื่อ..... เลขที่.....
2. ชื่อ..... เลขที่..... 5. ชื่อ..... เลขที่.....
3. ชื่อ..... เลขที่..... 6. ชื่อ..... เลขที่.....

คำชี้แจง ประเมินการสืบค้นของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1.	ข้อมูลมีความถูกต้องตามกิจกรรมที่กำหนดให้				
2.	ข้อมูลมีความน่าสนใจ				
3.	ข้อมูลที่หา มีความเป็นปัจจุบัน/ทันสมัย				
4.	ข้อมูลมีแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้				

เกณฑ์การประเมินผล

4	3	2	1
ดีมาก	ดี	พอใช้	ต้องปรับปรุง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ได้ระดับคะแนน 2 ขึ้นไป ในทุกรายการประเมิน ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

ลงชื่อ

()

ครูผู้สอน / ผู้ประเมิน

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน
ใบงานที่ 2 ล้วงลับสูตรเคมีซิโนกับการต้มเส้นสปาเก็ตตี้

สมาชิกกลุ่มที่ ชั้น.....

1. ชื่อ..... เลขที่..... 4. ชื่อ..... เลขที่.....
2. ชื่อ..... เลขที่..... 5. ชื่อ..... เลขที่.....
3. ชื่อ..... เลขที่..... 6. ชื่อ..... เลขที่.....

คำชี้แจง : ประเมินการนำเสนอของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความถูกต้องของเนื้อหา				
2	ความคิดสร้างสรรค์				
3	วิธีการนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์				
4	ความเข้าใจในเนื้อหา				
5	การมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม				
รวม					

เกณฑ์การประเมิน

ปฏิบัติหรือแสดงผลงานสมบูรณ์ชัดเจน	ให้	4	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงผลงานมีข้อบกพร่องบางส่วน	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงผลงานมีข้อบกพร่องเป็นส่วนใหญ่	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงผลงานมีข้อบกพร่องมาก	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ระดับคะแนน	ระดับคุณภาพ
18-20	ดีมาก
14-17	ดี
10-13	พอใช้
ต่ำกว่า 10	ปรับปรุง

ลงชื่อ

()

ครูผู้สอน / ผู้ประเมิน

ตัวอย่างแบบประเมินเจตคติทางเคมี (เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้)

แบบประเมินเจตคติทางเคมี

กลุ่มที่ เรื่อง ชั้น.....

สถานะของผู้ประเมิน ครูผู้สอน นักเรียน

ลำดับที่	ชื่อ - สกุล	พฤติกรรมที่แสดงออก / ระดับคะแนน																
		ความสนใจ						ความเป็นกลาง										
		ความสนใจ ไม่รู้หรือมี ความอยาก อยากเห็น ในการทำ กิจกรรม			ชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ ได้รับความรู้ เพิ่ม			เสนอความ จริงถึงแม้จะ เป็นผลที่ต่าง จากผู้อื่น			อธิบายหรือ แสดงความ คิดเห็นอย่างมี เหตุผล			ทำงานตามที่ ได้รับ มอบหมายให้ สมบูรณ์ตาม กำหนดเวลา			รวม	
2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0				
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		

เกณฑ์การประเมินผล

- 2 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ดี
 1 หมายถึง มีพฤติกรรมในระดับ ปานกลาง
 0 หมายถึง ไม่มีพฤติกรรมในการแสดงออกควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณภาพ คะแนนเต็ม 10 คะแนน

- คะแนน 7 - 10 หมายถึง ดี
 คะแนน 6 - 5 หมายถึง ปานกลาง
 คะแนน 1 - 4 หมายถึง ปรับปรุง

ลงชื่อ

()

ครูผู้สอน / ผู้ประเมิน

แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้

วันที่สะท้อนผล ชั่วโมงที่.....เวลา.....น.
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 รายวิชา เคมี รหัสวิชา ว30222 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
 หน่วยการเรียนรู้ สารละลาย เรื่อง
 ผู้สอน นางสาวภัทรนันท์ ชื่นเรือง
 ผู้สังเกต

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้สำหรับสะท้อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน

- ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดสถานการณ์
- ขั้นที่ 2 ขั้นลงมือปฏิบัติงาน
- ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ
- ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

2. ให้คุณครูประจำการพิจารณาการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดของการสะท้อน จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนา และข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานร่วมกับเทคโนโลยีมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดสถานการณ์

ครู : กำหนดสถานการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับนักเรียนหรือสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ
 นักเรียน : เกิดกระบวนการคิดและอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ดังกล่าวที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร
 วิเคราะห์ ระบุประเด็นปัญหา เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.1 จุดเด่น

.....

1.2 จุดที่ควรพัฒนา

.....

1.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

2. ขั้นลงมือปฏิบัติงาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด เพื่อศึกษาหรือสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นหาข้อมูล

2.1 จุดเด่น

.....

.....

2.2 จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

2.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

3. **ชั้นเรียนรู้แนวคิดสำคัญ**

ครู : เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอข้อค้นพบหรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า

ครูและนักเรียน : ร่วมกันวิเคราะห์ อภิปราย เพื่อสรุปความรู้หรือแนวคิดสำคัญที่ได้จากการทำกิจกรรม ประเมินความถูกต้องของแนวคิดสำคัญจากการนำเสนอเกี่ยวกับเนื้อหาหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์

3.1 จุดเด่น

.....

.....

3.2 จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

3.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

4. **ชั้นนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่**

ครู : นำเสนอสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย โดยนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการทำกิจกรรมไปปรับประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ที่มีความคล้ายคลึงกัน

นักเรียน : สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งจะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหาที่เรียนว่าสามารถนำไปใช้หรือเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

4.1 จุดเด่น

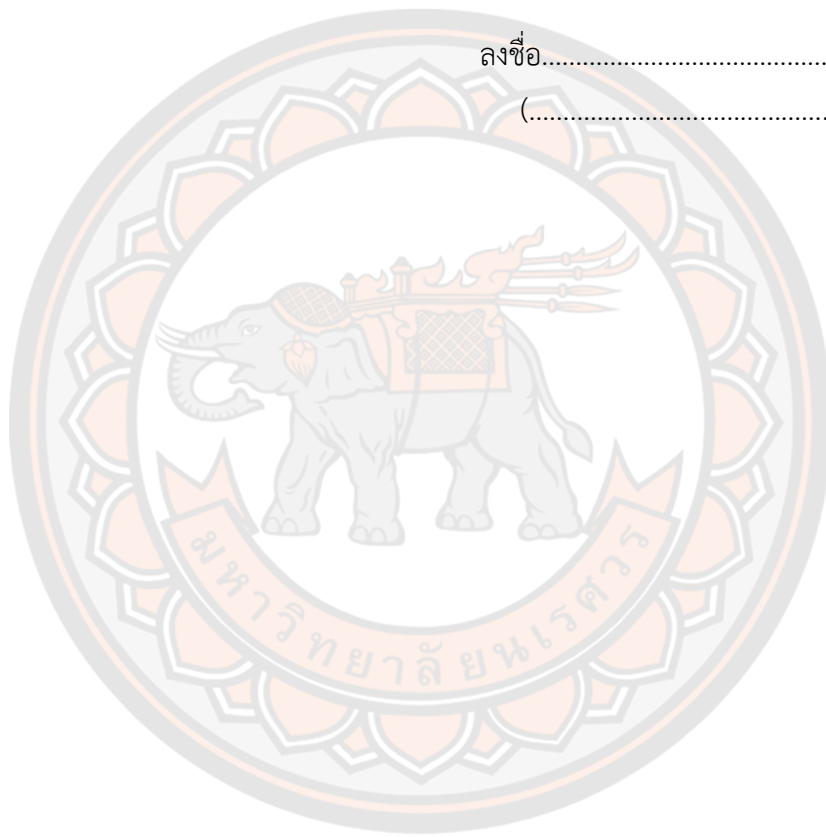
.....

.....

4.2 จุดที่ควรพัฒนา

.....
.....
4.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้สะท้อนผล
(.....)



แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย

แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี
รายวิชาเคมี 2 (ว30222) เรื่อง สารละลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....คะแนน.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบย่อย ได้แก่
 - 1.1 ความรู้ทางเคมี ได้แก่ ความรู้ทางเคมีในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน และแนวคิดหลักทางเคมี
 - 1.2 บริบททางเคมี ได้แก่ บริบทชีวิตประจำวัน บริบทกระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม และบริบทการเลือกบริโภคสินค้าและเทคโนโลยี
 - 1.3 ทักษะการคิดขั้นสูง ได้แก่ ทักษะการสืบเสาะ และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
 - 1.4 เจตคติต่อเคมี ได้แก่ ความเป็นกลาง และมีความสนใจ
2. แบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี มีข้อสอบทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่
 - 2.1 แบบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก สำหรับวัดองค์ประกอบ ความรู้ทางเคมี และบริบททางเคมี
 - 2.2 แบบชนิดเขียนตอบปลายเปิด สำหรับวัดองค์ประกอบ ทักษะการคิดขั้นสูง
 - 2.3 แบบมาตราวัดประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) สำหรับวัดองค์ประกอบ เจตคติต่อเคมี
3. แบบวัดความฉลาดรู้ฉบับนี้ใช้เวลาในการสอบ 50 นาที
4. ให้นักเรียนทำข้อสอบลงในตัวข้อสอบฉบับนี้
 - 4.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
 - 4.2 แบบชนิดเขียนตอบปลายเปิด : ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกล่องข้อความที่กำหนดให้
 - 4.3 แบบมาตราวัดประมาณค่า 5 ระดับ : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน
5. ให้ใช้ปากกาในการทำข้อสอบเท่านั้น และนักเรียนสามารถทกลงในตัวข้อสอบฉบับนี้ได้

- เมื่อนักเรียนอ่านคำชี้แจงดีแล้ว ลงมือทำข้อสอบได้ -

สถานการณ์ที่ 1

ข่าว “พบช็อกโกแลตที่ขายในไทย อันตราย ห้ามกิน! พบสารตะกั่ว แคดเมียม”



ภาพที่ 1 ช็อกโกแลตที่ขายในไทย มีสารตะกั่ว และแคดเมียม อันตราย ห้ามกิน
ที่มาภาพ : https://sure.oryor.com/index.php/detail/media_specify/706

จากที่มีการแชร์ข่าว “พบช็อกโกแลตที่ขายในไทย อันตราย ห้ามกิน พบสารตะกั่ว แคดเมียม” สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ออย.เช็ก ชัวร์ แชร์ มีคำตอบให้โดยระบุว่า “ผลการสุ่มตรวจของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) พบว่า ผลิตภัณฑ์ช็อกโกแลตตามที่เป็นข่าว มีปริมาณตะกั่วที่พบน้อยกว่า 0.03-0.05 ppm ซึ่งไม่เกินค่ากำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 83 พ.ศ. 2527” โดยค่าที่กำหนดคือ 1 ppm (1 mg/kg) ส่วนการสุ่มตรวจปริมาณแคดเมียมที่พบน้อยกว่า 0.03-0.14 ppm ซึ่งตามมาตรฐานสากลโคเด็กซ์ ยังอยู่ระหว่างการพิจารณากำหนดค่าแคดเมียมในช็อกโกแลตรวมถึงประเทศไทย ด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณแคดเมียมที่ตรวจพบในช็อกโกแลต ต้องไม่เกิน 0.3-0.8 มิลลิกรัมต่อช็อกโกแลต 1 กิโลกรัม ดังนั้นประชาชนอย่าตื่นตระหนกจนเกินไปว่ากินช็อกโกแลตแล้วจะเกิดอันตราย และจากภาพที่ 2 คือตัวอย่างช็อกโกแลตที่ถูกสุ่มตรวจ (ภาพนี้แสดงปริมาณสารปนเปื้อนในหน่วย mg/kg)

ยี่ห้อ A		ตะกั่ว 0.03 แคดเมียม 0.10
ยี่ห้อ B		ตะกั่ว 0.04 แคดเมียม 0.06
ยี่ห้อ C		ตะกั่ว <0.03 แคดเมียม 0.04

ภาพที่ 2 ผลการทดสอบแคดเมียมแคดเมียม ตะกั่ว
ที่มาภาพ : เฟสบุ๊คนิตยสารฉลาดซื้อ มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค



วันที่ 5 ตุลาคม 2560 รศ. ดร.เจษฎา เด่นดวงบริพันธ์ อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้โพสต์ผ่านเพจเฟซบุ๊ก อ้อ มันเป็นอย่างนี้เอง by อาจารย์เจษฎา ยืนยันว่า ช็อกโกแลตที่ขายในไทย ไม่ได้มีสารตะกั่ว-แคดเมียม เกินมาตรฐาน และการที่ขมดังกล่าวมีสารชนิดนี้ก็ถือเป็นเรื่องปกติอยู่แล้ว โดยมีเนื้อหาดังนี้



อ้อ มันเป็นอย่างนี้เอง by อาจารย์เจษฎา

5 ตุลาคม 2017 · 🌐

"ไม่ต้องตกใจ ... ช็อกโกแลตที่ขายในไทย ไม่ได้มีสารตะกั่ว/แคดเมียม เกินมาตรฐานนะครับ"

ภาพนี้คัดจากบทสั "ส้ม" ไม่ได้บอกว่าเนื้อหาในภาพมันผิด แต่ให้รู้ว่า "ไม่ต้องตกใจ" อะไรกับรูปนี้หรือข่าวเกี่ยวกับเรื่อง "พบสารตะกั่วแคดเมียม ในช็อกโกแลตเกือบทุกยี่ห้อ" นะ มันเป็นเรื่องปกติที่เจอกันทั่วโลก และก็ไม่ได้มีปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดแต่อย่างใดครับ !!

จริงๆ เรื่องนี้ไม่ใช่เรื่องใหม่ นะ เคยโพสต์ไปรอบนึงแล้ว

(<https://www.facebook.com/OhISeebyAj.../posts/283627905453603>) เพราะตอนนั้น เ็นจีโอไทย เอาข่าวเก่าเรื่องที่มี NGO ต่างประเทศตรวจช็อกโกแลต 17 ยี่ห้อตั้งในอเมริกา แล้วพบโลหะหนักอย่างตะกั่วกับแคดเมียม (โดยเฉพาะใน dark chocolate ที่เจอเยอะกว่าเพื่อน) เลยแตกตื่นกัน ทำเอาหลายคนไม่กล้ากินช็อกโกแลต ... ซึ่งความจริงแล้ว ค่าปริมาณสารโลหะที่ตรวจพบนั้น มีค่า "ต่ำกว่า" เกณฑ์กำหนดของ FDA ประเทศสหรัฐอเมริกา !! แต่โดนเอามายขยายให้เป็นข่าว ด้วยการเอาไปเทียบกับเกณฑ์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งมีเกณฑ์โหดมากกว่าของคนอื่นเค้า

การที่มีสารโลหะหนักพวกนี้ ปนอยู่เล็กน้อยในช็อกโกแลตนั้น เป็นเรื่องที่พบได้อย่างไม่น่าแปลกใจนัก และหลีกเลี่ยงได้ยากเพราะมันจะปนอยู่ในดินและสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ในบริเวณที่ปลูกต้นโกโก้ ซึ่งเป็นวัฏธูปที่ใช้ทำช็อกโกแลต (ดังนั้น จึงเป็นคาร์กช็อกโกแลต ซึ่งมี %โกโก้แมส สูง ก็ยังมีโอกาสเจอมากกว่าช็อกโกแลตนม) ไม่ต่างอะไรกับอาหารอีกหลายชนิด (ยกตัวอย่างเช่น เรื่องที่ข่าว โดนโจมตีว่ามีสารหนู) ... ขณะที่ทางเหล่าบริษัทผู้ผลิต ก็ยืนยันว่า มันไม่ได้มาจากกระบวนการผลิต หรือจากหีบห่อ แต่อย่างไร

ที่มา : <https://www.facebook.com/OhISeebyAjarnJess/posts/302757990207261>

คำถามจากสถานการณ์ที่ 1

คำสั่ง : ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

- จากบทความข้างต้น จากการที่มีการสุ่มตรวจสอบปนเปื้อนในช็อกโกแลต แล้วพบว่า "มีสารตะกั่วและแคดเมียมปนเปื้อนในช็อกโกแลตหลายยี่ห้อ"

ในประโยคข้างต้น สารในข้อใดทำหน้าที่เป็นตัวละลาย (ความรู้ทางเคมี-ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน)

- ตะกั่ว
- แคดเมียม
- ช็อกโกแลต
- ตะกั่วและแคดเมียม

- หากนักเรียนเป็นผู้บริโภคจะเลือกรับประทานช็อกโกแลตตามวิจารณ์ญาณของบุคคลในข้อใด จึงจะปลอดภัยต่อสุขภาพที่สุด (บริบททางเคมี-การเลือกซื้อสินค้า)

- นางพุดตาล เลือกับประทานเฉพาะยี่ห้อ A เพราะค่าของตะกั่วไม่เกินมาตรฐาน
- นางการะเกด เลือกับประทานเฉพาะยี่ห้อ C เพราะทั้งค่าของตะกั่วและแคดเมียมไม่เกินมาตรฐาน
- นายริท เลือกับประทานยี่ห้อ B และ C เพราะทั้งค่าของตะกั่วและแคดเมียมไม่เกินมาตรฐาน
- นายเรือง ไม่เลือกรับประทานยี่ห้อใดเลย เพราะมีตะกั่วและแคดเมียมทุกยี่ห้อ



3. จากบทความดังกล่าว มีการยืนยันว่าช็อกโกแลตไม่ได้เกิดการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียม จากทีบห่อหรือกระบวนการผลิตขั้นตอนใดทั้งสิ้น แต่เพราะเหตุใดจึงเกิดการปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียม ?
 ดังนั้น ให้นักเรียนสืบค้นหาข้อเท็จจริงของการปนเปื้อนจากสถานการณ์และข้อมูลข้างต้น เพื่ออธิบายว่า “การปนเปื้อนตะกั่วและแคดเมียมในช็อกโกแลตเกิดขึ้นได้อย่างไร” จงอธิบาย (ทักษะการสืบเสาะ)

คำตอบ

(แนวคำตอบ : แคดเมียมและตะกั่วในช็อกโกแลตนั้น ส่วนใหญ่มาจากแหล่งปลูกโกโก้ ซึ่งเป็นการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม (ข้อมูลนี้จะแทรกอยู่ในบทความ) โลหะหนักทั้งสองเมื่อเข้าไปปนอยู่ในน้ำและในดินหากมีปริมาณสูง การปลูกพืชบริเวณ)

4. หากนักเรียนพบว่าเพื่อนแชร์ข่าว “พบช็อกโกแลตที่ขายในไทย อันตราย ห้ามกิน พบสารตะกั่ว แคดเมียม” โดยที่เพื่อนยังไม่ได้ตรวจสอบเนื้อหาข่าว และเกิดความตื่นตระหนกจากหัวข้อข่าว
 “นักเรียนจะมีวิธีการอธิบายเพื่อนที่แชร์ข่าวนั้นอย่างไร เพื่อให้เพื่อนเข้าใจในเนื้อหาข่าวและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด” โดยใช้ข้อมูลจากบทความเพื่ออ้างอิง (ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ)

คำตอบ

(แนวคำตอบ : อธิบายว่า ข่าวนี้ช่วยให้เราได้ระมัดระวังในการเลือกซื้อช็อกโกแลต และตระหนักถึงการรับประทานช็อกโกแลตว่าควรบริโภคในปริมาณน้อย ไม่ใช่เป็นการห้ามรับประทาน และจากข่าวปริมาณสารปนเปื้อนไม่เกินค่ามาตรฐาน คือตะกั่วไม่เกิน 1 ppm และ แคดเมียมไม่เกิน 0.3-0.8 ppm รวมทั้งข่าวนี้ยังมี อย. และ อ.เจษฎา อาจารย์ประจำภาควิชาชีววิทยาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองความปลอดภัยของข่าวนี้

5. จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมินเจตคติทางเคมี	ระดับความคิดเห็น				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
ความสนใจ					
1. นักเรียนมีความสนใจที่จะทราบว่า ตะกั่วและแคดเมียมในช็อกโกแลตเกิดการปนเปื้อนได้อย่างไร					
2. นักเรียนมีความต้องการที่จะศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทความนี้ให้มากยิ่งขึ้น					
ความเป็นกลาง					
3. นักเรียนคิดว่าบทความข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมีและชีวิตประจำวันของนักเรียน					
4. นักเรียนคิดว่าบทความนี้มีความเข้าใจได้ง่ายจนเกินไป ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					

Cocoa

สถานการณ์ที่ 2

“ออกซิเจนในน้ำทะเล (Oxygen in Seawater)”

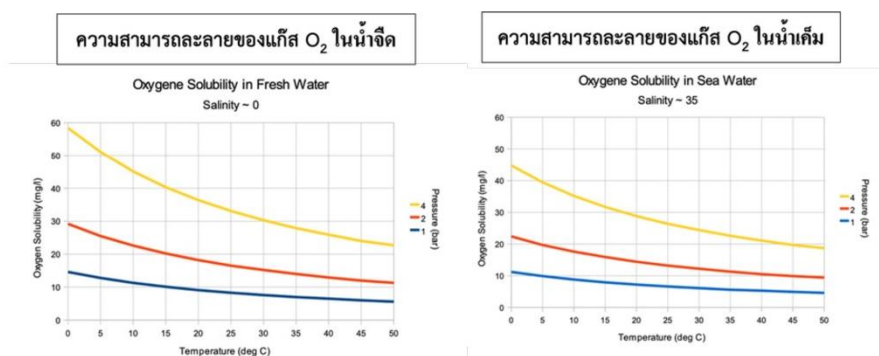


ออกซิเจนในน้ำทะเล มีความสำคัญต่อสัตว์ทะเลตั้งแต่สัตว์ทะเลน้ำลึกไปจนถึงปลาทั่วไปที่อาศัยอยู่ในแนวปะการัง สัตว์น้ำเกือบทุกชนิดอาศัยออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพื่อดำรงชีวิต รวมทั้งมนุษย์ได้ใช้ประโยชน์จากท้องทะเลอย่างมหาศาล แต่ในปัจจุบันเราปฏิเสธไม่ได้ว่าระบบนิเวศทางทะเลกำลังถูกรบกวนอย่างหนัก ส่งผลให้เกิดภาวะที่เรียกว่า “ภาวะน้ำทะเลขาดออกซิเจน (Deoxygenating)”

การเกิดภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นับเป็นสาเหตุหลักที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล ทำให้เกิดภาวะน้ำทะเลขาดออกซิเจน เมื่ออากาศร้อนขึ้น ทำให้น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้น อัตราเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตก็เพิ่มขึ้นด้วย ทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นต้องการใช้ออกซิเจนมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันผลกระทบจากภาวะน้ำทะเลขาดออกซิเจนได้แผ่ขยายกว้างขึ้น ส่งผลการอพยพของสัตว์ทะเลบางชนิดจะเปลี่ยนแปลงไป สัตว์บางชนิดจะล่าเหยื่อไม่ได้เนื่องจากไม่สามารถว่ายน้ำหรือดำลงไปหาเหยื่อในบริเวณที่ออกซิเจนต่ำ ทำให้พวกมันขาดอาหารและเสียชีวิต ซึ่งจะนำไปสู่การสูญพันธุ์ได้ในที่สุด

แล้วเราควรทำอย่างไรเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำทะเล ? สิ่งที่เราควรทำเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำทะเลอย่างรวดเร็วที่สุด นั่นคือ ลดการทิ้งขยะลงสู่แม่น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร เศษพืชผัก รวมถึงน้ำทิ้งจากการซักล้าง ลงในแหล่งน้ำ เพราะเป็นการเพิ่มสารอาหารจำนวนมากลงไปในแหล่งน้ำส่งผลให้เกิดกระบวนการย่อยสลายเพิ่มมากขึ้นและมีการใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายนี้มากขึ้นเช่นกัน อีกและอีกวิธีการหนึ่ง ถึงแม้ว่าจะเป็นการแก้ปัญหาก็ที่ดูง่ายและไกลตัวมาก แต่กลับเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่เราทุกคนสามารถช่วยกันได้ นั่นคือ การลดภัยคุกคามจากภาวะโลกร้อน ที่เป็นสาเหตุหลักของการลดปริมาณออกซิเจนในมหาสมุทร หากเราไม่ร่วมด้วยช่วยกันลดภาวะโลกร้อนในตอนนี้ เราอาจจะต้องเผชิญกับภาวะออกซิเจนลดต่ำลงในบรรยากาศ ในบ้านของเรา เหมือนที่เหล่าสัตว์ทะเลกำลังเผชิญอยู่ก็เป็นได้

ข้อมูลเพิ่มเติม : กราฟความสามารถในการละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำจืดและน้ำเค็ม



ภาพที่ 3 ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำจืดและน้ำเค็ม

ที่มาภาพ : https://www.engineeringtoolbox.com/oxygen-solubility-water-d_841.html

ผู้เรียบเรียง นริศรา บริกุล นักวิชาการ กองการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สำนักพัฒนาความตระหนักด้านวิทยาศาสตร์

ที่มาบทความ : <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/6294>

คำถามจากสถานการณ์ที่ 2

คำสั่ง : ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด



1. จากบทความ “ออกซิเจนในน้ำทะเล” เป็นตัวอย่างของสารละลายชนิดใดต่อไปนี้

(ความรู้ทางเคมี-แนวคิดหลักทางเคมี)

- ก. ตัวละลายเป็นของแข็ง ที่ละลายในตัวทำละลายของเหลว
- ข. **ตัวละลายเป็นแก๊ส ที่ละลายในตัวทำละลายของเหลว**
- ค. ตัวละลายเป็นของแข็ง ที่ละลายในตัวทำละลายของของแข็ง
- ง. ตัวละลายเป็นของแก๊ส ที่ละลายในตัวทำละลายของแก๊ส

2. สถานการณ์ในชีวิตประจำวันในข้อใด ที่มีความคล้ายคลึงกับบทความข้างต้น

(ความรู้ทางเคมี-ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน)

- ก. แอลกอฮอล์เช็ดแผล
- ข. **คาร์บอนไดออกไซด์น้ำ**
- ค. เกลลี่ที่ละลายในน้ำ
- ง. น้ำตาลในชา

3. จากกราฟข้างต้น นักเรียนจงศึกษาข้อมูลเพื่อใช้อธิบายว่าตัวแปรใดบ้างที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการละลายของออกซิเจน (O_2) ในน้ำทะเล และตัวแปรนั้นส่งผลอย่างไรต่อความสามารถการละลายของออกซิเจน (O_2) ในน้ำจืดและน้ำเค็ม (ทักษะการสืบเสาะ)

คำตอบ

(แนวคำตอบ : จากกราฟพบว่า ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการละลายแก๊สออกซิเจนในน้ำเค็ม คือ อุณหภูมิและความดัน โดยถ้าอุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น แก๊สออกซิเจนจะยิ่งละลายได้น้อยลง)

4. จากประโยคที่ว่า “ภาวะโลกร้อนเป็นสาเหตุหลักของการลดปริมาณออกซิเจนในมหาสมุทร” ในการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียน การกระทำของนักเรียนคนใดมีส่วนช่วยในการลดภาวะโลกร้อนได้ดีที่สุด (บริบททางเคมี-ชีวิตประจำวัน)

- ก. **นุ่งชุด จะช่วยลดการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ไม่ทิ้งขยะหรือน้ำเสียลงในแหล่งน้ำ**
- ข. แอ๊ป จะช่วยปิดไฟเมื่อไม่ใช้แล้วเพื่อประหยัดไฟ และลดโลกร้อน
- ค. ต่อ จะใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกเพื่อลดขยะพลาสติก
- ง. เจเจ เลือกใช้รถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงาน

5. “กังหันน้ำชัยพัฒนา” คือ เครื่องกลเติมอากาศแบบพุนลอยหมุนช้าสำหรับบำบัดน้ำเสีย ซึ่งในหลวง ร.9 ทรงมีพระราชดำริขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสียและใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำตามสถานที่ต่าง ๆ ทั่วทุกภูมิภาค โดยมีหลักการเติม O_2 ในน้ำคือเมื่อมอเตอร์หมุน ของน้ำจะตักน้ำเสียขึ้นมาสัมผัสกับอากาศที่มี O_2 แล้วปล่อยเป็นฝอยลงมาเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศ จากหลักการของกังหันน้ำ

นักเรียนคนใดเลือกใช้หน่วยตรวจสอบปริมาณออกซิเจนในน้ำได้ถูกต้อง
(บริบททางเคมี-กระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม)



ที่มา : <https://www.nsm.or.th/nsm/tn/node/6313>

- ก. นักเรียน A เลือกใช้ค่า DO
- ข. นักเรียน B เลือกใช้ค่า BOD
- ค. นักเรียน C เลือกใช้ค่า COD
- ง. นักเรียน D เลือกใช้ค่า TDS

คำถามจากสถานการณ์ที่ 2



6. จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมินเจตคติต่อเคมี	ระดับความคิดเห็น				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
ความสนใจ					
1. นักเรียนมีความสนใจที่จะทราบว่า ภาวะโลกร้อนส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลอย่างไร					
2. นักเรียนมีความต้องการที่จะศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทความนี้ให้มากยิ่งขึ้น					
ความเป็นกลาง					
3. นักเรียนคิดว่าบทความข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมี และชีวิตประจำวันของนักเรียน					
4. นักเรียนคิดว่าบทความนี้มีความเข้าใจได้ง่ายจนเกินไป ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					



สถานการณ์ที่ 3

“ปริมาณสารสัมพันธ์ของสูตรไอศกรีม”

เคยสงสัยไหมว่าทำไมไอศกรีมที่เราทำเองแบบโฮมเมดที่บ้าน ทำไม่ถึงแข็งโป๊กกกก แต่ไอศกรีมตามร้านต่างๆ พวกร้านเจลาโตที่ประเทศอิตาลี ทำไมเขาดูตักง่าย (เนียนเนียนน) แล้วก็ไม่ได้หวานแหลมมาก ?

ทั้งหมดมันคือเรื่องสัดส่วนของชนิดน้ำตาลที่ใช้ในสูตร สมมติเริ่มจากสูตรไอศกรีมที่ใช้น้ำตาลทรายล้วนๆ 100% ถ้าเราใส่กลูโคสลงไปบางส่วน เช่น 90:10 ไอศกรีมที่ได้หลังจากแช่แข็งเรียบร้อยแล้วจะอ่อนนุ่มลง และมีความหวานลดลง ! นี่คือนิยามของกลูโคสที่ทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมลดลงต่ำกว่าการใช้น้ำตาลทรายซูโครสเพียงอย่างเดียว จุดเยือกแข็งของไอศกรีมที่ใช้น้ำตาลทรายแต่ใส่ซูโครสเพียงอย่างเดียวจะต่ำกว่าการใช้น้ำตาลทรายซูโครสเพียงอย่างเดียว แต่ใส่ซูโครสที่ได้นั้นจะมีความหวานลดลงนั่นเอง (ตักง่ายขึ้น)

จึงมีคำถามต่อไปว่า แล้วทำไมไอศกรีมมีความหวานลดลง ? ก็เพราะว่าถ้าเทียบน้ำตาลทรายซูโครสและน้ำตาลกลูโคสในปริมาณที่เท่ากัน ซูโครสจะให้ความหวานมากกว่ากลูโคส relative sweetness index ของกลูโคสมีค่าแค่ 74 แต่น้ำตาลทรายซูโครสมีค่า 100 ค่าตัวเลขนี้มาจากการทดลองโดยการชิมที่ว่าเขาต้องละลายกลูโคสปริมาณมากกว่าน้ำตาลซูโครสถึงจะได้มีความหวานที่ระดับเท่ากัน

ดังนั้นการปรับสัดส่วนการทำไอศกรีม น้ำตาลซูโครส : กลูโคส จึงเป็นเรื่องเฉพาะของร้านไอศกรีมแต่ละร้าน บางทีก็ 9:1 หรือ 8:2 หากสงสัยว่าถ้าใช้น้ำตาลกลูโคสล้วนๆ เลยในสูตรไอศกรีม ไอศกรีมก็จะอ่อนปวกเปียกมากเกินไป และหวานน้อย แต่ถ้าใช้น้ำตาลทรายซูโครสล้วนๆ เราก็จะเจอปัญหาเหมือนที่เราทำไอศกรีมกินเองที่บ้านก็คือหวานแหลมเลย แล้วก็ตักยากมาก

ข้อมูลน้ำหนักโมเลกุลของสารที่เกี่ยวข้องกับบทความ

ซูโครส MW = 342 g/mol ส่วนกลูโคส MW = 180 g/mol และเกลือโซเดียมคลอไรด์ MW = 58.44 g/mol

ที่มาบทความ : [TUCK the CHEF - เชฟทักซ์](#)

คำถามจากสถานการณ์ที่ 3

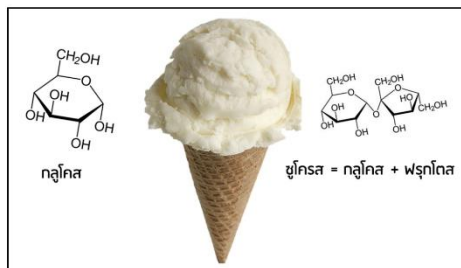
1. ข้อใดคือหลักการที่ใช้อธิบายว่า “การเติมน้ำตาลกลูโคสแล้วทำให้จุดเยือกแข็งของไอศกรีมลดลงมากกว่าการใช้น้ำตาลซูโครส” (ความรู้ทางเคมี-แนวคิดหลักทางเคมี)

ก. ปริมาณสารสัมพันธ์

ข. สมบัติคอลลิเกทีฟ

ค. มวลโมเลกุลของสาร

ง. ชนิดของน้ำตาล



ภาพที่ 4 : ปริมาณสารสัมพันธ์ของสูตรไอศกรีม
ที่มาภาพ :

<https://www.facebook.com/FOODSCIENCEbyCHEFTUCK/photos/a.10602978775378/48135631024272/?type=3>



2. ข้อใดไม่ใช่การนำเอาความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารละลายข้างต้นไปใช้ประโยชน์

(บริบททางเคมี-ชีวิตประจำวัน)

- ก. คัลเลน เดิมเกล็ดลงในถังไอศกรีม
- ข. จิมมี ใช้เกลือโรยกำจัดหิมะ
- ค. โอปอล์ เดิมเกลือลงในไอศกรีมเพื่อให้มีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น
- ง. อลินอลัน นำเกลือใส่ถ้วยไปวางในตู้เย็นพร้อมไอศกรีมรสมะนาว

3. การเติมน้ำตาลกลูโคสลงในไอศกรีมแล้วจุดเยือกแข็งลดลง จะคล้ายกับการเติมเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) ลงไปในน้ำแข็งเพื่อทำไอศกรีมโบราณ โดยใช้หลักการ “ยิ่งจำนวนโมเลกุลที่เติมลงไปมาก จุดเยือกแข็งยิ่งลดลงมาก”

ถ้าหากลองเติมน้ำตาลกลูโคส ซูโครส และเกล็ดลงในน้ำในปริมาณที่เท่ากัน สารใดจะสามารถลดจุดเยือกแข็งของน้ำได้มากที่สุด (ความรู้ทางเคมี-แนวคิดหลักทางเคมี)

- ก. น้ำตาลกลูโคส
- ข. น้ำตาลซูโครส
- ค. เกล็ด
- ง. ทั้งน้ำตาลกลูโคสและซูโครส

4. “ไอติมหลอด ไอติมเขย่า หรือไอติมแท่ง ฯลฯ ไอติมโบราณ เก่าแก่แล้วแต่จะเรียกขาน” สีสันน่ากิน ไอติมหลอดในสมัยปัจจุบันอาจหาทานได้ยากมากขึ้น เราจะเจอได้ตามงานวัด หน้าเทศกาล งานประจำปีเท่านั้น

โดยมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากอะไร เริ่มจากเตรียมน้ำหวานโคล่า น้ำเชียว น้ำแดงตามชอบ เทลงแม่พิมพ์ไอติมหลอด หมุนไปหมุนมาหรือจะเขย่าไม่ว่ากัน พอไอติมเริ่มแข็งตัวก็เสียบไม้เพื่อทำตามจับไอติมลงไป หมุนไปมาเรื่อยๆ ใช้ความเย็นจากน้ำแข็งและเกล็ดที่อยู่ข้างล่างถึง สักพักไอติมแข็งตัวหยิบแจกจ่ายลูกค้าที่มารอคิว ได้ลิ้มลองรสต่อไป



ที่มา : https://youtu.be/NebPAdB8pzc?si=Mj_r9Min8Qwy5J5

จากสถานการณ์ข้างต้น ทำไมการใส่เกลือในถังจึงทำให้ไอติมแข็งตัวได้ข้อใดอธิบายโดยใช้หลักการทางเคมีได้ถูกต้อง (บริบททางเคมี-กระบวนการทางสังคมและวัฒนธรรม)

- ก. เพราะเกลือทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำลดต่ำลง
- ข. เพราะเกลือละลายน้ำได้ดี
- ค. เพราะเกลือไปเพิ่มจุดเยือกแข็งของน้ำ
- ง. เพราะเกลือแตกตัวเป็นไอออนได้ดี



คำถามจากสถานการณ์ที่ 3



5. จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมินเจตคติต่อเคมี	ระดับความคิดเห็น				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
ความสนใจ					
1. นักเรียนมีความสนใจที่จะทราบถึง สัดส่วนของ ชนิดน้ำตาลที่ใช้ในสูตรไอศกรีม					
2. นักเรียนมีความต้องการที่จะศึกษาหาข้อมูล เพิ่มเติมเกี่ยวกับทศวรรษนี้ให้มากยิ่งขึ้น					
ความเป็นกลาง					
3. นักเรียนคิดว่าบทความข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับ เนื้อหาทางเคมี และชีวิตประจำวันของนักเรียน					
4. นักเรียนคิดว่าบทความนี้มีความเข้าใจได้ยากจนเกินไป ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					



สถานการณ์ที่ 4




“การเตรียมสารละลายในห้องปฏิบัติการเคมี”

หากนักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำการเตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เข้มข้น 0.1 mol/L

ปริมาตร 100 ml โดยมีขั้นตอนทั้งหมด A-J ดังนี้

หมายเหตุ : ตัวอักษร A-J ยังไม่ใช้การเรียงลำดับขั้นตอนการเตรียมสารละลายแต่อย่างใด

<p><u>A</u> เทสารละลายลงในขวดกำหนดปริมาตร</p> <p><u>B</u> เติมน้ำกลั่นจนระดับสารละลายต่ำกว่าขีดบอกระดับเล็กน้อย</p> <p><u>C</u> เทใส่ภาชนะเก็บสารและติดฉลาก</p> <p><u>D</u> เติมน้ำกลั่นทีละน้อยจนถึงขีดบอกระดับ</p> <p><u>E</u> ชะบิกเกอร์และแห้งแก้วคนด้วยน้ำกลั่น</p> <p><u>F</u> ละลายสารตัวอย่างในบิกเกอร์และตั้งทิ้งไว้จนสารละลายมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง</p> <p><u>G</u> ชั่งสารให้ได้มวลตามที่ต้องการ</p> <p><u>H</u> ปิดจุกขวด แล้วกลับขวดขึ้นลงให้สารละลายผสมกัน</p> <p><u>I</u> หนูนวนขวดกำหนดปริมาตรเพื่อให้สารละลายผสมกัน</p> <p><u>J</u> คำนวณหาปริมาณตัวละลายเป็นกรัม</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>SODIUM CHLORIDE</p> <p>NaCl M.W. : 58.44 CAS : 7647-14-5 UN No. : NA Class / PG : NA</p> </div>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>ฉลากสารโซเดียมคลอไรด์</p> </div>
---	---

คำถามจากสถานการณ์ที่ 4

- จงเรียงลำดับขั้นตอนการเตรียมสารละลายให้ถูกต้อง (ความรู้ทางเคมี-แนวคิดหลักทางเคมี)
 - J-G-E-F-B-A-D-I-H-C
 - G-J-F-E-B-A-D-I-H-C
 - J-G-F-E-A-B-I-D-H-C**
 - G-J-E-F-B-A-I-D-H-C
- จากบทความหากต้องการเตรียมสารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต โดยมีร้านค้า A และ B ขยายสารที่ต้องการ ดังภาพ หากนักเรียนต้องเลือกซื้อสารมาเตรียมสารละลายจะเลือกซื้อสารจากร้านค้าใด เพราะเหตุใด (ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ)

คำตอบ

(แนวคำตอบ : ร้านค้า B : เนื่องจาก ฉลากบอกข้อมูลของสารครบถ้วน ทั้งสูตรโมเลกุล มวลโมเลกุล และสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย)



ร้าน A

ร้าน B

3. การดื่มกาแฟแล้วทำให้บางคนมีอาการใจสั่น นั้นเป็นเพราะในกาแฟมีสารที่ชื่อว่า “คาเฟอีน” เนื่องจากคาเฟอีนเป็นสารกระตุ้นที่ทำให้สมองตื่นตัว ร่างกายกระตุ้นกระฉับกระเฉง เป็นสารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งอยู่ในกลุ่มของสารประกอบที่เรียกว่าเมทิลแซนโทน พบได้ในพืชกว่า 60 ชนิดทั่วโลกรวมทั้งเมล็ดกาแฟ คาเฟอีนมีผลทั้งเชิงบวกและเชิงลบ ซึ่งประโยชน์หลักๆ ของคาเฟอีนจะเป็นตัวช่วยสำคัญในการลดความเหนื่อยล้า การตื่นตัว แต่อย่างไรก็ตามอาจมีผลข้างเคียงที่เป็นลบสำหรับบางคนได้ เนื่องจากคาเฟอีนส่งผลกระทบต่อทุกคนต่างกัน บางคนตอบสนองเร็ว บางคนตอบสนองช้า บางคนตอบสนองมาก บางคนตอบสนองน้อย การตอบสนองต่อคาเฟอีนของแต่ละคน ประกอบกับปริมาณคาเฟอีนในกาแฟหรือเครื่องดื่มแก้วนั้นๆ ด้วย ในบางคนอาจไวต่อคาเฟอีนมากกว่าคนทั่วไป

นายโอ๊ด ผู้ที่ชอบรับประทานกาแฟ แต่รู้สึกหัวใจสั่นเลยทำการใส่น้ำเพิ่มเข้าไปในกาแฟก่อนดื่ม เพื่อต้องการลดปริมาณคาเฟอีน นายโอ๊ดทำถูกต้องหรือไม่เกี่ยวกับวิธีการลดปริมาณคาเฟอีน (ความรู้ทางเคมี-ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน)

- ก. ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำเพิ่มทำให้ปริมาณคาเฟอีนลดลงได้ เนื่องจากน้ำไปเจือจางปริมาณคาเฟอีน
- ข. ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำเป็นการเจือจางสารละลายอย่างหนึ่ง
- ค. ไม่ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำลงไปทำให้ปริมาณสารละลายเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณคาเฟอีนยังคงเท่าเดิม**
- ง. ไม่ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำเป็นเพียงการเพิ่มปริมาณน้ำเท่านั้น

4. จากข้อมูลเรื่องคาเฟอีน ในข้อที่ 3 หากเพื่อนของนักเรียนต้องการคาเฟอีน

นักเรียนควรแนะนำให้เพื่อนเลือกบริโภคตามบุคคลในข้อใดจึงจะได้รับปริมาณคาเฟอีนที่เหมาะสมที่สุดกับช่วงอายุของวัยรุ่น (บริบททางเคมี-การเลือกบริโภคสินค้า)

- ก. นายเพชร รับประทานดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง 2 ขวด/วัน
- ข. นายพี รับประทานชาเขียวเย็น 1 แก้ว/วัน**
- ค. นายพล รับประทานเอสเปรสโซ่ 2 แก้ว/วัน
- ง. นายพัค รับประทานชานมไข่มุก 1 แก้ว/วัน



ข้อมูลเพิ่มเติม การเปรียบเทียบระดับคาเฟอีนในแต่ละเครื่องดื่ม จาก Infographic Thailand

คำถามจากสถานการณ์ที่ 4



5. จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมินเจตคติต่อเคมี	ระดับความคิดเห็น				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
ความสนใจ					
1. นักเรียนมีความสนใจที่จะทราบว่า ขั้นตอนการเตรียมสารละลายให้ถูกต้องเป็นเช่นไร					
2. นักเรียนมีความต้องการที่จะศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทความนี้ให้มากยิ่งขึ้น					
ความเป็นกลาง					
3. นักเรียนคิดว่าบทความข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมี และชีวิตประจำวันของนักเรียน					
4. นักเรียนคิดว่าบทความนี้มีความเข้าใจได้ยากจนเกินไป ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					



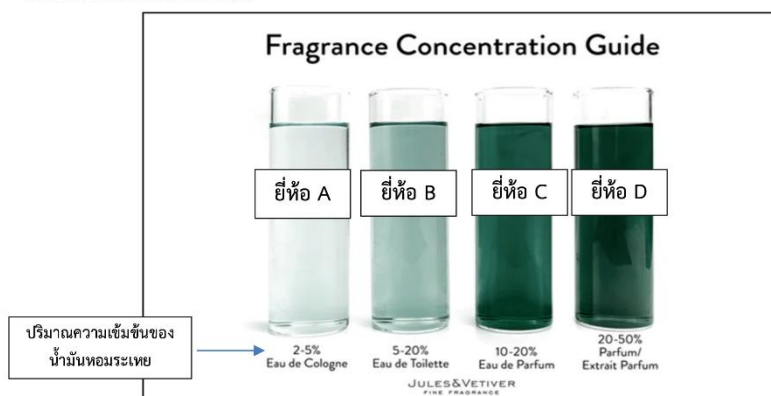
สถานการณ์ที่ 5

“เคมีของน้ำหอม”

มนุษย์รู้จักวิธีการขโลมร่างกายด้วยกลิ่นหอมมากกว่าพันปีแล้ว โดยผู้คิดค้นน้ำหอมรายแรกของโลกเป็นหญิงผู้ดูแลในพระราชวังในยุคบาบิโลนเมโสโปเตเมียหรือราว 1,200 ปีก่อนคริสตกาล และจากจุดเริ่มต้นของประวัติศาสตร์ที่ถูกบันทึกไว้นั้น เคยสงสัยหรือไม่ว่ามีอะไรที่อยู่เบื้องหลังความน่าสนใจของของเหลวใสซึ่งบรรจุอยู่ในขวดแก้วรูปทรงต่างๆ ที่นักเคมีจำนวนมากต่างคิดค้นเพื่อให้ได้กลิ่นที่ต้องการ

น้ำหอม (Perfume) เป็นสารละลายที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย สารประกอบที่ให้กลิ่นหอม แอลกอฮอล์ และน้ำ โดยเอเวอรี กิลเบิร์ต นักจิตวิทยาด้านประสาทสัมผัสท่านหนึ่งซึ่งเป็นที่ปรึกษาในอุตสาหกรรมน้ำหอมกล่าวว่า กลิ่นจะต้องเป็นโมเลกุลขนาดเล็กที่เบาพอที่จะลอยอยู่ในอากาศได้ ทั้งนี้เซลล์ที่มีความสำคัญในการรับรู้กลิ่นก็คือ เซลล์ประสาทรับกลิ่นที่อยู่ภายในจมูก

ปัจจัยที่อาจส่งผลต่อกลิ่นของน้ำหอม คือเมื่อแสงแดดสะท้อนเข้ามา แสงแดดสามารถเปลี่ยนกลิ่นของน้ำหอมได้ และอากาศก็สามารถกักตร้อนกลิ่นหอมได้ด้วยปฏิกิริยาออกซิเดชันร่างกายของทุกคนจะตอบสนองต่อน้ำหอมแตกต่างกัน และยังมีปัจจัยกลิ่นตัวส่วนบุคคล และเคมีในร่างกาย (Body Chemistry) ของแต่ละบุคคลทำให้น้ำหอมให้กลิ่นเฉพาะตัวที่แตกต่างกันออกไป



ภาพที่ 5 ความเข้มข้นของน้ำหอม

ที่มาภาพ : <https://julesandvetiver.com/blogs/news/eau-de-what>

ที่มาบทความ : <https://www.scimath.org/article-chemistry/item/7851-2018-02-22-02-20-01>

โดย : พรรณพร กะตะจิตต์

คำถามจากสถานการณ์ที่ 5

1. จากภาพน้ำหอมทั้ง 4 ยี่ห้อ ถ้าหากนักเรียนต้องการซื้อน้ำหอมให้กับเพื่อน แต่เพื่อนมีอาการแพ้แอลกอฮอล์ในน้ำหอมนักเรียนจะเลือกซื้อน้ำหอมยี่ห้อใด จึงจะปลอดภัยต่อเพื่อนมากที่สุด (บริบททางเคมี-การเลือกบริโภคสินค้า)

ก. ยี่ห้อ A

ข. ยี่ห้อ B

ค. ยี่ห้อ C

ง. ยี่ห้อ D

2. จากประโยคในบทความ “เมื่อแสงแดดสะท้อนเข้ามา แสงแดดสามารถเปลี่ยนกลิ่นของน้ำหอมได้” หากนักเรียนเป็นนักเคมีควรเลือกใช้บรรรณภัณฑ์แบบใดในการเก็บน้ำหอม (บริบททางเคมี-การเลือกบรรจุภัณฑ์)

- ก. ขวดแก้วสีใส ที่มีความหนาและปิดสนิท
- ข. ขวดแก้วสีชา ที่มีความหนาและปิดสนิท**
- ค. ขวดพลาสติกใส ที่ใช้สำหรับการเก็บสารเคมี
- ง. ขวดพลาสติกสีดำ ที่ปิดสนิท

3. จากบทความ หากต้องการฉีดน้ำหอมให้กลิ่นติดทนตลอดวันควรฉีดให้ถูกจุดเพื่อความติดทน ยกเว้นบริเวณใดที่ฉีดแล้วทำให้กลิ่นติดทนน้อยที่สุด (ความรู้ทางเคมี-ในวิทยาศาสตร์พื้นฐาน)

- ก. ข้อมือ
- ข. ขอกคอ
- ค. ข้อเท้า**
- ง. ข้อพับแขน

ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับใช้ตอบคำถามข้อที่ 4



ข่าวเกี่ยวกับ การปรุงน้ำหอมจากน้ำมันเปลือกมะนาวเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมะนาว
ขับเคลื่อน BCG Economy Model

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (อว.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) โดยนางศิริพันธ์ ทับทิมเทศ ผู้อำนวยการศูนย์เชี่ยวชาญนวัตกรรมผลิตภัณฑ์สมุนไพร (ศนส.) ดร.ชนิษฐา ชวนะนรเศรษฐ์ นักวิจัย ศนส. และทีมงานวิจัย ประสบผลสำเร็จในการปรุงน้ำหอมจากน้ำมันเปลือกมะนาวเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมะนาว ภายใต้กลิ่น Cool 3 ซึ่งห่างหุ้นส่วนจำกัด เลมอนโกลด์ (แอล.เอ็ม.จี) จังหวัดเพชรบุรี ผู้ประกอบการด้านการผลิตน้ำมะนาวแช่แข็งและน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกมะนาว ได้มอบโจทย์การผลิตให้ ศนส. วว. โดยให้มีองค์ประกอบหลักของน้ำหอมที่เป็นสัญลักษณ์ของจังหวัดเพชรบุรี 3 ประการ ได้แก่ 1) มะนาว 2) น้ำตาลโตนด และ 3) น้ำทะเล

น้ำหอมจากน้ำมันเปลือกมะนาวเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมะนาว ที่ วว. ปรุงสำเร็จนั้นมียังประกอบของสารสกัดขมิ้นชันและโพลีฟีนอลที่ช่วยทำให้กลิ่นน้ำหอมติดทนนานและมีความหอมซับซ้อน โพลีฟีนอลได้รับการยอมรับและถูกนำเสนอให้เป็นผลงานพัฒนาผลิตภัณฑ์ส่วนหนึ่งที่เติมเต็ม BCG Economy Model ซึ่งส่งผลให้ห่างหุ้นส่วนจำกัด เลมอนโกลด์ฯ ได้รับรางวัล Thailand TOP SME Awards 2022 จาก ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย (SME Bank) ในด้านสิ่งแวดล้อมในวันที่ 2 ธันวาคม 2565



ภาพผลิตภัณฑ์น้ำหอมจากน้ำมันเปลือกมะนาว

ที่มาข่าว : <https://www.mhesi.go.th/index.php/news/8302-bcg-economy-model.html>

คำถามจากสถานการณ์ที่ 5

4. จากข่าว “การปรุงน้ำหอมจากน้ำมันเปลือกมะนาวเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมะนาว” เนื่องจากที่เปลือกมะนาวมีน้ำมันหอมระเหยอยู่มาก

หากไม่ใช่เปลือกมะนาว นักเรียนจะใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติใดต่อไปในการสกัดน้ำหอมระเหยออกมาทำเป็นน้ำหอมได้ปริมาณมากที่สุด (บริบททางเคมี-ชีวิตประจำวัน)

ก. เปลือกส้ม

ข. ใบมะกรูด

ค. ตะไคร้

ง. ดอกมะลิ

5. จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมินเจตคติต่อเคมี	ระดับความคิดเห็น				
	5 มากที่สุด	4 มาก	3 ปาน กลาง	2 น้อย	1 น้อย ที่สุด
ความสนใจ					
1. นักเรียนมีความสนใจที่จะทราบว่า ในน้ำหอมมีส่วนผสมใดอยู่บ้าง					
2. นักเรียนมีความต้องการที่จะศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบทความนี้ให้มากยิ่งขึ้น					
ความเป็นกลาง					
3. นักเรียนคิดว่าบทความข้างต้นมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทางเคมี และชีวิตประจำวันของนักเรียน					
4. นักเรียนคิดว่าบทความนี้มีความเข้าใจได้ยากจนเกินไป ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้					

เกณฑ์การประเมินแบบวัดความฉลาดรู้ด้านเคมี เรื่อง สารละลาย

แนวทางการประเมิน		คะแนน
สถานการณ์ที่ 1 ชาว พบซ็อกโกแลตที่ขายในไทย อันตราย ห้ามกิน! พบสารตะกั่ว แคลเซียม		
ข้อที่ 1 (ความรู้ทางเคมี)	ก. ตะกั่ว ข. แคลเซียม ค. ซ็อกโกแลต ง. ตะกั่วและแคลเซียม	1
ข้อที่ 2 (บริบททางเคมี)	ก. นางพุดตาล เลือกรับประทานเฉพาะยี่ห้อ A เพราะค่าของ ตะกั่วไม่เกินมาตรฐาน ข. นางการะเกด เลือกรับประทานเฉพาะยี่ห้อ C เพราะทั้งค่าของ ตะกั่วและแคลเซียมไม่เกินมาตรฐาน ค. นายริท เลือกรับประทานยี่ห้อ B และ C เพราะทั้งค่าของ ตะกั่วและแคลเซียมไม่เกินมาตรฐาน ง. นายเรือง ไม่เลือกรับประทานยี่ห้อใดเลย เพราะมีตะกั่วและ แคลเซียมทุกยี่ห้อ	1
ข้อที่ 3 (ทักษะการคิด ขั้นสูง)	นักเรียนต้องอ่านข้อมูลที่ให้ไปและสามารถวิเคราะห์ได้ว่า “การ ปลุกและเก็บเกี่ยวมีบทบาทต่อคุณภาพของซ็อกโกแลต” (ข้อมูลนี้ จะแทรกอยู่ในบทความ) ดังนั้น การปนเปื้อนของตะกั่วและ แคลเซียมในซ็อกโกแลต เกิดจากการเพาะปลูก แนวคำตอบ เช่น	2
	- การปนเปื้อนจากแหล่งเพาะปลูกและเก็บเกี่ยวโกโก้ - การปนเปื้อนจากดินและน้ำที่ใช้ปลูก - การปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม	1
	ให้คำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือกว้างเกิน หรือไม่ตอบ	0
ข้อที่ 4 (ทักษะการคิด ขั้นสูง)	นักเรียนอธิบายเหตุผลโดยอ้างอิงข้อมูลจากบทความของ อย. โดย สามารถบอกเกณฑ์ปริมาณสารโลหะในทางเคมีอ้างอิงประกอบ คำตอบ แนวคำตอบ เช่น	2
- ชาวนี้ช่วยให้เราได้ระมัดระวังในการเลือกซื้อซ็อกโกแลต และตระหนักถึงการรับประทานซ็อกโกแลตว่าควร บริโภคในปริมาณน้อย ไม่ใช่เป็นการห้ามรับประทาน และจากข่าวปริมาณสารปนเปื้อนไม่เกินค่ามาตรฐาน คือ ตะกั่วไม่เกิน 1 ppm และ แคลเซียมไม่เกิน 0.3-0.8 ppm รวมทั้งชาวนี้ยังมี อย. และ อ.เจษฎา อาจารย์		

แนวทางการประเมิน		คะแนน
	ประจำภาควิชาชีววิทยาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รับรองความปลอดภัยของข่าวนี้	
	- ข่าวนี้มีการตรวจสอบจากสำนักงานคณะกรรมการ อาหารและยา (อย.) แล้ว	1
	- ให้คำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือกว้างเกิน หรือไม่ตอบ	0
ข้อที่ 5	<u>ข้อสอบวัดเจตคติ</u> - สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด” - สนใจ/เป็นกลาง “มาก” - สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อย” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด”	2 1.5 1 0.5 0
สถานการณ์ที่ 2 ออกซิเจนในน้ำทะเล (Oxygen in Seawater)		
ข้อที่ 1 (ความรู้ทางเคมี)	ก. ตัวละลายเป็นของแข็ง ที่ละลายในตัวทำละลายของเหลว ข. ตัวละลายเป็นแก๊ส ที่ละลายในตัวทำละลายของเหลว ค. ตัวละลายเป็นของแข็ง ที่ละลายในตัวทำละลายของแข็ง ง. ตัวละลายเป็นของแก๊ส ที่ละลายในตัวทำละลายของแก๊ส	1
ข้อที่ 2 (ความรู้ทางเคมี)	ก. แอลกอฮอล์เซตแผล ข. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ค. เกลือที่ละลายในน้ำ ง. น้ำตาลในชา	1
ข้อที่ 3 (ทักษะการคิด ขั้นสูง)	สามารถใช้ข้อมูลจากกราฟเปรียบเทียบความสามารถในการ ละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำจืดและน้ำเค็มได้ รวมทั้งอธิบายได้ ว่าอุณหภูมิและความดันส่ง ผลอย่างไรต่อการละลายของแก๊สออกซิเจน แนวคำตอบ เช่น - จากกราฟพบว่า ความสามารถในการละลายแก๊ส ออกซิเจนในน้ำเค็ม จะน้อยความสามารถในการละลายแก๊สออกซิเจนในน้ำ จืด โดยถ้าอุณหภูมิและความดันเพิ่มขึ้น แก๊สออกซิเจน จะยังละลายได้น้อยลง	2
	สามารถใช้ข้อมูลจากกราฟเปรียบเทียบความสามารถในการ ละลายของแก๊สออกซิเจนในน้ำจืดและน้ำเค็มได้ แต่ไม่สามารถ อธิบายได้ว่าอุณหภูมิและความดัน ส่งผลอย่างไรต่อการละลาย ของแก๊สออกซิเจน แนวคำตอบ เช่น	1

แนวทางการประเมิน		คะแนน
	- จากกราฟพบว่า ความสามารถในการละลายแก๊สออกซิเจนในน้ำเค็มจะน้อยความสามารถในการละลายแก๊สออกซิเจนในน้ำจืด	
	ให้คำตอบที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือกว้างเกิน หรือไม่ตอบ	0
ข้อที่ 4 (บริบททางเคมี)	ก. นนกุล จะช่วยลดการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ไม่ทิ้งขยะหรือน้ำเสียลงในแหล่งน้ำ ข. แอ๊ฟ จะช่วยปิดไฟเมื่อไม่ใช้แล้วเพื่อประหยัดไฟ และลดโลกร้อน ค. ต่อ จะใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติกเพื่อลดขยะพลาสติก ง. เจเจ เลือกใช้รถยนต์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อลดการใช้พลังงาน	1
ข้อที่ 5 (บริบททางเคมี)	ก. นักเรียน A เลือกใช้ค่า DO ข. นักเรียน B เลือกใช้ค่า BOD ค. นักเรียน C เลือกใช้ค่า COD ง. นักเรียน D เลือกใช้ค่า TDS	1
ข้อที่ 6	<u>ข้อสอบวัดเจตคติ</u> - สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด” - สนใจ/เป็นกลาง “มาก” - สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อย” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด” -	2 1.5 1 0.5 0
สถานการณ์ที่ 3 ปริมาณสารสัมพันธ์ของสูตรไอศกรีม		
ข้อที่ 1 (ความรู้ทางเคมี)	ก. ปริมาณสารสัมพันธ์ ข. สมบัติคอลลิเกทีฟ ค. มวลโมเลกุลของสาร ง. ชนิดของน้ำตาล	1
ข้อที่ 2 (บริบททางเคมี)	ก. คัลเลน เต็มเกล็ดลงในถังไอศกรีม ข. จิมมี่ ใช้เกลือโรยกำจัดหิมะ ค. โอปอล์ เต็มกลูโคสลงในไอศกรีมเพื่อให้มีเนื้อสัมผัสนุ่มขึ้น ง. อลินอลัน นำเกลือใส่ถ้วยไปวางในตู้เย็นพร้อมไอศกรีมรสมะนาว	1
ข้อที่ 3 (ความรู้ทางเคมี)	ก. น้ำตาลกลูโคส ข. น้ำตาลซูโครส ค. เกลือ	1

แนวทางการประเมิน		คะแนน
	ง. ทิ้งน้ำตาลกลูโคสและซูโครส	
ข้อที่ 4 (บริบททางเคมี)	<p>ก. เพราะเกลือทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำลดต่ำลง</p> <p>ข. เพราะเกลือละลายน้ำได้ดี</p> <p>ค. เพราะเกลือไปเพิ่มจุดเยือกแข็งของน้ำ</p> <p>ง. เพราะเกลือแตกตัวเป็นไอออนได้ดี</p>	1
ข้อที่ 5	<p>ข้อสอบวัดเจตคติ</p> <ul style="list-style-type: none"> - สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด” - สนใจ/เป็นกลาง “มาก” - สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อย” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด” 	<p>2</p> <p>1.5</p> <p>1</p> <p>0.5</p> <p>0</p>
สถานการณ์ที่ 4 การเตรียมสารละลายในห้องปฏิบัติการเคมี		
ข้อที่ 1 (ความรู้ทางเคมี)	<p>ก. J-G-E-F-B-A-D-I-H-C</p> <p>ข. G-J-F-E-B-A-D-I-H-C</p> <p>ค. J-G-F-E-A-B-I-D-H-C</p> <p>ง. G-J-E-F-B-A-I-D-H-C</p>	1
ข้อที่ 2 (ทักษะการคิด ขั้นสูง)	<p>สามารถตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาตอบคำถาม พร้อมทั้งให้เหตุผลได้ว่าเลือกข้อมูลนั้นเพราะสิ่งใด</p> <p>แนวคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - ร้านค้า B : เนื่องจาก ฉลากบอกข้อมูลของสารครบถ้วน ทั้งสูตรโมเลกุล น้ำหนักโมเลกุล และสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย - ตอบเฉพาะร้านค้า B แต่ไม่ได้อธิบายเหตุผลประกอบ - ตอบขั้นตอนอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ 	<p>2</p> <p>1</p> <p>0</p>
ข้อที่ 3 (ความรู้ทางเคมี)	<p>ก. ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำเพิ่มทำให้ปริมาณคาเฟอีนลดลงได้ เนื่องจากน้ำไปเจือจางปริมาณคาเฟอีน</p> <p>ข. ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำเป็นการเจือจางสารละลายอย่างหนึ่ง</p> <p>ค. ไม่ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำลงไปทำให้ปริมาณสารละลายเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณคาเฟอีนยังคงเท่าเดิม</p> <p>ง. ไม่ถูกต้อง เพราะ การใส่น้ำเป็นเพียงการเพิ่มปริมาณน้ำเท่านั้น</p>	1
ข้อที่ 4 (บริบททางเคมี)	<p>ก. นายเพชร รับประทานดื่มเครื่องดื่มชูกำลัง 2 ขวด/วัน</p> <p>ข. นายพี รับประทานชาเขียวเย็น 1 แก้ว/วัน</p> <p>ค. นายพล รับประทานเอสเปรสโซ่ 2 แก้ว/วัน</p> <p>ง. นายพัค รับประทานชาสมุนไพร 1 แก้ว/วัน</p>	1
ข้อที่ 5	ข้อสอบวัดเจตคติ	

แนวทางการประเมิน		คะแนน
	- สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด”	2
	- สนใจ/เป็นกลาง “มาก”	1.5
	- สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง”	1
	- สนใจ/เป็นกลาง “น้อย”	0.5
	- สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด”	0
สถานการณ์ที่ 5 เคมีของน้ำหอม		
ข้อที่ 1 (บริบททางเคมี)	ก. ยี่ห้อ A ข. ยี่ห้อ B ค. ยี่ห้อ C ง. ยี่ห้อ D	1
ข้อที่ 2 (บริบททางเคมี)	ก. ขวดแก้วสีใส ที่มีความหนาและปิดสนิท ข. ขวดแก้วสีชา ที่มีความหนาและปิดสนิท ค. ขวดพลาสติกใส ที่ใช้สำหรับการเก็บสารเคมี ง. ขวดพลาสติกสีดำ ที่ปิดสนิท	1
ข้อที่ 3 (ความรู้ทางเคมี)	ก. ซ้อมมือ ข. ซอกคอ ค. ข้อเท้า ง. ข้อพับแขน	1
ข้อที่ 4 (บริบททางเคมี)	ก. เปลือกส้ม ข. ใบมะกรูด ค. ตะไคร้ ง. ดอกมะลิ	1
ข้อที่ 5	<u>ข้อสอบวัดเจตคติ</u> - สนใจ/เป็นกลาง “มากที่สุด” - สนใจ/เป็นกลาง “มาก” - สนใจ/เป็นกลาง “ปานกลาง” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อย” - สนใจ/เป็นกลาง “น้อยที่สุด”	2 1.5 1 0.5 0