

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

กชนนัท ขวัญพุด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ กชนนท์ ขวัญพุด จบแล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....
(ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ) อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข)

..... กรรมการ
(ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ)

..... กรรมการ
(ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วีระปกรณ์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.สกลุ์ ชีระวนิชตระกูล)
วันที่ เดือน พ.ศ. 2562

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ ดร.ชนะวัฒน์ วรรณประภา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมโภชน์ อเนกสุข ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรากร ทรัพย์วิระปกรณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้อง ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญา ทองสอน ดร.วิระพันธ์ พานิชย์ ครูพงษ์ศักดิ์ ของดี ครูสมวงศ์ จงกลาง และครูนันท์ณัฏฐา ทิพเจริญ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการ ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสมคิด ขวัญพุด และคุณแม่วันเพ็ญ ขวัญพุด ที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา คณะครู โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ที่กรุณาให้ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในโรงเรียน และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1, 4/2, 5/1 และ 5/2 ปีการศึกษา 2559 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่คอย ช่วยเหลือให้คำปรึกษาเรื่องต่าง ๆ และให้กำลังใจซึ่งกันและกันมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแด่บิดาแม่ บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้ความรู้ ความเมตตากรุณาแก่ผู้วิจัย ด้วยดีตลอดมา จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยได้ด้วยดี

กชนนัท ขวัญพุด

58910194: สาขาวิชา: การสอนวิทยาศาสตร์; กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้/ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน/

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี/ ความพึงพอใจต่อบทเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กชนนท์ ขวัญพุด: การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (THE EFFECTIVENESS OF INQUIRY-BASED LEARNING WITH COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY AND SATISFACTION FOR GRADE 11 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทรกร ชัยประเสริฐ, วท.ค., ชนะวัฒน์ วรรณประภา, ปร.ค. 213 หน้า. ปี พ.ศ. 2562.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม จำนวน 42 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มจำนวน 41 คน เป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม และการทดสอบผลย่อย

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/ E_2) เท่ากับ 82.98/ 81.90 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/ 80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.69$)

58910194: MAJOR: SCIENCE TEACHING; M.Ed. (SCIENCE TEACHING)

KEYWORDS: INQUIRY METHOD/ COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION/
ACHIEVEMENT IN CHEMISTRY/ SATISFACTION

KOTCHANON KHWANPUT: THE EFFECTIVENESS OF INQUIRY-BASED
LEARNING WITH COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON ACHIEVEMENT IN
CHEMISTRY AND SATISFACTION FOR GRADE 11 STUDENTS. ADVISORY
COMMITTEE: PATTARAPORN CHAIPRASERT, Ph.D., THANAWAT WANNAPRAPHA,
Ph.D. 213 P. 2019.

The purposes of this research were to study the effectiveness of inquiry-based learning using a computer assisted instruction on achievement in chemistry and to study satisfaction level of students after studying through the computer assisted instruction. The participants of this research were grade 11th students who studied in the second semester of academic year 2016 at Saensuk School. They were selected by the cluster random sampling. These students were divided into 42 students were put in an experimental group and 41 students were in a control group. The research instruments were computer assisted instruction, lesson plans using the inquiry-based learning with computer assisted instruction, lesson plans using the inquiry-based learning, a chemistry achievement test, and a satisfaction questionnaire. The data was analyzed by using mean, standard deviation, and two-way repeated measure ANOVA.

The results of this research showed that:

1. The computer assisted instruction on the topic of elements and inorganic compounds in industry had an efficiency of 82.98/ 81.90 which was in accordance with the criterion standard of 80/ 80.
2. The posttest of the learning achievement after learning using inquiry-based learning with CAI was statistically significant higher than the pretest at the .05 level.
3. The posttest of the learning achievement after learning with inquiry-based learning with CAI was statistically significant higher than the posttest of learning with inquiry-based learning at the .05 level.
4. Students were satisfied with the inquiry-based learning with CAI at a high level ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.69$).

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
นิยามศัพท์เฉพาะ	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	12
ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้	17
การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	23
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	30
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	54
ความพึงพอใจ.....	64
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	69
3 วิธีดำเนินการวิจัย	74
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	74
รูปแบบการวิจัย	75
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	76

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	88
การวิเคราะห์ข้อมูล	88
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	98
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	98
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	99
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	107
สรุปผลการวิจัย.....	107
อภิปรายผลการวิจัย.....	108
ข้อเสนอแนะ.....	113
บรรณานุกรม	114
ภาคผนวก	120
ภาคผนวก ก	121
ภาคผนวก ข	126
ภาคผนวก ค	170
ประวัติย่อของผู้วิจัย	213

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	26
2-2 มาตรฐานประมาณค่าแบบลิเคิร์ท	68
3-1 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest-posttest control group design	75
3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์.....	79
3-3 การเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	81
3-4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้และ จุดประสงค์การเรียนรู้.....	83
3-5 จำนวนข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในแต่ละด้าน	86
4-1 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง.....	102
4-2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ สองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA).....	103
4-3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการทดสอบผลย่อย (Simple effect) ..	104
4-4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	105
ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์.....	127
ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน	129
ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การผลิตโซดาแอช.....	131

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว	133
ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	135
ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์	136
ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน	138
ข-8 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การผลิตโซดาแอช.....	140
ข-9 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว	142
ข-10 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	144
ข-11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์	145
ข-12 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน	147
ข-13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การผลิตโซดาแอช.....	149
ข-14 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว	151
ข-15 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	153
ข-16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี	154
ข-17 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี	156

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข-18 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	157
ข-19 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	159
ข-20 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดี่ยว	160
ข-21 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกลุ่ม	161
ข-22 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาคสนาม	162
ข-23 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มทดลอง	164
ข-24 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง	167
ข-25 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม	168
ข-26 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ ความแปรปรวนแบบสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA)	169
ข-27 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน โดยการทดสอบย่อย (Simple effect)	169

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
4-1 หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	99
4-2 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	100
4-3 การนำเสนอเนื้อหาแบบสื่อประสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	100
4-4 แบบฝึกหัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	101
4-5 ผลการทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	101

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับคนทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (สำนักวิชาการ และมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 1)

ประกอบกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะต้องสะท้อนถึงวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนที่จะต้องนำไปใช้ในโลกอนาคตซึ่งเป็นโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีการเชื่อมโยงมีการปรับเปลี่ยนและมีพัฒนาการ ทำให้รูปแบบและวิธีการสอนต้องเน้นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ประกอบด้วยด้านต่าง ๆ เช่น ความคล่องในการใช้สื่อ สารสนเทศ และเทคโนโลยี (Technological, information and media fluencies) เป็นสหวิทยาการ (Interdisciplinary) มีการบูรณาการหลายศาสตร์ ประเมินโปร่งใส (Transparency) พัฒนาทักษะการคิด (Thinking skills) เป็นต้น ซึ่งเป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนสร้างสรรค์ความรู้ (Create knowledge) จากกระบวนการได้รับความรู้ (Knowledge acquisition) การลงลึกในความรู้ (Knowledge deepening) ที่เชื่อว่าจะทำให้อัตราการคงอยู่ (Retention rate) ของการเรียนรู้อยู่ใน

ระดับสูง (ร้อยละ 75) จากกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิด (Thinking skills) จากทักษะขั้นต่ำไปสู่ทักษะขั้นสูงกว่าตามการจำแนกลำดับขั้นการเรียนรู้ของบลูม (Bloom's taxonomy) คือ จากทักษะการคิดในระดับความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) และการประยุกต์ใช้ (Applying) ที่เป็นจุดเน้นของการเรียนรู้ในยุคอุตสาหกรรม ไปสู่ทักษะการคิดในระดับการคิดวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating) อันเป็นจุดเน้นของทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (วิโรจน์ สารัตนะ, 2556, หน้า 20-22) ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะช่วยในการศึกษาตลอดชีวิตซึ่งเป็นการศึกษาเรียนรู้ของคนเราตั้งแต่เกิดจนตายเป็นการศึกษาเรียนรู้ที่บูรณาการเอาการศึกษาตามอรรถาธิบาย การศึกษานอกระบบ และการศึกษาในระบบไว้ด้วยกันอย่างผสมกลมกลืน ทำให้มนุษย์เราสามารถเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิตตั้งแต่เกิดจนตาย (ทวีป อภิสัทธี, 2554, หน้า 15) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 8 (1) การจัดการศึกษาเป็นการศึกษาตลอดชีวิตสำหรับประชาชน และมาตรา 25 ที่กล่าวสรุปไว้ว่า “รัฐต้องส่งเสริมการดำเนินงานและจัดตั้งแหล่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตทุกรูปแบบ” (สุจิตรา ศรีถวิล, 2553, หน้า 5, 10)

เคมีเป็นแขนงวิชาหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อโลก ที่ศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร ความรู้พื้นฐานทางเคมี มีความสำคัญต่อผู้เรียนชีววิทยา ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา นิเวศวิทยา และอื่น ๆ ในความเป็นจริงแล้วเคมีเป็นศูนย์กลางของชีวิต เมื่อลองพิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน (Raymond Chang, 2012, p. 1) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ต้องเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และสามารถพัฒนาความรู้ไปเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ด้วยตนเอง ด้วยการจัดกิจกรรมและกระบวนการให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน และสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ นอกจากนี้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ (ศศิธร เวียงะลัย, 2556, หน้า 4) ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 มาตรา 24 ข้อ 1-6 ที่กล่าวสรุปไว้ว่า “การจัดเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานความรู้ด้านต่าง ๆ จัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่” (สุจิตรา ศรีถวิล, 2553, หน้า 9-10)

สืบเนื่องจากโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA (Programme for international student assessment) ซึ่งดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for economic co-operation and development) เพื่อประเมินว่านักเรียนที่กำลังจะจบการศึกษาภาคบังคับได้รับความรู้และทักษะสำคัญหลัก ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการมีส่วนร่วมในสังคมปัจจุบันมากน้อยเพียงใด การประเมินผล PISA เน้นให้ความสำคัญกับการอ่าน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และการแก้ปัญหา PISA ไม่ต้องการให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้เรียนมาตอบข้อสอบ หากต้องการรู้ว่านักเรียนสามารถขยายความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนและสามารถใช้ความรู้นั้น ๆ ในสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ไม่เคยชินทั้งในโรงเรียนและนอกโรงเรียนได้มากน้อยเพียงใด วิธีคิดแบบนี้สะท้อนความเป็นจริงว่า เศรษฐกิจสมัยใหม่มิได้ให้ผลตอบแทนแก่ปัจเจกชนว่าเขาจะรู้อะไร แต่ให้แก่คนที่รู้ว่าจะทำอะไรได้บ้างจากสิ่งที่ได้รู้มา (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, หน้า 1) พบว่า ผลการประเมิน PISA ในปี 2006, 2009, 2012 และ 2015 นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ 421, 425, 444 และ 421 คะแนนตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีแนวโน้มที่สูงขึ้นแล้วลดลงในปีล่าสุด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559, หน้า 4, 29) ซึ่งผลจากการประเมิน PISA ของนักเรียนอายุ 15 ปีของไทย จะเป็นส่วนหนึ่งในการนำไปพิจารณาการจัด “อันดับความสามารถในการแข่งขันในระดับโลก (World competitiveness rankings)” ของประเทศไทย โดยองค์การนานาชาติต่าง ๆ ในอันที่จะสะท้อนให้เกิดความเชื่อมั่นถึงศักยภาพของกำลังคนเพื่อการลงทุนในประเทศไทย (โกศล เพ็ชรสุวรรณ, 2557, หน้า 3) และจากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (Ordinary national educational test: O-NET) ปีการศึกษา 2558 ซึ่งเป็นการวัดผลระดับประเทศชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 33.40 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน ซึ่งมีผลคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559) จากผลการสอบระดับชาติดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการปฏิรูปการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

จากประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ที่โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี นักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนในชั้นเรียนมีผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนปะปนกันจึงทำให้นักเรียนกลุ่มเก่งไม่สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพเนื่องจากต้องรอผู้เรียนกลุ่มอ่อน ผู้เรียนมีสมาธิที่ไม่ดีมากนัก สนใจในการเรียนรู้ได้ดีในช่วงต้น การปฏิสัมพันธ์จะมีเฉพาะนักเรียน

ในกลุ่มเก่งเท่านั้นที่ได้ตอบกับครูและได้รับการเสริมแรงทางบวก การเสริมแรงจึงเป็นไปอย่างไม่ทั่วถึง นอกจากนี้เนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ชาติและสารประกอบอินทรีย์ ในอุตสาหกรรม มีเนื้อหาที่ประกอบด้วยปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต ในอุตสาหกรรมหลายขั้นตอน และเป็นปฏิกิริยาที่ต่อเนื่องกันผู้เรียนจึงเกิดความเบื่อหน่าย ขาดความสนใจในการเรียนรู้ เน้นการท่องจำปฏิกิริยาเคมี ไม่เข้าใจหลักการและกระบวนการผลิต ในเชิงอุตสาหกรรมได้ ประกอบกับปัญหาการขาดแคลนสื่อการเรียนรู้ที่ทันสมัยและไม่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

ปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซึ่งเป็นสื่อประสมรูปแบบหนึ่ง เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สามารถสร้างความสนใจให้ผู้เรียน มีการนำเสนอเนื้อหาได้อย่างรวดเร็วด้วยภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติพร้อมทั้งเสียงประกอบการบรรยาย และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนมากกว่าสื่อการเรียนรู้ประเภทอื่น ๆ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สามารถใช้เพื่อช่วยสอนแทนครูในส่วนที่ครูสอนได้น้อยทั้งในและนอกชั้นเรียน หรือใช้ทบทวนเนื้อหาที่เรียนผ่านไปแล้ว หรือสอนเสริมในกรณีที่นักเรียนเรียนไม่ทันหรือไม่เข้าใจ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนหรือลดปัญหาการขาดแคลนผู้สอน รวมทั้งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น เวลาเรียนของผู้เรียนลดลง โดยเฉพาะนักเรียนที่เก่ง สามารถเรียนรู้ได้มากขึ้น นักเรียนมีความสนใจเรียนสูงขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง โดยมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน และสามารถนำเสนอ 멀티มีเดียได้ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545, หน้า 6-7)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง มีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา มีโอกาสพัฒนาความคิดและฝึกการกระทำ นักเรียนเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2558, หน้า 343-344, 347) เมื่อนำมาใช้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่จะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสนใจสูงขึ้น เวลาเรียนของผู้เรียนลดลง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน มีการนำเสนอ 멀티มีเดีย ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545, หน้า 6-7) ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้า สามารถเรียนได้ตาม

ความสามารถของตน โดยไม่อายุผู้อื่นเมื่อตอบคำถามผิด (อรนุช ลิมตศิริ, 2556, หน้า 200) โดยใช้ช่วยเสริมก่อนหรือหลังการสอน เช่น เป็นการซ่อมเสริมหรือทบทวน เป็นต้น (ไพโรจน์ ตีรณานกุล, ไพบูลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ แยมพินิจ, 2544, หน้า 22) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอดิศักดิ์ บุญพิศ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ และศึกษาเจตคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่องกรด-เบส พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่องกรด-เบส เท่ากับ 0.89 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับดี และงานวิจัยของวิภาวี เทพนมิตร (2552) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนชลประทานวิทยา มีประสิทธิภาพ 86.11/ 84.91 สูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาก

จากสภาพผู้เรียนในชั้นเรียนที่มีผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง และอ่อนปะปนกันจึงทำให้นักเรียนกลุ่มเก่งไม่สามารถพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพเนื่องจากต้องรอผู้เรียนกลุ่มอ่อนผู้เรียนมีสมาธิที่ไม่ดีมากนัก สนใจในการเรียนรู้ได้ดีในช่วงต้น การปฏิสัมพันธ์จะมีเฉพาะนักเรียนในกลุ่มเก่งเท่านั้นที่ได้ตอบกับครูและได้รับการเสริมแรงทางบวก การเสริมแรงจึงเป็นไปอย่างไม่ทั่วถึง และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาใช้ในวิชาเคมี 4 เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประเภทนำเสนอเนื้อหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/ E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ ในอุตสาหกรรม มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) อยู่ในระดับมาก

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ที่จะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียน
2. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซึ่งเป็นสื่อวัตกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น ลดเวลาเรียน มีการนำเสนอสื่อแบบมัลติมีเดียกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้สูงขึ้น มีความเร็วในการโต้ตอบทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในรายวิชาอื่น ๆ

4. สร้างความตระหนักและความสำคัญในการเรียนวิชาเคมี เชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับเรื่องอื่น ๆ ในวิชาเคมี และสามารถนำความรู้ในวิชาเคมีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขอบเขตการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 42 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มจำนวน 41 คน เป็นกลุ่มควบคุม ทั้งสองกลุ่มมีพฤติกรรมการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คล้ายกัน ซึ่งพิจารณาจากผลทดสอบก่อนเรียน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ

- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม

- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม

2.2 ตัวแปรตาม

- ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์

ในอุตสาหกรรม ในวิชาเคมี 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

3.1 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโซเดียมคลอไรด์

3.1.1 การผลิตโซเดียมคลอไรด์

3.1.2 การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน

3.1.3 การผลิตโซดาแอช

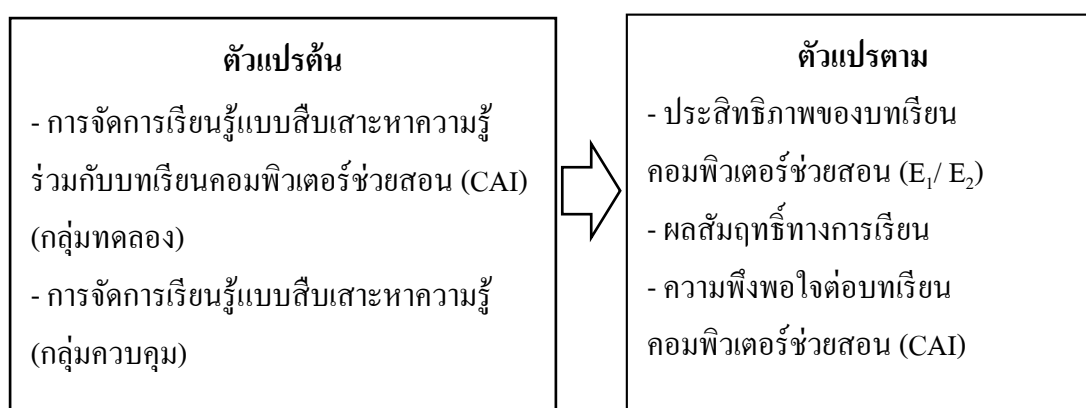
3.1.4 การผลิตสารฟอกขาว

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ใช้เวลาในการทดลอง 8 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูล

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถนำเสนอกรอบความคิด ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำเสนอสื่อประสมในรูปแบบของภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว เรื่อง วัตถุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาความรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนพร้อมทั้งมีผลป้อนกลับ และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ประเภtnำเสนอเนื้อหา ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมี

ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยมี 5 ขั้นตอนดังนี้ (Bybee et al., 2006, p. 2)

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูเข้าถึงความรู้เก่าของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนสนใจในโมเดลใหม่ด้วยกิจกรรมสั้น ๆ ที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและตรวจสอบความรู้เดิม กิจกรรมควรเชื่อมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แสดงโมเดลก่อนหน้าออกมา และจัดระเบียบความคิดที่มีต่อผลการเรียนรู้ของกิจกรรม

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ครูเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนสำรวจและค้นหาอาจจะเป็นการทดลองที่ช่วยนักเรียนใช้ความรู้เก่าสร้างความคิดใหม่ สำรวจและค้นหาข้อสงสัย และออกแบบวิธีการหาคำตอบ

2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปจะมุ่งไปที่มุมมองของนักเรียนหลังจากผ่านการสร้างความสนใจและการสำรวจค้นหาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรม ในขั้นนี้ครูคอยช่วยแนะนำให้นักเรียน รวมไปถึงครูอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกมากขึ้นซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของขั้นนี้

2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความเข้าใจและทักษะไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ด้วยกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจ ข้อมูล และทักษะที่มากขึ้น

2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นการประเมินเป็นขั้นที่นักเรียนจะถูกประเมินความเข้าใจและความสามารถ เพื่อครูจะได้ทราบถึงความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นไปตามของวัตถุประสงค์ในการเรียนหรือไม่

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน และใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในขั้นขยายความรู้ โดยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูเข้าถึงความรู้เก่าของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนสนใจในโมเดลใหม่ด้วยกิจกรรมสั้น ๆ ที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและตรวจสอบความรู้เดิม กิจกรรมควรเชื่อมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แสดงโมเดลก่อนหน้าออกมา และจัดระเบียบความคิดที่มีต่อ

ผลการเรียนรู้ของกิจกรรม

3.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ครูเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนสำรวจและค้นหาอาจจะเป็นการทดลองที่ช่วยนักเรียนใช้ความรู้เก่าสร้างความคิดใหม่ สำรวจและค้นหาข้อสงสัย และออกแบบวิธีการหาคำตอบ

3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปจะมุ่งไปที่มุมมองของนักเรียนหลังจากผ่านการสร้างความสนใจและการสำรวจค้นหาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ หรือพฤติกรรม ในขั้นนี้ครูคอยช่วยแนะนำให้นักเรียน รวมไปถึงครูอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกมากขึ้นซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของขั้นนี้

3.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความเข้าใจและทักษะไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซึ่งประกอบด้วยคำชี้แจง แบบทดสอบก่อนเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจ ข้อมูล และทักษะที่มากขึ้น

3.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นการประเมินเป็นขั้นที่นักเรียนจะถูกประเมินความเข้าใจและความสามารถในการได้ทราบถึงความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นไปตามของวัตถุประสงค์ในการเรียนหรือไม่

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของการเรียนจากการจัดการจัดการเรียนรู้ โดยวัดจากคะแนนที่ได้จากการสอบด้านพุทธิพิสัยตามแนวความคิดของบลูมทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ด้านการสังเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาเคมี 4 เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม แบบปรนัยเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

6. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 80/ 80

ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิผลของกระบวนการ

ตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิผลของผลลัพธ์

7. ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของผู้เรียนต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ได้รับในเชิงบวก โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง ข้อคำถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ด้านละ 4 ข้อความ คือ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อ/นวัตกรรม โดยใช้แบบสอบถาม ตามรูปแบบของลิเคิร์ต (Likert) จำนวน 12 ข้อคำถาม

9. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

10. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย เรื่อง การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้
3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนแสนสุข กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียนด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นสำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีดังนี้

สาระที่ 1: สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1: เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2: เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพ

ที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2: ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1: เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับ
สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2: เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1: เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ
โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร
การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร
สิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4: แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1: เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและ
มีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2: เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้
ประโยชน์

สาระที่ 5: พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1: เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูป
พลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6: กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1: เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก
ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และต้นฐาน

ของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7: ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1: เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาเล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2: เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 8 สาระการเรียนรู้ ซึ่งในวิชาเคมีจะเกี่ยวข้องกับสาระที่ 3: สารและสมบัติของสาร และสาระที่ 8: ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ส่วนในวิชาเคมี 4 เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม จะเกี่ยวข้องกับมาตรฐาน ว 3.2: เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และมาตรฐาน ว 8.1: ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

คำอธิบายรายวิชา เคมี 4 รหัสวิชา ว 30223 แผนการเรียนรู้ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ศึกษาทดลองการถ่ายโอนอิเล็กตรอนในปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน ศึกษาปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน ปฏิกิริยารีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์ ตัวออกซิไดซ์ การเขียนและการดุลสมการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยา ศึกษาเซลล์ไฟฟ้าเคมี ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับหลักการของเซลล์กัลวานิก ศึกษาการเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก

การหาค่าศักย์ไฟฟ้าของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ ปฏิบัติงานในเซลล์กัลวานิก ประเภทเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิบางชนิด ทดลองเพื่อศึกษาหลักการสร้างและการทำงานของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว ศึกษาหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก การแยกสารไอออนิกที่หลอมเหลวด้วยกระแสไฟฟ้า และทดลองการแยกสารละลายด้วยกระแสไฟฟ้าตามหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลติก ศึกษาและทดลองชุบโลหะด้วยไฟฟ้า ศึกษาวิธีการทำให้โลหะบริสุทธิ์ การถลุงแร่ ศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการกัดกร่อนและการป้องกันการผุกร่อนของโลหะ ศึกษาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี ศึกษาและสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับชนิดสมบัติ และการนำมาใช้ประโยชน์ของธาตุและสารประกอบที่สำคัญในประเทศไทย ศึกษาแร่ประกอบหิน แร่เศรษฐกิจ การถลุงหรือการสกัดแร่เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแร่ อุตสาหกรรมเซรามิกส์ อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโซเดียมคลอไรด์ และอุตสาหกรรมปุ๋ย เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมีและปฏิบัติงานในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ที่สำคัญในอุตสาหกรรม โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ในการอธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล ตัดสินใจ แก้ปัญหา สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ รวมทั้งมีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้วิชาเคมี 4

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยรีดักชัน ปฏิกิริยรีดอกซ์ ตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ ในด้านการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันได้
2. จัดลำดับความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออนและเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ได้
3. คำนวณการรีดอกซ์โดยใช้เลขออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยาได้
4. ต่อเซลล์กัลวานิกจากครึ่งเซลล์ที่กำหนดให้ พร้อมทั้งบอกขั้วแอโนด ขั้วแคโทดและเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้
5. เขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิกได้
6. อธิบายวิธีหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์ (E°) โดยการเปรียบเทียบกับครึ่งเซลล์ไฮโดรเจนมาตรฐานได้
7. ใช้ค่า E° ของครึ่งเซลล์คำนวณหาค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และทำนายการเกิดปฏิกิริยรีดอกซ์ได้
8. อธิบายหลักการทำงานของเซลล์กัลวานิก เซลล์ปฐมภูมิ เซลล์ทุติยภูมิและ

เซลล์อิเล็กโทรไลติกได้

9. อธิบายหลักการทำงานพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์ปรอท เซลล์เงิน เซลล์เชื้อเพลิงไฮโดรเจน-ออกซิเจน เซลล์เชื้อเพลิง โพรเพน-ออกซิเจน เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม เซลล์ลิเทียม-ไอออน พอลิเมอร์และเซลล์โซเดียม-ซัลเฟอร์ได้

10. อธิบายหลักการของการแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การชุบโลหะด้วยไฟฟ้าและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

11. อธิบายสาเหตุหรือภาวะที่ทำให้โลหะเกิดการกัดกร่อนพร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้

12. อธิบายวิธีป้องกันการกัดกร่อนของโลหะโดยวิธีอะโนไดซิง การรมดำ วิธีแคโทดิก การเคลือบผิวด้วยพลาสติก สีหรือน้ำมัน การชุบด้วยโลหะได้

13. อธิบายหลักการทำงานของแบตเตอรี่อิเล็กโทรไลต์ของแข็ง แบตเตอรี่อากาศ การทำอิเล็กโทรไลต์ชนิดน้ำทะเลได้

14. อธิบายหลักการถลุงแร่หรือการสกัดแร่ทองแดง สังกะสีและแคดเมียม ดีบุก โคัลัมไบต์-แทนทาลัม ทั้งสแตน พลวง และเซอร์คอน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

15. บอกประโยชน์ของทองแดง สังกะสีและแคดเมียม ดีบุก โคัลัมไบต์-แทนทาลัม ทั้งสแตน พลวง และเซอร์คอนได้

16. อธิบายสมบัติและประโยชน์ของแร่รัตนชาติชนิดต่าง ๆ ได้

17. อธิบายวิธีพัฒนาคุณภาพของแร่รัตนชาติได้

18. อธิบายขั้นตอนสำคัญของการทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ได้

19. บอกประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์พร้อมทั้งยกตัวอย่างได้

20. อธิบายวิธีการผลิตแก้วและปูนซีเมนต์ได้

21. อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้

22. อธิบายวิธีการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีนจากโซเดียมคลอไรด์ โดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

23. อธิบายกระบวนการผลิตโซดาแอชและสารฟอกขาว พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้

24. อธิบายกระบวนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทส และปุ๋ยผสม ตลอดจนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากการปุ๋ยได้

25. อธิบายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่เกิดจากอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

สรุปได้ว่า วิชา เคมี่ 4 มีผลการเรียนรู้ทั้งหมด 25 ข้อ ผลการเรียนรู้ตั้งแต่ข้อที่ 1-13 อยู่ในบทที่ 9 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ส่วนผลการเรียนรู้ข้อที่ 14-25 จะอยู่ในบทที่ 10 ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และคำอธิบายรายวิชาเพื่อนำไปสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผู้วิจัยเลือกผลการเรียนรู้ในข้อที่ 21-23 มาใช้ในการทำวิจัย

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

1. ทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยม

ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม เป็นทฤษฎีที่ศึกษาด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นสิ่งที่สามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมภายนอก มีแนวคิดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง โดยเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมแบบแสดงอาการกระทำ (Operant conditioning) เมื่อมีการเสริมแรง ซึ่งสามารถสรุปเป็นประเด็นสำคัญ ๆ ได้ดังนี้

- พฤติกรรมทุกอย่างเกิดขึ้นโดยการเรียนรู้และสามารถสังเกตได้
- พฤติกรรมแต่ละชนิดเป็นผลรวมของการเรียนที่เป็นอิสระหลายอย่าง
- แรงเสริม (Reinforcement) ช่วยทำให้พฤติกรรมเกิดขึ้นได้

พฤติกรรมการเรียนรู้ตามแนวความคิดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. พฤติกรรมการตอบสนอง (Respondent behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดขึ้นโดยสิ่งเร้า (Stimulus) เมื่อมีสิ่งเร้า พฤติกรรมการตอบสนองจะเกิดขึ้น โดยสามารถสังเกตได้ กระบวนการเรียนรู้ประเภทนี้ เรียกว่า ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก (Classical conditioning theory)

2. พฤติกรรมอาการกระทำ (Operant behavior) หมายถึง พฤติกรรมที่บุคคลใด ๆ แสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา เมื่อมีสิ่งเร้าที่แน่นอนและมีผลต่อสิ่งแวดล้อม พฤติกรรมประเภทนี้ เรียกว่า พฤติกรรมแสดงอาการกระทำ (Operant conditioning theory)

การเรียนรู้ตามทัศนะของนักทฤษฎีกลุ่มนี้ เกิดจากกระบวนการตอบสนองเมื่อมีสิ่งเร้า องค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้มี 4 ประการ ได้แก่

1. แรงขับ (Drive) เป็นความต้องการของผู้เรียนในบางสิ่งบางอย่าง แล้วจึงใจให้ผู้เรียนหาหนทางตอบสนองความต้องการดังกล่าว
2. สิ่งเร้า (Stimulus) ผู้เรียนจะได้รับองค์ความรู้หรือการชี้แนะโดยทันทีจากสิ่งเร้าในการที่จะตอบสนอง
3. การตอบสนอง (Response) เป็นการที่ผู้เรียนแสดงปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งเร้าสามารถอธิบายได้ด้วยพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก
4. การเสริมแรง (Reinforcement) เป็นการให้รางวัลเพื่อเสริมแรง เช่น กล่าวชมเชยแก่ผู้เรียนเมื่อตอบถูกต้อง จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการตอบสนองเช่นเดิม เข้มแข็งและต่อเนื่อง (মনস্বী তেিয়নতong, 2545, หน้า 17-18)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการเรียนรู้พฤติกรรมนิยมเป็นทฤษฎีที่ศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้จากพฤติกรรมที่แสดงออกมาภายนอก ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า แรงขับ และการเสริมแรง ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ออกมาโดยใช้สิ่งเร้า แรงขับ และการเสริมแรง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

2. ทฤษฎีปัญญานิยม

แนวคิดด้านการเรียนรู้ของกลุ่มทฤษฎีปัญญานิยมนี้เน้นเรื่องการหยั่งเห็น (Insight) และการรับรู้ (Perception) พฤติกรรมการเรียนรู้จะมีทั้งภายในและภายนอก โดยมีความเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ประมวลองค์ความรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยการเลือกที่จะรับรู้สิ่งต่าง ๆ ตามความอยากรู้อยากเห็นในสิ่งที่ตนเองสนใจ ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางจิต ที่ประกอบด้วย การสัมผัส ความรู้สึก และการจินตนาการ ทำให้เกิดการจำ การตัดสินใจ และความรู้สึก ซึ่งเกิดได้โดยรับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ

การเรียนรู้ตามแนวความคิดของกลุ่มทฤษฎีปัญญานิยม มีความเชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์การรับรู้ (Perception experiences) และกระบวนการความรู้ (Cognitive processes) ผู้เรียนจะต้องลงมือกระทำหรือเป็นผู้ริเริ่มอย่างกระตือรือร้น กล่าวคือความรู้สึกต่าง ๆ เปรียบเสมือนตัวรับรู้ที่ต่อเนื่องของสิ่งเร้า ที่มีผลต่อโครงสร้างของความรู้ความสามารถและเจตคติของแต่ละบุคคลการเรียนรู้จึงเน้นเรื่องประสบการณ์ที่ผ่านมาทางประสาทสัมผัส เพื่อกระตุ้นความรู้สึกนึกคิดและการสร้างความประทับใจให้แก่ผู้เรียน (মনস্বী তেিয়নতong, 2545, หน้า 18-19)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีปัญญานิยมเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้รับประสบการณ์โดยปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น จนเกิดเป็นองค์ความรู้และเจตคติ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในการเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และโจทย์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้และมีเจตคติที่ดี

3. ทฤษฎีโครงสร้างความรู้

ภายใต้ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) นี้ยังได้เกิดทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) ขึ้น ซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อว่าโครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้นจะมีลักษณะเป็น โหนดหรือกลุ่มที่มีการเชื่อมโยงกันอยู่ ในการที่มนุษย์เรียนรู้อะไรใหม่ ๆ นั้น มนุษย์จะนำความรู้ใหม่ ๆ ที่เพิ่งได้รับนั้นไปเชื่อมโยงกับกลุ่มความรู้ที่มีอยู่เดิม (Pre-existing knowledge) รูเมดฮาร์ท และอโโทนี ได้ให้นิยามความหมายของคำ โครงสร้างความรู้ ไว้ว่าเป็นโครงสร้างข้อมูลภายในสมองของมนุษย์ซึ่งรวบรวมความรู้เกี่ยวกับวัตถุ ลำดับเหตุการณ์ รายการกิจกรรมต่าง ๆ เอาไว้หน้าที่ของโครงสร้างรูปร่างนี้ก็คือ การนำไปสู่การรับรู้ข้อมูล (Perception) การรับรู้ข้อมูลนั้น จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากขาดโครงสร้างความรู้ (Schema) ทั้งนี้ก็เพราะการรับรู้ข้อมูลเป็นนั้น เป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ภายในกรอบความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นโดยเหตุการณ์หนึ่ง ๆ ที่ช่วยให้เกิดการเชื่อมโยงรูปร่างนั้น ๆ เข้าด้วยกัน การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้เนื่องจากการไม่มีการเรียนรู้ใดเกิดขึ้นได้โดยปราศจากการรับรู้ นอกจากโครงสร้างความรู้จะช่วยในการรับรู้และการเรียนรู้แล้วนั้น โครงสร้างความรู้ยังช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เราเคยเรียนรู้มา (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาจรสสส, 2541, หน้า 52-56)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เชื่อว่า โครงสร้างความรู้มีลักษณะเป็นกลุ่มของความรู้ที่มีการเชื่อมกันอยู่ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการรับรู้ข้อมูลซึ่งเป็นการสร้างความหมายโดยการถ่ายโอนความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ด้วยขอบเขตความรู้เดิมที่มีอยู่และจากการกระตุ้นด้วยเหตุการณ์จึงเกิดการเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เก่าโดยการทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องในแต่ละครั้งแล้วจึงให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ใหม่

4. ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ มีสาระสรุปได้ดังนี้

1. พัฒนาการทางสติปัญญาของบุคคลเป็นไปตามวัยต่าง ๆ เป็นลำดับขั้นดังนี้

1.1 ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (Sensorimotor period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 0-2 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้กับการรับรู้และการกระทำเด็กยึดตัวเองเป็นศูนย์กลาง และยังไม่สามารถเข้าใจความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational period) เป็นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ยังขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่ยังไม่สามารถที่จะใช้เหตุผลอย่างลึกซึ้ง แต่สามารถเรียนและใช้สัญลักษณ์ การใช้ภาษาแบ่งขั้นย่อย ๆ 2 ขั้น คือ

1.2.1 ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด (Pre-conceptual intellectual period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 2-4 ปี

1.2.2 ขั้นการคิดด้วยความเข้าใจตัวเอง (Intuitive thinking period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 4-7 ปี

1.3 ขั้นการคิดแบบรูปธรรม (Concrete operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 7-11 ปี เป็นขั้นที่การคิดของเด็กไม่ขึ้นกับการรับรู้จากอุปรางเท่านั้น เด็กสามารถสร้างภาพในใจ และสามารถคิดย้อนกลับได้ และมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวเลขและสิ่งต่าง ๆ ได้มากขึ้น

1.4 ขั้นการคิดแบบนามธรรม (Formal operational period) เป็นขั้นพัฒนาการในช่วงอายุ 11-15 ปี เด็กสามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และสามารถตั้งสมมติฐานและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

2 ภาษาและกระบวนการคิดของเด็กแตกต่างจากผู้ใหญ่

3 กระบวนการทางสติปัญญามีลักษณะดังนี้

3.1 การซึมซับการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการทางสมองในการรับประสบการณ์ เรื่องราว และข้อมูลต่าง ๆ เข้ามาสะสมเก็บไว้เพื่อประโยชน์ต่อไป

3.2 การปรับและจัดระบบ (Accommodation) คือ กระบวนการทางสมองในการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบ หรือเครือข่ายทางปัญญาที่ต้นสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น

3.3 การเกิดความสมดุล (Equilibration) เป็นกระบวนการที่เกิดจากขั้นของการปรับ หากการปรับเป็นไปอย่างผสมผสานกลมกลืนก็จะก่อให้เกิดสภาพที่มีความสมดุลขึ้น หากบุคคลไม่สามารถปรับประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมให้เข้ากันได้ ก็จะเกิดภาวะความไม่สมดุลขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญารุ่งขึ้นในตัวบุคคล (ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 64-66)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ขั้น คือ ขั้นรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด ขั้นการคิดแบบรูปธรรม และขั้นการคิดแบบนามธรรม ในแต่ละขั้นมีความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันตามช่วงของอายุ ส่วนกระบวนการทางสติปัญญาเกิดจากการซึมซับและดูดซึมโดยรับประสบการณ์ ข้อมูลเข้ามาเก็บไว้ ต่อมาจะเกิดการปรับและจัดระบบโดยปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับประสบการณ์เดิมเกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ สุดท้ายเป็นการเกิดความสมดุล ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม

กับผู้เรียนในระดับมัธยมปลายซึ่งมีพัฒนาการทางสติปัญญาที่สามารถคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมและใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้

5. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีการพัฒนาทางเขาวนปัญญาของเพียเจต์และวิกทอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์อธิบายว่า พัฒนาการทางเขาวนปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับและดูดซึม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซับข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เพียเจต์เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเขาวนปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathematic experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วนวิกทอทสกีให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่า มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการทางเขาวนปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและเขาวนปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกออกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน

ทั้งเพียเจต์และวิกทอทสกี นับว่าเป็นนักทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธรนิยม (Cognitivism) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับ “Cognition” หรือกระบวนการรู้คิด หรือกระบวนการทางปัญญา นักคิดคนสำคัญในกลุ่มนี้คือ อุลริช ไนส์เซอร์ (Ulrich Neisser) ได้ให้คำนิยามของคำนี้ว่าเป็นกระบวนการรู้คิดของสมองในการรับ เปลี่ยน ลด ตัด ทอน ขยาย จัดเก็บ และใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัส ซึ่งอาจจะเกิดหรือไม่เกิดจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าภายนอกก็ได้ ดังนั้นการรู้สีก การรับรู้ จินตนาการ การระลึกได้ การจำ การคงอยู่ การแก้ปัญหา การคิด และอื่น ๆ อีกมาก จึงถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการรู้คิดนี้

โจแนสเซน (Jonassen) กล่าวย้าว่าทฤษฎีการสร้างความรู้จะให้ความสำคัญกับกระบวนการและวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญาและความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมาย เหตุการณ์และสิ่งต่าง ๆ เขาเชื่อว่า

คนทุกคนมีโลกของตัวเอง ซึ่งเป็นโลกที่สร้างขึ้นด้วยความคิดของตน และคงไม่มีใครกล่าวได้ว่า โลกไหนจะเป็นจริงไปกว่ากัน เพราะโลกใครก็คงเป็นจริงสำหรับคนนั้น ดังนั้น โลกนี้จึงไม่มี ความจริงเดียวที่จริงที่สุด ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มนี้ถือว่าสมองเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่สุดที่เรา สามารถใช้ในการแปลความหมายของปรากฏการณ์ เหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ ซึ่งการแปล ความหมายดังกล่าวเป็นเรื่องที่เป็นส่วนตัว (Personal) และเป็นเรื่องเฉพาะตัว (Individualistic) เพราะการแปลความหมายของแต่ละบุคคลขึ้นกับการรับรู้ ประสบการณ์ ความเชื่อ ความต้องการ ความสนใจ และภูมิหลังของแต่ละบุคคลซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ว่าการเรียนรู้ตามทฤษฎี การสร้างความรู้เป็นกระบวนการในการ “Acting on” ไม่ใช่ “Taking in” กล่าวคือ เป็นกระบวนการ ที่ผู้เรียนต้องจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามา และนอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็น กระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมอง (Internal mental interaction) แล้วยังเป็นกระบวนการ ทางสังคมอีกด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านสติปัญญาและสังคมควบคู่กันไป (ทิสนา แคมมณี, 2550, หน้า 90-94)

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เชื่อว่า ความรู้ความเข้าใจเกิดจาก กระบวนการประมวลข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้รับมา แต่ความรู้ความเข้าใจที่เกิดขึ้นจะแตกต่าง กันในแต่ละบุคคลทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การรับรู้ ความสนใจ และประสบการณ์เดิม นอกจากนี้กระบวนการ ทางด้านสติปัญญาแล้วยังต้องมีกระบวนการทางสังคมด้วย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะจัดการเรียนรู้ ที่ให้ผู้เรียนได้ผ่านประสบการณ์การเรียนรู้แบบเป็นกลุ่ม เพื่อให้เกิดการกระบวนการทางด้าน สติปัญญาและสังคม

จากการศึกษาเอกสารทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะนำความรู้ ความเข้าใจข้างต้นไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ คอมพิวเตอร์เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ผู้เรียน มีประสบการณ์การเรียนรู้แบบเป็นกลุ่ม มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม มีการเชื่อมโยงความรู้ และมีการเสริมแรง

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, หน้า 123) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง วิธีการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ทิสนา เขมมณี (2553, หน้า 141) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน

Good (1973, p. 303) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าหมายถึง เทคนิคในการจัดการเรียนรู้ โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และพยายามค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

จากความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บายบีและคณะ (Bybee et al., 2006, p. 2) ได้สรุปการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นไว้ดังนี้

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ครูเข้าถึงความรู้เก่าของนักเรียนและช่วยให้นักเรียนสนใจในมโนคติใหม่ด้วยกิจกรรมสั้น ๆ ที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและตรวจสอบความรู้เดิม กิจกรรมควรเชื่อมระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ แสดงมโนติก่อนหน้าออกมา และจัดระเบียบความคิดที่มีต่อผลการเรียนรู้ของกิจกรรม

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ครูเตรียมกิจกรรมให้นักเรียนสำรวจและค้นหาอาจจะเป็นการทดลองที่ช่วยนักเรียนใช้ความรู้เก่าสร้างความคิดใหม่ สำรวจและค้นหาข้อสงสัย และออกแบบวิธีการหาคำตอบ

2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปจะมุ่งไปที่มุมมองของนักเรียนหลังจากผ่านการสร้างความสนใจและการสำรวจค้นหาโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ

หรือพฤติกรรม ในขั้นนี้ครูคอยช่วยแนะนำให้นักเรียน รวมไปถึงครูอธิบายให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกมากขึ้นซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญของขั้นนี้

2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความเข้าใจและทักษะไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ด้วยกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อนักเรียนจะได้มีความเข้าใจข้อมูลและทักษะที่มากขึ้น

2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

ขั้นการประเมินเป็นขั้นที่นักเรียนจะถูประเมินความเข้าใจและความสามารถเพื่อครูจะได้ทราบถึงความก้าวหน้าและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าเป็นไปตามของวัตถุประสงค์ในการเรียนหรือไม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้อธิบายรูปแบบการเรียนการสอนแบบ Inquiry cycle (5Es) ซึ่งมีขอบข่ายรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาอยู่แล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจจะจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทายให้นักเรียนตื่นเต้น สงสัย อยากรู้อยากเห็น หรือขัดแย้ง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา การศึกษาค้นคว้า หรือการทดลอง แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือปัญหาที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะศึกษา ทำได้หลายแบบ เช่น สาธิต ทดลอง นำเสนอข้อมูล เล่าเรื่อง/ เหตุการณ์ ให้ค้นคว้า/ อ่านเรื่อง อภิปราย/ พุดคุย สนทนา ใช้เกม ใช้สื่อ วัสดุอุปกรณ์ สร้างสถานการณ์/ ปัญหาที่น่าสนใจ ที่น่าสงสัยแปลกใจ

2. การสำรวจและค้นคว้า (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล วางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผล สมเหตุสมผล การลงข้อสรุปถูกต้องเชื่อถือได้ มีเอกสารอ้างอิงและหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้ (Elaborate)

4.1 ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า ทดลองเพิ่มขึ้น เช่น ตั้งประเด็นเพื่อให้นักเรียน ชี้แจงหรือร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ชักถามให้นักเรียนชัดเจนหรือกระจำในความรู้ที่ได้หรือเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับความรู้เดิม

4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบและลึกซึ้งยิ่งขึ้น หรือสมมุติละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน (Evaluate)

5.1 นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

5.2 นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการและผลงาน อภิปราย ประเมิน ปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป ถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการ และเกณฑ์ เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม

5.3 นักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ

1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมิน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับคอมพิวเตอร์เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ใช้ในการตรวจสอบความรู้เดิมและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมเพื่อการสำรวจ และค้นหาข้อมูล
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจ

และค้นหา มาอภิปรายจนได้ข้อสรุป พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจ นอกจากนี้ครูยังสามารถช่วยอธิบายเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

4. **ชั้นขยายความรู้** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้นำความเข้าใจไปใช้กับสถานการณ์ใหม่ เพื่อเพิ่มความเข้าใจ

5. **ชั้นประเมิน** เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะถูกประเมินความเข้าใจ เพื่อจะได้ทราบว่า เป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

3. บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สกุล มูลแสง (2554, หน้า 113-117) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 บทบาทของครูและนักเรียนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	- สร้างความสนใจ - สร้างความอยากรู้อยากเห็น - ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด - ดึงเอาคำตอบหรือแนวคิดที่ยังไม่ชัดเจน ไม่สมบูรณ์ - เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ	- ตั้งคำถาม - ตอบคำถาม - แสดงความคิดเห็น - กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน - แสดงความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ - สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน - ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน	- คิดอย่างอิสระภายในขอบเขตของกิจกรรม - ตั้งสมมติฐาน - บันทึกการสังเกต และการให้ข้อคิดเห็น - พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
	- ให้ออกกำลังกายกับนักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ - ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน	- ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง
3. อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง - ให้นักเรียนแสดงหลักฐานให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย - ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล - อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ - อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย
4. ขยายความรู้ (Elaboration)	- ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ - ให้นักเรียนอภิปรายอย่างหลากหลาย	- ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - นำข้อมูลจากการสังเกตไปสร้างความรู้ใหม่

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของผู้เรียน
	- ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถาม - ถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร	- นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน - ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อน ๆ
5. ขั้นประเมิน (Evaluation)	- สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ - ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน - ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม - ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจ	- ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว - แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ - ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง - ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ครูมีบทบาทในการกระตุ้น ส่งเสริมให้คำปรึกษา และประเมินผู้เรียนตลอดการเรียนรู้ ส่วนผู้เรียนมีบทบาทในการตั้งคำถามเกี่ยวกับข้อสงสัยเพื่อหาคำตอบ แล้วทำการสำรวจค้นเพื่อหาข้อสรุปและคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยที่ตั้งขึ้นจนเกิดเป็นองค์ความรู้แล้วนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายกับสถานการณ์อื่นที่ใช้หลักการเหมือนกัน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้ครูมีบทบาทเป็นที่ปรึกษา ส่วนผู้เรียนมีบทบาทเป็นผู้ดำเนินการในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

บายบีและคณะ (Bybee et al., 2006, pp. 41-42) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ผู้เรียนถูกกระตุ้นจากสถานการณ์ เพื่อสร้างความรู้และแนวคิดอย่างมีความหมาย
2. ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดและความรู้ของตนเองอย่างเต็มที่ โดยเรียนรู้วิธีการ
การเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนรู้ โดยสามารถกำหนดเป้าหมายและติดตามผลการเรียนรู้ได้
ด้วยตนเอง

ภพ เลาหไพบุลย์ (2542, หน้า 156-157) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้ผู้เรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของครู ผู้เรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ คือ

1. ผู้เรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จึงมีความ
อยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา
2. ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีจัดระบบความคิด
และวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ
ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย
3. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน
4. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนต์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น
5. ผู้เรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีดังนี้ คือ

1. ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง
2. ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่ทำให้น่าสงสัยแปลกใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย
และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียนมากเกินไป
จะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
3. ผู้เรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก ผู้เรียนอาจจะไม่สามารถ
ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้
4. ผู้เรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และผู้เรียน
ที่ต้องการแรงกระตุ้นเพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอสอดคำถามได้
แต่ผู้เรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนด้วยวิธีนี้เท่าที่ควร
5. ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของผู้เรียนในการศึกษาค้นคว้า
ลดลง

สรุปได้ว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้ ผู้เรียนจึงมีโอกาสได้ฝึกความคิดและการกระทำ ทำให้เกิดความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้มนต์ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น รวมไปถึงมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ ใช้เวลามากในการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนอาจมีความสนใจลดลงเมื่อจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อยู่เสมอ ในกรณีที่สถานการณ์ไม่ทำให้น่าสงสัย ผู้เรียนจะรู้สึกเบื่อหน่ายและถ้าควบคุมพฤติกรรมมากเกินไป ผู้เรียนจะไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ถ้าผู้เรียนระดับสติปัญญาต่ำหรือไม่มีวุฒิภาวะ จะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้ฝึกคิดและลงมือทำ ผ่านการเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทายความสามารถด้วยเวลาที่เพียงพอ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เถาหจรัสแสง (2541, หน้า 7) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าหมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่ง ซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดจากภาพโดยเนื้อหาความรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา โดยมีเป้าหมายสำคัญก็คือ การได้มาซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษาในลักษณะตัวต่อตัวซึ่งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบพร้อมทั้งการได้รับผลป้อนกลับ (Feedback) อย่างสม่ำเสมอกับเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกี่ยวข้องกับการเรียน นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้เป็นอย่างดีรวมทั้งสามารถที่จะประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา ดังนั้นผู้สอนจะสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วยการสอนของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะมีงานวิจัยหลายชิ้นสนับสนุนว่า ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนจะใช้เวลาเพียงสองในสามของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีที่สอนตามปกติ ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองโดยปราศจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่ในการศึกษา โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้ประโยชน์จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนเพิ่มเติมนอกเวลาได้

มนชัย เทียนทอง (2545, หน้า 3) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าหมายถึง บทเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกจัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบและมีแบบแผน โดยใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอและจัดการเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนนั้น ๆ ตามความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีทักษะและประสบการณ์ด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถเรียนรู้ได้

ไพโรจน์ ศิรณชนากุล ไพบุลย์ เกียรติโกมลและเสกสรรค์ แยมพิณิจ (2546, หน้า 21) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเสริม เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น การใช้คอมพิวเตอร์เสริมการสอนนี้สามารถใช้ประกอบขณะที่ผู้สอนทำการสอนเอง หรือการใช้สอนแทนผู้สอนทั้งหมดก็ได้

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 93) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer assisted instruction) ว่าหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระ และฝึกจากคอมพิวเตอร์ตามลำดับขั้นตอนของเนื้อหาสาระที่กำหนด ตามอัตราความสามารถของแต่ละคนเป็นการตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้ตามความสามารถ นิยมใช้ชื่อย่อว่า CAI

สรายุ ปริสุทธิกุล (2556, หน้า 1) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI (Computer aided instruction) หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน โดยมีโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหา นั้น ๆ โดยผู้พัฒนาโปรแกรมหรือผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ออกแบบวิธีการสอนที่เหมาะสมเข้าไปในกิจกรรมการเรียน โดยนำทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาเข้ามาประยุกต์ และมีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคลจนบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียน

Roblyer, M. D. (2003, p. 356) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ซอฟแวร์ที่ถูกออกแบบให้ช่วยสอนทั้งทางด้านข้อมูล และทักษะในหัวข้อที่เกี่ยวข้อง เรียกอีกอย่างว่า “Courseware”

Smaldino, S. E., Russell, J. D., Heinich, R., & Molenda, M. (2005, p. 110) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คอมพิวเตอร์เป็นส่วนหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยตรง ซึ่งคอมพิวเตอร์อาจจะนำเสนอข้อมูลที่ควบคุมได้เป็นลำดับขั้นตอน

Russell, S. L. (2014, p. 2) การสอนโดยตรงที่ให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมบทเรียนในระบบคอมพิวเตอร์

จากความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่สามารถนำเสนอสื่อประสม เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาความรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนพร้อมกับมีผลป้อนกลับ และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

จากความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงนิยาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าหมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือคำถามแล้วแสวงหาความรู้หรือคำตอบอย่างเป็นกระบวนการด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน และใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นตอนขยายความรู้

2. คุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เถาหจรัสแสง (2541, หน้า 8-11) ได้แบ่งคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 4 ประการ ได้แก่

1. สารสนเทศ (Information)

สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหาอาจเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้ ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางตรงก็ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานได้ เนื้อหาสาระและทักษะต่าง ๆ อย่างตรงไปตรงมาจากการอ่าน จำ ทำความเข้าใจ และฝึกฝน ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางอ้อมก็ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม และการจำลองซึ่งเนื้อหาสาระหรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับจะถูกแฝงเอาไว้ในรูปแบบของเกมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ฝึกทักษะทางการคิด การจำการสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว และเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลินและจูงใจให้ผู้ใช้มีความต้องการที่จะเรียนมากขึ้น

สารสนเทศเป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่แยกความแตกต่างระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมส์ ออกจากซอฟต์แวร์เกม ซึ่งมุ่งเน้นแต่ความบันเทิงและความเพลิดเพลินของผู้ใช้โดยไม่ได้นำมาซึ่งการให้ความรู้หรือทักษะ แก่ผู้เรียนแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์เกมบางชิ้นก็อาจจัดว่าเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทหนึ่งแต่ทั้งนี้เกมเหล่านั้นจะต้องมีคุณลักษณะสำคัญ กล่าวคือ จะต้องมีความหมายรวม หรือวัตถุประสงค์ในการนำเสนอเนื้อหา สารความรู้หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่ง

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization)

การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป (Individualization) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะ ที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้อง มีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบ การเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนรู้ของตนนี้ก็มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะ สำคัญ ๆ ได้แก่

- การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใด หรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา เช่น มีเมนูหรือรายการที่แยกเนื้อหาตามหัวข้อ อย่างชัดเจนหรือปุ่มควบคุมต่าง ๆ ในการสืบไป (Navigate) ในบทเรียน

- การควบคุมลำดับการเรียนรู้ การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือการสร้างลำดับ การเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น ในลักษณะการเรียนรู้เนื้อหาแบบโยงใยหรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งกำลังนิยมนำมาใช้ในปัจจุบัน ซึ่งผู้เรียนสามารถที่คัดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานความรู้ของตนได้

- การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือ ทำแบบทดสอบหรือไม่ หากจะทำจะทำมากน้อยเพียงใด เช่น การมีปุ่มควบคุมต่าง ๆ จัดหาไว้ ทุกหน้าที่จำเป็น เช่น ปุ่มเลิกทำ ปุ่มกลับไปหน้าเดิม เป็นต้น

นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจที่จะต้องมีระบบ ผู้เชี่ยวชาญ (Expert system) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) มาประยุกต์ใช้ เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การจัดเสนอ เนื้อหา (หรือแบบฝึกหัด) ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจ ของผู้เรียน เป็นต้น

3. การโต้ตอบ (Interaction)

การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนมากที่สุดนอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นหาใช่เกิดขึ้นเพียงจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแต่การคลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อย ๆ ที่ละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้

อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์มากมายที่โฆษณาตนเองว่าเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่เมื่อเปิดใช้กันจริง ๆ แล้ว ไม่น่าจะเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เลย ทั้งนี้ก็เพราะการที่ผู้สร้างไม่ได้นำคุณลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในส่วนของปฏิสัมพันธ์นี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบซอฟต์แวร์ทางการศึกษาที่ได้รับการออกแบบให้ผู้ใช้กดเมาส์เพื่อพลิกเปลี่ยนหน้าไปเรื่อย ๆ นั้น ไม่ถือว่าเป็นการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอนที่มีความหมาย (Meaningful) การที่จะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์โต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ผู้สร้างซอฟต์แวร์จำเป็นต้องใช้เวลาในส่วนของ การสร้างความคิด วิเคราะห์และสร้างสรรค์เพื่อให้ได้มาซึ่งกิจกรรมการเรียน (Activity) หรืองาน (Task) ที่ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับบทเรียนและเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback)

ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้วผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนได้ ความสามารถในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เองที่ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุแล้ว เนื่องจากสื่ออื่น ๆ นั้น ไม่สามารถที่จะประเมินผล การเรียนของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยฉับพลันเช่นเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของการให้ผลป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากมัลติมีเดีย-ซีดีรอมส่วนใหญ่ซึ่งได้มีการรวบรวมและนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ ฯลฯ แต่มัลติมีเดียซีดีรอมไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้ใช้อย่างใดอย่างหนึ่งไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบทดสอบแบบฝึกหัดหรือการตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งซึ่งทำให้มีเดีย-ซีดีรอมเหล่านั้นถูกจัดว่าเป็นสื่อสำหรับการนำเสนอ (Presentation media) ไม่ใช่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มนชัย เทียนทอง (2545, หน้า 14-16) ได้อธิบายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญ 4 ประการ หรือที่เรียกว่า 4 Is ได้แก่

1. ความเป็นสารสนเทศ (Information) หมายถึง การจัดระเบียบองค์ความรู้ที่ถ่ายโยงไปสู่ผู้เรียนอย่างเป็นระบบ โดยยึดหลักประสบการณ์การเรียนรู้ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ วิธีการคิด การออกแบบ และการพัฒนาบทเรียน ที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนให้เรียนรู้เนื้อหาอย่างเป็นระบบ โดยใช้หลักการและวิธีการของสารสนเทศ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนวิธีการศึกษาของผู้เรียนจากวิธีดั้งเดิมทั้งปริมาณและวิธีประมวลความรู้ กล่าวโดยสรุปก็คือ เนื้อหาที่จะนำเสนอในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเป็นสารสนเทศ (Information) ซึ่งผ่านการจัดระเบียบมาแล้ว ไม่ใช่ข้อมูลดิบ (Raw data) ทั่ว ๆ ไปเหมือนการนำเสนอข้อความปกติในเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ

การประมวลผลสารสนเทศ (Information processing) ของผู้เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. การรับข้อมูลเข้า (Input) โดยใช้อุปกรณ์รับข้อมูล (Input device) เช่น แป้นพิมพ์ เมาส์ เครื่องอ่านแผ่นแม่เหล็ก เครื่องอ่านแผ่นซีดีรอม เป็นต้น
2. ระบบปฏิบัติการ (Operating system) และโปรแกรมการใช้งาน (Application program) รวมทั้งระบบนิพจน์บทเรียน
3. การแสดงผลออก (Output) โดยใช้อุปกรณ์แสดงผล (Output device) เช่น จอภาพ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

การจัดแผนการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยพิจารณาความเป็นระบบสารสนเทศ เป็นการใช้ศาสตร์และศิลปะทางเทคโนโลยีการศึกษาและเทคโนโลยีการเรียนการสอน ได้แก่ การวางแผนการสอน การเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการจัดการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้ตามสภาพแวดล้อมของผู้เรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เป็นผลให้ผู้เรียนได้รับความรู้หรือทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดเพิ่มขึ้น

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีต้องมีลักษณะยืดหยุ่น เพื่อให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเอง รวมทั้งการเลือกรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมตามความถนัดของตนเอง ได้แก่

2.1 การควบคุมเนื้อหา บทเรียนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนรู้เนื้อหาในส่วนที่ต้องการหรือจะออกบทเรียนเมื่อไรก็ได้ ความสามารถในการควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้โดยการเข้าใจถึงผลที่เกิดตามมาของพฤติกรรมนับว่ามีความสำคัญมาก นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสามารถที่จะควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ว่า ถ้าผลที่เกิดตามมาของพฤติกรรมของผู้เรียนคือรางวัล ผู้เรียนจะมีความพอใจในพฤติกรรมของตนเอง แต่ถ้าผลที่ตามมาเป็นการลงโทษ อาจก่อให้เกิดความไม่พอใจ ทั้งความพอใจและความไม่พอใจ มีความใกล้ชิดกับมาตรฐานของพฤติกรรมที่ผู้แสดงพฤติกรรมได้ตั้งไว้

2.2 การควบคุมลำดับการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนรู้เนื้อหาได้ตามความสนใจ โดยสามารถเลือกรายการใดรายการหนึ่งตามความต้องการ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมลำดับขั้นการเรียนรู้และอัตราการเรียนตามความต้องการ เป็นวิธีการส่งเสริมให้ผู้เรียนลดความวิตกกังวลในการเรียน อันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนที่มีลักษณะต่างกัน และมีความสามารถในการเรียนรู้ต่างกัน อาจชอบวิธีการเรียนการสอนที่แตกต่างกันเป็นธรรมชาติ

2.3 การควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยพื้นฐาน ประกอบด้วย การเลือกรายการบทเรียน การตอบคำถาม การเลือกสื่อการเรียน การสอนที่ตนเองถนัด หรือการมีส่วนร่วมในสถานการณ์จำลองนอกจากนี้ยังอาจมีการนำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญ (ES – Expert system) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI – Artificial intelligent) มาประยุกต์ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อตอบสนองด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เช่น การแนะนำเสนอเนื้อหาในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

3. การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) หมายถึง การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้ตอบกับบทเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน ผลที่ตามมาก็คือจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การที่ให้ผู้เรียนได้ตอบบทเรียนโดยการคลิกเมาส์หรือกดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนเนื้อหาใหม่ทีละหน้าจอภาพ ไม่ถือว่าเป็นการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนแต่อย่างใด การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนจะต้องเป็นการร่วมพัฒนาองค์ความรู้ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนเท่านั้น เช่น การป้อนตัวเลขทางแป้นพิมพ์ การคลิกเมาส์ที่คำตอบในข้อคำถาม เป็นต้น การออกแบบบทเรียนในส่วนนี้ จึงต้องจัดระเบียบ

วิธีคิดเพื่อวิเคราะห์และสร้างสรรค์กิจกรรมการเรียนรู้หรือส่วนสำหรับฝึกปฏิบัติที่จะก่อให้เกิดความต่อเนื่องตามลำดับความสำคัญของเนื้อหา โดยยึดคุณลักษณะของการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนเป็นหลัก

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) จัดว่าเป็นกิจกรรมการเสริมแรงอย่างหนึ่งตามแนวความคิดของ Skinner ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการใช้คุณสมบัติของคอมพิวเตอร์ในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน คุณลักษณะด้านนี้ นับว่าเป็นจุดเด่นที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้รวดเร็วไม่เพียงแต่เป็นการป้อนกลับในรูปของการตอบคำถามเท่านั้น แต่ยังรวมถึงการประมวลผลความรู้จากแบบทดสอบที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยไม่ต้องรอคอยคำตอบจากการตรวจของผู้สอนเหมือนการสอนปกติในชั้นเรียนที่บางครั้งผู้เรียนต้องการทราบผลการเรียนรู้ทันที แต่ก็ไม่สามารถทำได้เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ได้แก่ เพื่อนร่วมชั้นมีจำนวนมาก หรืออายุเพื่อน เป็นต้น

สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 4 ประการด้วยกัน คือ

1. ความเป็นสารสนเทศ เนื้อหาสาระที่น่าเสนอต้องได้รับการเรียบเรียงแล้วมาเป็นอย่างดีเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ผู้สร้างได้กำหนดจุดประสงค์ไว้
2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นที่จะให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองและสามารถเลือกรูปแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ตามความถนัดของผู้เรียน
3. การมีปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีการโต้ตอบกับบทเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน
4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้ผู้เรียนสามารถประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในทันที ซึ่งจะทำให้เกิดการเสริมแรงให้กับผู้เรียน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีลักษณะเป็นสารสนเทศ ที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้อย่างต่อเนื่องแล้วผลป้อนกลับโดยทันทีและคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน

3. ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541, หน้า 11-12) แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ ประเภทคิวเตอร์ ประเภทฝึกหัด ประเภทเกม ประเภทการจำลองและประเภททดสอบ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทคิวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่บทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวเตอรจะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไรหรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียนลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้โดยที่ครูผู้สอน ไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจ ในการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมกับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

มนชัย เทียนทอง (2545, หน้า 40-52) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) พัฒนารุ่งขึ้นจากแนวความคิดที่ว่าคอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ใกล้เคียงกับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน สามารถใช้สอนแทนผู้สอน สอนเสริม และทบทวน ตลอดจนใช้ฝึกอบรมในสถานประกอบการได้ ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้จึงเป็นการนำเสนอองค์ความรู้ใหม่ ๆ หรือหลักการใหม่ ๆ โดยนำเสนอเนื้อหาและส่งเสริมให้มีการตอบคำถามระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน จอภาพของคอมพิวเตอร์จะแสดงเนื้อหาที่ละเฟรมที่ผ่านการออกแบบมาแล้วอย่างเป็นระบบ แล้วตั้งคำถามให้ผู้เรียนตอบ หลังจากนั้นบทเรียนจะวิเคราะห์คำตอบแล้วตัดสินใจว่า ควรจะนำเสนอเนื้อหาต่อไปหรือให้ผู้เรียนตอบคำถามใหม่หรือแสดงคำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ละขั้น ๆ จนจบบทเรียน ท้ายบทเรียนจะมีแบบทดสอบเพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หากผู้เรียนทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ก็จะสิ้นสุดบทเรียนหรือเข้าสู่บทเรียนถัดไป แต่ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผล อาจจะต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาซ้ำใหม่อีกครั้งหนึ่งหรืออาจแนะนำให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบางส่วนเพิ่มเติมก็ได้ ขึ้นอยู่กับการวางแผนของผู้ออกแบบบทเรียน

การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนผ่านจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องมีการจัดการที่ดี นั่นคือ การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั่นเอง โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่คล้ายการจำลองบทบาทหน้าที่ผู้สอน เพื่อดำเนินการนำเสนอเนื้อหา จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจสอบรับเนื้อหา และประเมินผลการเรียน โดยเน้นให้มีการปฏิสัมพันธ์ตลอดบทเรียน ถ้าการทำงานของโปรแกรมการจัดการมีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นตามความสามารถเฉพาะตัวของผู้เรียนดี ก็จะได้มาซึ่งบทเรียนที่มีคุณภาพดี ในทางกลับกันถ้าโปรแกรมการจัดการไม่ดี บทเรียนที่ได้อาจจะคล้ายกับการเปิดหนังสือทีละหน้า ๆ จนจบบทเรียน ในลักษณะของการสื่อสารแบบทางเดียว (One-way communication) ซึ่งไม่ใช่คุณสมบัติที่แท้จริงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเป็นบทเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ตลอดบทเรียน โดยยึดหลักการสื่อสารแบบสองทาง (Two-way communication) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้นว่า การป้อนข้อมูลทางแป้นพิมพ์ตอบโต้บทเรียน การคลิกเมาส์เพื่อตอบคำถาม หรือการเลือกข้อความสรุปบทเรียนจากการสัมผัสหน้าจอภาพ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน (Drill and practice)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน ออกแบบขึ้นมาโดยวัตถุประสงค์เพื่อฝึกและทบทวนความรู้ของผู้เรียนที่ได้ศึกษาผ่านมาแล้ว รูปแบบของบทเรียนจึงคล้ายกับแบบทดสอบที่เป็นข้อสอบแบบตัวเลือก แบบจับคู่ หรือแบบถูก-ผิด ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างแนวความคิดและหลักการที่มุ่งเน้นด้านเนื้อหาความรู้โดยตรง เพื่อนำความรู้ที่มีอยู่แล้วจากการเรียนการสอนโดยวิธีปกติในชั้นเรียนให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และสามารถปฏิบัติได้จริง เช่น ทักษะการบวกเลข ทักษะด้านคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ ทักษะการอ่าน และทักษะการเขียน เป็นต้น นอกจากนี้จะได้ผลดีในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิชาทางด้านภาษาแล้วยังประยุกต์ใช้กับวิชาทางด้านภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์ได้ดีเช่นกัน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ ทำได้ง่ายกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแรก เนื่องจากบทเรียนประเภทนี้เน้นที่แบบทดสอบเป็นหลัก ไม่ได้เน้นการเสนอเนื้อหา ซึ่งมีเงื่อนไขทางด้านการเรียนรู้เกี่ยวข้องด้วย อย่างไรก็ตาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวนที่ดีนั้น จะต้องออกข้อสอบให้มีจำนวนมากและเก็บไว้ในธนาคารข้อสอบ บทเรียนจะทำหน้าที่สุ่มข้อสอบขึ้นมานำเสนอ ผู้เรียนแต่ละคนจะได้รับข้อสอบแตกต่างกันและการฝึกทบทวนแต่ละครั้งก็จะได้ข้อสอบที่แตกต่างกันด้วย ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจำข้อสอบได้ นอกจากนี้ตัวข้อสอบที่ดีนั้น จะต้องผ่านกระบวนการทางสถิติเพื่อหาคุณภาพมาก่อน ได้แก่ ค่าระดับความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น เพื่อให้เป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถแยกระดับความสามารถของผู้เรียนและวัดผลได้ตรงจุด อันจะส่งผลให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพตามมา

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ในการเรียนการสอน เป็นวิธีการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์เลียนแบบเพื่อทดแทนสภาพจริงหรือปรากฏการณ์จริงที่เป็นอยู่ โดยไม่สามารถเรียนรู้กับสภาพจริงเหล่านั้นได้ เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ทั้งทางด้านกายภาพหรือองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น เวลา และสถานการณ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ จึงถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้กับสถานการณ์ดังกล่าวนำเสนอแก่ผู้เรียน โดยอาจมีการลดขั้นตอนหรือตัดทอนรายละเอียดบางส่วนลงไปบ้าง นอกจากนี้ยังอาจจะนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมานำเสนอเป็นบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้พบเห็นสภาพจำลองของเหตุการณ์ เป็นการฝึกฝนทักษะการเรียนรู้โดยไม่เกิดอันตรายหรือเสียค่าใช้จ่ายสูงมากเหมือนกับการศึกษาจากสภาพความเป็นจริงหรือเหตุการณ์จริง

วิธีการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ จะแตกต่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเนื้อหาใหม่ กล่าวคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ จะนำเสนอเนื้อหาโดยวิธีการถามตอบให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ทีละขั้น ๆ แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในกิจกรรมต่าง ๆ ที่จำลองจากสภาพจริง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากสภาพความเป็นจริงหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional game)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน พัฒนามาจากแนวความคิดของทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement theory) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) เช่น ความสนุกสนาน จะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และมีความคงทน (Retention) ในการจดจำเนื้อหาดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic motivation) เป้าหมายของบทเรียนประเภทนี้ ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้ฝึกและทบทวนเนื้อหา รวมทั้งแนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้วคล้ายกับบทเรียนแบบฝึกทบทวน แต่ปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุกสนาน ตื่นเต้น และเร้าความสนใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน

หลักสำคัญในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอนก็คือ การท้าทาย (Challenge) กระตุ้นจินตนาการแบบเพ้อฝัน (Fantasy) และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) เพื่อให้เกิดการแข่งขันหรือความร่วมมือในเกม ซึ่งเป็นเกมการแข่งขันที่ผู้เรียนจะมองแต่ชัยชนะหรือความสำเร็จในผลลัพธ์สุดท้าย ส่วนเกมความร่วมมือ มักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มหรือการทำงานเป็นทีมเพื่อแก้ปัญหาย่างใดอย่างหนึ่ง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนจึงมีประโยชน์ในการเรียนการสอนสูง โดยเฉพาะในกลุ่มผู้เรียนระดับเด็กเล็ก เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องการแรงจูงใจมากกว่าผู้เรียนระดับผู้ใหญ่หรือเด็กโต ทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้เกิดสูงขึ้นตามไปด้วย แต่การเลือกใช้บทเรียนประเภทนี้จะต้องพิจารณาให้รอบคอบ ไม่ควรเลือกบทเรียนประเภทเน้นความบันเทิงเพียงอย่างเดียว เพราะจะทำให้เป้าหมายของการเรียนรู้เปลี่ยนไปเป็นการเอาชนะเพียงอย่างเดียวโดยไม่สนใจเนื้อหาของบทเรียน

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test)

บทเรียนประเภทนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แบบค้นพบ (Discovery) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งจัดว่าเป็นประเภทหนึ่งของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในการทำแบบทดสอบ การทดสอบนับว่าเป็นส่วนสำคัญที่สุดในกระบวนการเรียนการสอนที่จะประเมินผลผู้เรียนว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์หรือไม่เพียงใด ซึ่งสามารถทำได้ทุกขั้นตอน ทั้งก่อนเริ่มเรียน ระหว่างการเรียน และหลังการเรียน

การทดสอบแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การทดสอบในการประเมินผลย่อยและการทดสอบในการประเมินผลรวม การทดสอบในการประเมินผลย่อยมีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความพร้อมและวัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดสภาพและกิจกรรมการเรียนการสอน

ให้เหมาะสม รวมทั้งการวินิจฉัยปัญหาและข้อบกพร่องของผู้เรียนว่าต้องการซ่อมเสริมทักษะและความรู้ในด้านใด ส่วนการทดสอบเพื่อประเมินผลรวม มีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปการตัดสินใจว่าผ่าน-ไม่ผ่าน รวมทั้งการให้เกรดในขั้นสุดท้ายของกระบวนการเรียนรู้

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทดสอบ จำแนกได้ 2 วิธี ได้แก่ การใช้ช่วยสร้างแบบทดสอบและการช่วยให้ดำเนินการสอบ ปัจจุบันระบบนิพนธ์บทเรียนสามารถใช้ช่วยสร้างแบบทดสอบได้แทบทุกประเภท ทั้งแบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแบบเลือกตอบที่สามารถเปลี่ยนแปลงคำตอบได้ในลักษณะของการสุ่ม เช่น ข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตาม แบบทดสอบที่ไม่เหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือแบบอัตนัยหรือแบบปลายเปิดสอบถามความคิดเห็น ซึ่งคำตอบที่ถูกต้องไม่สามารถกำหนดได้ตายตัว

ส่วนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยดำเนินการสอบ หมายถึง การเลือกข้อสอบ การพิมพ์ข้อสอบ และการตรวจให้คะแนนผลการสอบ คอมพิวเตอร์สามารถเอื้ออำนวยประโยชน์ได้อย่างดี โดยเฉพาะการเก็บข้อสอบไว้ในธนาคารข้อสอบเพื่อสะดวกต่อการเลือกใช้ไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน ถ้าคอมพิวเตอร์ต่อเชื่อมเป็นระบบเครือข่ายด้วยแล้ว จะทำให้การทดสอบมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งประหยัดเวลาในการสอบด้วย

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 93-95) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ดังนี้

1. การนำเสนอเนื้อหา (Tutorial instruction) เป็นการนำเสนอเนื้อหาสาระการเรียนรู้แก่ผู้เรียน โดยเรียงเนื้อหาสาระการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องกันไป ผู้เรียนศึกษาตามลำดับเนื้อหาสาระที่วางไว้จากง่ายไปหายาก มีการแทรกคำถามกิจกรรมเพื่อทบทวนและตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะวิเคราะห์คำตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) หากตอบผิดก็จะให้ทบทวนใหม่จนกว่าจะถูก แล้วให้เรียนเนื้อหาสาระใหม่ต่อไปและมีการเสริมแรง บทเรียนประเภทนี้เหมาะกับการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพื่อการเรียนรู้เรื่องกฎเกณฑ์หรือวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. การฝึกฝนหรือแบบฝึกหัด (Drills and practice) เป็นบทเรียนที่นำเสนอแบบฝึกหัดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดต่อจากเรื่องที่ครูสอนมาแล้ว เป็นการวัดความเข้าใจ ทักษะ ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมมาก คือ จับคู่ ถูกผิด เลือกข้อถูก การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเรื่องที่เรียนมากแล้วเป็นอย่างดี นำมาใช้ฝึกหัดในการเรียนรู้หลายสาขา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภูมิศาสตร์

3. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนในการจำลองสถานการณ์มาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แทนสถานการณ์จริง เป็นบทเรียนที่ผู้เรียนได้ฝึกเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง รูปแบบประกอบด้วยการนำเสนอเนื้อหา ข้อมูล การแนะนำทักษะการปฏิบัติในการเรียน และให้ผู้เรียนได้ฝึกในสถานการณ์จำลองในรูปแบบต่าง ๆ บทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการได้มาก ช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้

การจำลองสถานการณ์แบ่งออกเป็น การจำลองสถานการณ์การทำงาน เช่น การขับรถ ปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ การจำลองสถานการณ์แบบระบบการทำงาน เป็นการให้ออกแบบหรือจัดระบบเพื่อค้นคว้าหาปัญหาหรืออุปสรรคในระบบ ละการจำลองสถานการณ์แบบประสบการณ์ในการตัดสินใจเมื่อเผชิญกับปัญหา นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับงาน ธุรกิจ อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์

4. เกมเพื่อการเรียนการสอน (Instruction games) เป็นบทเรียนที่ใช้เกมเพื่อการเรียนการสอน กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ สนุกกับการเล่นเกมการศึกษาซึ่งทำให้บรรยากาศการเรียนดีขึ้น เป็นการพัฒนาการคิด การแก้ปัญหา ผู้เรียนได้รับความรู้และสนุกสนานไปพร้อม ๆ กัน เป้าหมายหลักของเกม คือ การศึกษา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญ

5. การค้นพบ (Discovery) เป็นบทเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำสิ่งต่าง ๆ ก่อนจนกระทั่งสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง โปรแกรมจะเสนอปัญหาให้ข้อมูลในการแก้ไข ลองผิดลองถูกจนกว่าจะค้นพบข้อสรุปที่ถูกต้องที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นแบบฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกตัดสินใจ โดยกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาฝึกแก้ปัญหาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ ซึ่งผู้เรียนต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหาจึงจะเรียนรู้ได้ดี

7. การทดสอบ (Testing) เป็นบทเรียนที่ใช้ในการทดสอบแบบปรนัยมีตัวเลือกหรือคำถาม เป็นการทดสอบที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานสนใจ ผู้เรียนต้องใช้ความสามารถที่จะนำความรู้มาใช้ตอบคำถาม ซึ่งต่างจากการสอบแบบเก่าที่มุ่งวัดแต่ความรู้ของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว ผู้สร้างบทเรียนประเภทนี้ต้องคำนึงถึงหลักการสร้างข้อทดสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ และการประเมินผล การสอบของผู้เรียน

8. แบบสนทนา (Dialogue) เป็นบทเรียนรูปแบบการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน คือ เป็นการพูดคุยระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน โดยการพูดคุยเป็นการอ่านอักษรจากหน้าจอแทนเสียงพูดของผู้สอน และมีการสอนด้วยการตั้งคำถามในลักษณะการใช้แบบสอบถาม เป็นการแก้ปัญหา

อย่างใดอย่างหนึ่ง

9. แบบไต่ถาม (Inquiry) เป็นบทเรียนให้ข้อมูลข่าวสาร โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์เพื่อใช้ในการค้นคว้าข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่มีประโยชน์ สามารถแสดงข้อมูลข่าวสารได้ทันที เพียงกดหมายเลขหรือรหัสการไต่ถาม จะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert system) เป็นบทเรียนที่บรรจุความรู้ กฎเกณฑ์ในการแก้ปัญหาไว้ในโปรแกรม เป็นโปรแกรมที่ฉลาด สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ในลักษณะที่ปรึกษา จนสามารถให้คำตอบหรือข้อสงสัยของผู้เรียนได้

11. แบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นบทเรียนที่รวบรวมหลาย ๆ รูปแบบรวมกัน ซึ่งสัมพันธ์กับธรรมชาติการเรียนรู้การสอนที่ต้องใช้วิธีการเรียนหลาย ๆ แบบ เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน บทเรียนประเภทนี้จึงมีหลายรูปแบบมารวมอยู่ด้วยกัน อาจเป็นเพื่อการสอน เกม ประสิทธิภาพแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน

จากการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ข้างต้น สามารถแบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ ตัวเตอร แบบฝึกหัด การจำลอง เกม และแบบทดสอบ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวเตอรหรือศึกษาเนื้อหาใหม่เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะถูกนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในชั้นขยายความรู้ ซึ่งผู้เรียนทราบแต่เพียงหลักการหรือมโนมคติยังไม่ได้นำหลักการหรือมโนมตินั้นไปใช้ ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวเตอรสามารถช่วยสอนในขั้นตอนนี้ได้

4. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 96-98) ได้กำหนดขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. สํารวจเรื่องที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ศึกษาสภาพปัญหา อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาว่า สาธการเรียนรู้เรื่องใดที่ผู้เรียนขาดความรู้ ความเข้าใจ เนื้อหาสาธการเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกเบื้อหน่ายต่อการเรียน เนื้อหาสาธที่ยาก มีความซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ เนื้อหาสาธการเรียนรู้ใหม่ สาธการเรียนรู้ที่ขาดเอกสารสำหรับผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้สร้างเข้าใจหลักการการสร้างที่ถูกต้อง ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นไปตามหลักการทฤษฎีที่จะส่งผลให้ผู้เรียนมีคุณภาพ

3. กำหนดประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเลือกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสำคัญมาก เพราะผู้สร้างต้องคำนึงถึงจุดประสงค์ของการสร้าง การนำเสนอเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ระยะเวลาที่ใช้ ดังนั้น การเลือกประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้สร้างสามารถเลือกประเภทและสร้างได้ตรงกับความต้องการ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ถูกต้องตามหลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภทมากยิ่งขึ้น

4. กำหนดสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้

เป็นการนำสาระการเรียนรู้หลักมาแตกเป็นกรอบย่อย ๆ ตามความต้องการ โดยเรียงเนื้อหาสาระตามลำดับความสำคัญ ตามลำดับความยากง่าย เพื่อให้เนื้อหาสาระการเรียนรู้มีความต่อเนื่องกันตั้งแต่ต้นจนจบ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ดี จากนั้นนำสาระการเรียนรู้แต่ละกรอบย่อยมากำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ว่าต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจทักษะใดในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

5. เขียนเนื้อหาสาระย่อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อกำหนดสาระการเรียนรู้ย่อยได้ครบถ้วนสมบูรณ์แล้ว ต่อไปเป็นกระบวนการศึกษาค้นคว้า เพื่อนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากการค้นคว้าจากหนังสือ แหล่งความรู้ต่าง ๆ มาเรียบเรียงให้มีเนื้อหาสาระครอบคลุม ชัดเจน เข้าใจง่าย และมีความสมบูรณ์เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ควรที่จะนำเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากหนังสือเพียงเล่มเดียว เพราะจะทำให้ได้เนื้อหาสาระไม่ครอบคลุม การเรียบเรียงต้องใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายสำหรับผู้เรียน

6. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นแรก

เป็นการนำเนื้อหาสาระที่ได้ศึกษาค้นคว้าไว้อย่างสมบูรณ์ ครบถ้วน และพอเหมาะกับระดับชั้นเรียนมาจัดเรียงลำดับเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้จากง่ายไปหายาก แล้วจึงกำหนดโครงเรื่องการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. เขียนผังการทำงาน

โดยการเขียนแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาสาระที่ต้องการนำเสนอ แบบฝึกหัดหรือกิจกรรมประเมินผล เพื่อให้เห็นถึงการเชื่อมโยงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องสัมพันธ์ในทุกขั้นตอนบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

8. สร้างแผนเรื่องราวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เป็นการออกแบบนำเสนอเนื้อหาสาระการเรียนรู้ กิจกรรม แบบฝึก หรือประมวลผลให้ลักษณะข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว กราฟฟิก สี แสง เสียง ตัวอักษร ลักษณะแบบทดสอบ กิจกรรมให้เห็นบนหน้าจอแทนกระดาษ

9. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เป็นการใช้ภาษาหรือโปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีให้เลือกหลายโปรแกรม ผู้สร้างเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมกับประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง และควรขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ให้ทำหน้าที่ดูแลช่วยเหลือเพื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างจะได้มีคุณภาพทั้ง ข้อความ ภาพ เสียง กิจกรรม และการประเมินผล

10. ประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำเร็จแล้วต้องนำมาประเมินความเหมาะสมก่อนนำไปใช้จริง เพื่อความมั่นใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม ทั้งเนื้อหาสาระ ภาพ เสียง คนตรี กิจกรรม ควรนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อประเมินความเหมาะสมอีกครั้ง โดยยึดเกณฑ์การประเมินค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป จึงเป็นที่ยอมรับว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม

11. หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญก็เป็นที่ยอมรับในระดับหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ควรนำไปทดลองให้กับผู้เรียนเพื่อให้แน่ใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นจะต้องปรับปรุงให้สมบูรณ์ที่สุด โดยดำเนินการหาประสิทธิภาพใน 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one testing) การทดลองกลุ่มเล็ก (Small-group testing) และการทดลองภาคสนาม (Field testing) เมื่อมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพแล้วจึงนำไปใช้จริงต่อไป

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเริ่มจากการสำรวจเรื่องที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีสภาพปัญหาหรืออุปสรรคในการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างไร ต่อมา

ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจึงจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นไปตามหลักการทฤษฎี หลังจากนั้นกำหนดประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้สร้าง ต่อจากนั้นกำหนดสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ว่าต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ทักษะใดในการเรียนรู้ ต่อมาเขียนเนื้อหาสาระย่อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยศึกษาค้นคว้าเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ มาเรียบเรียงจนเป็นสารสนเทศ หลังจากนั้นออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นแรกโดยกำหนดโครงเรื่องการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต่อจากนั้นเขียนผังการทำงานเพื่อให้เห็นการเชื่อมโยงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละขั้น ต่อมาสร้างแผนเรื่องราวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยการออกแบบการนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ หลังจากนั้นสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต่อจากนั้นประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยนำเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อประเมินความเหมาะสม สุดท้ายหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนแล้วปรับปรุงจนผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามขั้นตอนที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 9-11) ได้กำหนดการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional behavior) คือประเมินผลต่อเนื่องซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงานเป็นกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal behavior) คือประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดค่าให้ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1/E_2 = \text{ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์}$

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย (Cognitive domain) จิตพิสัย (Affective domain) และทักษะพิสัย (Skill domain)

ในขอบข่ายพุทธิพิสัย เนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมากคือ 90/ 90 85/ 85 80/ 80 ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/ 80 75/ 75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/ 75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใด ก็มักได้ผลเท่านั้น

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา
ก. โดยใช้สูตร

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียนนอกห้องเรียนหรือออนไลน์
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยผลการทดสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ข. โดยวิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

สำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

เกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนจะตั้งตามความพอใจของผู้สอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้าง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ 80/ 80 ในความหมาย ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียนทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิผลของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 คือ เป็นประสิทธิผลของผลลัพธ์ เพราะสามารถประเมินได้ทั้งกระบวนการและผลลัพธ์

6. ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มนชัย เทียนทอง (2545, หน้า 6-7) ได้อธิบายข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นผลสรุปจากการวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบปกติ หรือเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบอื่น ๆ
2. เวลาเรียนของผู้เรียนลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนเก่ง จะไม่เสียเวลาคอยเพื่อนร่วมชั้นเรียน
3. ความสนใจของผู้เรียนสูงขึ้น เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะผู้เรียนที่ค่อนข้างช้า จะมีผลสัมฤทธิ์มากกว่าผลสัมฤทธิ์จากวิธีการเรียนแบบปกติ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง โดยมีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์มากกว่าสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ

5. ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง นับตั้งแต่การจัดบทเรียน เลือกกิจกรรมที่ตนเองถนัด จนถึงประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำเสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว จับใจ การย้อนกลับหรือข้ามบทเรียนไปยังเนื้อหาถัดไป ทำได้ง่าย และสะดวก นอกจากนี้สื่อที่ใช้เก็บบันทึกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความจุสูงมาก เช่น ซีดีรอมแผ่นหนึ่งสามารถเก็บบันทึกข้อมูลได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า

7. สามารถนำเสนอกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ และภาพโครงร่างซับซ้อนประกอบการเรียนได้ นอกจากนี้ ยังใช้เสียงประกอบบทเรียนในลักษณะของสื่อประสมได้ ทั้งเสียงบรรยาย เสียงดนตรี และเสียงผลพิเศษ (Sound effect)

8. ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ได้ สะดวกตามความต้องการ อีกทั้งยังสามารถเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เช่น บทเรียน WBI/WBT

9. การได้นำคำตอบของผู้เรียนมาใช้ในการวิจัย นับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการปรับปรุงและแก้ไขบทเรียนในภายหลัง เพื่อให้เป็นบทเรียนที่มีคุณภาพ และสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนที่แท้จริง

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 95) ได้อธิบายข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. มีเทคนิคนำเสนอ สี เสียง ภาพ ภาพเคลื่อนไหวดึงดูดความสนใจ
2. การนำเสนอเนื้อหาสาระได้หลายรูปแบบน่าสนใจ
3. ฝึกกิจกรรมที่ซับซ้อนยากแก่การสอนปฏิบัติจริงได้ดี
4. สอนทักษะที่เป็นงานเสียงอันตรายได้ดี
5. มีความเร็วในการโต้ตอบผู้เรียนแต่ละคน เสริมให้อยากเรียนรู้มากขึ้น
6. มีความสามารถในการจำสูง บันทึกการทำกิจกรรมและนำกลับมาใช้ใหม่ได้
7. กระตุ้นความรู้สึกของผู้เรียนเนื่องจากมีความแปลกใหม่ในการนำเสนอ
8. ผู้เรียนมีความเป็นส่วนตัวในการเรียนแต่ละคน
9. ผู้เรียนเลือกเวลาเรียนได้ตามต้องการ
10. คอมพิวเตอร์ปราศจากอารมณ์ไม่มีความเหนื่อยล้า

วรวิทย์ นิเทศศิลป์ (2551, หน้า 227-228) ได้อธิบายข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ
 2. มีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที มีสีสัน ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
 3. ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริง ก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นไป
 4. ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาหรือบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียน
 5. นักเรียนเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียน
 6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ
 7. ผู้เรียนได้เรียนแบบกระทำด้วยตนเอง
 8. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา
 9. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตัวเองได้
 10. ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนก่อน
 11. ยืดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานการณ์ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน บ้าน หรือที่ทำงาน
 12. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน
 13. เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียน แต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม
 14. มีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ
 15. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปยาก
 16. ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน
- ภาสกร เรืองรอง (2558, หน้า 44-45) ได้อธิบายข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. บทเรียน CAI มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนในขณะที่เรียน มากกว่าสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ เนื่องจากใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอบทเรียน
2. บทเรียน CAI สนับสนุนการเรียนแบบรายบุคคล (Individualization) ได้อย่างดี
3. บทเรียน CAI ช่วยลดต้นทุนในด้านการจัดการเรียนการสอนได้ เพราะการเรียนด้วย CAI ไม่ต้องใช้ครูผู้สอน เมื่อสร้างบทเรียนแล้ว การทำซ้ำเพื่อการเผยแพร่ใช้ต้นทุนต่ำมาก และสามารถเข้าถึงผู้เรียนได้เป็นจำนวนมาก เมื่อเทียบกับการสอนโดยใช้ครูผู้สอน
4. บทเรียน CAI มีแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจเรียนเพิ่มขึ้น เนื่องจากบทเรียน CAI

ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ในการนำเสนอบทเรียน เป็นสิ่งแปลกใหม่ มีการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนตลอดเวลา ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย ทำให้ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วย

5. บทเรียน CAI ให้ผลย้อนกลับ (Feedback) แก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองได้ทันที

6. บทเรียน CAI สะดวกต่อการติดตามประเมินผลการเรียน โดยมีการออกแบบสร้างโปรแกรมให้สามารถเก็บข้อมูลคะแนนหรือผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนไว้ สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อประเมินผลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับครูผู้สอน

7. บทเรียน CAI มีเนื้อหาที่คงสภาพแน่นอน เนื่องจากเนื้อหาของบทเรียน CAI ได้ผ่านการตรวจสอบให้มีเนื้อหาที่ครอบคลุม จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างถูกต้อง มีความคงสภาพเหมือนเดิมทุกครั้งที่เรียน ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนเมื่อได้เรียนบทเรียน CAI ทุกครั้งจะได้เรียนเนื้อหาที่คงสภาพเดิมไว้ทุกประการ ต่างจากการสอนด้วยครูผู้สอนที่มีโอกาสที่การสอนแต่ละครั้งของครูผู้สอนในเนื้อหาเดียวกัน อาจมีลำดับเนื้อหาไม่เหมือนกันหรือข้ามเนื้อหาบางส่วนไป

ข้อจำกัดของบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มนชัย เทียนทอง (2545, หน้า 7-8) ได้อธิบายข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. เสียค่าใช้จ่ายสูงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ ได้แก่ ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบ และด้านซอฟต์แวร์ ได้แก่ ระบบนิพจน์บทเรียน และ โปรแกรมอรรถประโยชน์ (Utility program) สนับสนุนพัฒนาบทเรียน

2. ต้องจัดเตรียมผู้เชี่ยวชาญหลายด้านร่วมระดมความคิด เพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งด้านหลักสูตรและด้านการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน ด้านการวัดและประเมินผล และด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

3. ใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมทั้งเวลาสำหรับการทดสอบประเมินผลคุณภาพบทเรียน รวมทั้งการปรับปรุงแก้ไข

4. ยากในการออกแบบบทเรียนให้มีคุณภาพดี เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่คั้นนั้นจะต้องออกแบบให้มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานและเหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความถนัดแตกต่างกันจึงเป็นเรื่องยากที่จะออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับกลุ่มเป้าหมายที่มีความต้องการแตกต่างกันทุก ๆ กลุ่ม

5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ถูกออกแบบไว้ก่อนที่จะมีการเรียนการสอน จึงมีขั้นตอนการเรียนรู้ตามแผนการสอนที่วางไว้ทุกประการ เมื่อนำไปใช้ในการเรียน

การสอน จึงไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นโดยฉับพลันในระหว่างกระบวนการเรียนรู้ได้ในบางครั้ง

6. ผู้ได้รับการตอบสนองจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบที่แน่นอนตามการจัดการของโปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถตรวจสอบพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนขณะที่เรียนได้

7. ปัญหาทางเทคนิค เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนำเสนอผ่านจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง การใช้งานจึงอาจเกิดปัญหาขึ้นได้ บทเรียนจึงใช้ได้ผลดีสำหรับผู้เรียนที่มีความรู้ด้านการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาบ้าง

8. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากเกินไป จะเป็นการลดความสัมพันธ์ของเพื่อนร่วมชั้นและปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อกันในทางสังคมจะลดน้อยลงไป อาจส่งผลให้เห็นความสำคัญของผู้สอนน้อยลงไปได้เช่นกัน

9. ผู้เรียนระดับผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีโปรแกรมการเรียนรู้เป็นขั้นตอน ทำให้เกิดอุปสรรคในการเรียนรู้ได้มากกว่าผู้เรียนระดับเด็ก

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 96) ได้อธิบายข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ราคาแพง อุปกรณ์ค่อนข้างมาก
2. โปรแกรมการเรียนรู้มีคุณภาพค่อนข้างจำกัด
3. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องจัดทำหลายขั้นตอน
4. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลงทุนสูง
5. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ใช้เวลามาก
6. ความซับซ้อนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำให้ยากต่อการเรียนรู้ได้ดี
7. ครูใช้คอมพิวเตอร์มีความรู้ไม่เพียงพอ
8. บางโรงเรียนมีเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ
9. ครูผู้สอนบางคนไม่ชอบการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์
10. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ดี

สรุปได้ว่า ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น เวลาของผู้เรียนลดลง มีการนำเสนอสื่อแบบมัลติมีเดียจึงทำให้น่าสนใจความสนใจผู้เรียนสูงขึ้น มีความเร็วในการโต้ตอบทำให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้มากขึ้น มีความเป็นส่วนตัวในการเรียนและเลือกเวลาเรียนได้ตามต้องการ ใช้ฝึกกิจกรรมที่มีความซับซ้อนยากแก่การสอนปฏิบัติจริงได้ดีหรืองานเสี่ยงอันตราย นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ไม่มีความเหน็ดเหนื่อย ส่วนข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอน คือ เสียค่าใช้จ่ายสูงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ต้องจัดเตรียมผู้เชี่ยวชาญหลายด้านเพื่อออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการจัดทำหลายขั้นตอนและใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในบางครั้งพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ไม่ดี ไม่สามารถตรวจสอบพฤติกรรมการเรียนรู้ ขณะที่เรียนได้ ผู้เรียนควรจะมีความรู้ด้านการใช้คอมพิวเตอร์บางส่วน ผู้เรียนระดับเด็กอาจนึกใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าระดับผู้ใหญ่ ครูบางคนไม่ชอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ คอมพิวเตอร์หรือมีความรู้คอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ บางโรงเรียนมีคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้ฝึกคิด และลงมือทำ ผ่านการเผชิญกับสถานการณ์ที่ท้าทายความสามารถด้วยเวลาที่เพียงพอ และมีบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสนใจในการเรียนรู้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัญยกานต์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ความสำเร็จที่ได้รับจากความสามารถ ความรู้และทักษะ หรือผลของการเรียนการสอน หรือผลงานที่เด็กได้จากการประกอบกิจกรรมส่วนนั้น ๆ

ราชบัณฑิตยสถาน (2555, หน้า 9) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ผลการเรียนรู้ที่วัดหรือเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้แบบทดสอบหรือเครื่องมืออื่น ที่เหมาะสมประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556, หน้า 166) ได้ให้ความหมายของ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าหมายถึง ผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอน ในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ผลของการเรียนจากการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ได้มาจากเครื่องมือวัดโดยมีเกณฑ์ที่ใช้วัด

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

บลูม (Bloom, 1956 อ้างถึงใน ภพ เลหาไพบุลย์, 2542, หน้า 97-99) ได้จำแนกประเภท ของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะ พิสัย

1. พุทธิพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด เป็นการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา การเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยแบ่งเป็น 6 ชั้น ซึ่งเรียงลำดับจากชั้นต่ำไปสู่ชั้นสูงดังนี้

1.1 ความรู้ เป็นความสามารถในการรับรู้และจำเรื่องต่าง ๆ อาจจำแนกย่อยได้เป็นความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์หรือเทอมเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้ในแบบแผนข้อตกลง ลำดับขั้นตอนและแนวโน้ม การจัดประเภท เกณฑ์ และเทคนิควิธีการ

1.2 ความเข้าใจ เป็นความสามารถในการแปลความ การตีความ การขยายความ สรุปอ้างอิง อธิบาย บรรยายในเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ

1.3 การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการนำหลักการ กฎเกณฑ์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้

1.4 การวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะความรู้ต่าง ๆ เป็นการหาองค์ประกอบย่อย จนกระทั่งมองเห็นความสำคัญ และหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ข้อมูลย่อย ๆ เหล่านั้น และหาหลักการของความรู้นั้นได้

1.5 การสังเคราะห์ เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยเข้าเป็นเรื่องราวเดียวกัน การสังเคราะห์แบ่งออกได้เป็น การสังเคราะห์เป็นแผนงานหรือกิจกรรมที่จะปฏิบัติ การสังเคราะห์เป็นนามธรรม หรือการสร้างหลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ

1.6 การประเมินค่า เป็นความสามารถในการวินิจฉัยหรือตัดสินเกี่ยวกับคุณค่าของการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดลงไป โดยยึดถือเกณฑ์เป็นหลัก

2. เจตพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับความสนใจ เจตคติ คุณธรรมหรือค่านิยม ความซาบซึ้ง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ทางด้านความรู้ลึก การเรียนรู้ด้านเจตพิสัยแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งเรียงลำดับจากชั้นต่ำไปสู่ชั้นสูงดังนี้

2.1 การรับรู้สิ่งเร้า คือ การที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ แล้วเกิดความสนใจและรับรู้สิ่งแวดล้อมนั้น โดยที่ผู้เรียนมีความรู้ตัว ตั้งใจ รับรู้ หรือตั้งใจที่ถูกควบคุมให้รับรู้

2.2 การตอบสนอง เมื่อผู้เรียนได้รับรู้สิ่งแวดล้อม ผู้เรียนเริ่มมีปฏิกิริยาโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมที่รับเข้ามา มีความตั้งใจที่จะตอบสนอง มีความพึงพอใจในการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมนั้น

2.3 การสร้างค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้รับรู้และมีปฏิกิริยาโต้ตอบแล้ว ต่อมาเป็นการสร้างค่านิยม คือ การยอมรับคุณค่าของสิ่งนั้น มีความพึงพอใจในคุณค่าของสิ่งนั้น และมีความแน่ใจผูกพันในค่านิยมนั้น

2.4 การจัดระบบค่านิยม เมื่อผู้เรียนได้สร้างค่านิยมแล้ว ผู้เรียนจะพิจารณาจัดรวบรวมนำค่านิยมเหล่านั้นที่มีความสัมพันธ์กันเป็นหมวดหมู่เดียวกัน และจัดเป็นระบบค่านิยม

2.5 การสร้างลักษณะนิสัยตามค่านิยม เป็นการผสมผสานค่านิยมที่สร้างขึ้นจนเป็นลักษณะนิสัยเฉพาะของแต่ละบุคคลจนกลายเป็นความประพฤติ บุคลิกภาพ อุดมคติของชีวิต

3. ทักษะพิสัย เป็นวัตถุประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการกระทำอย่างมีทักษะในการดำเนินการเกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ มีความสามารถในการใช้วิธีต่าง ๆ ของร่างกายปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้านการปฏิบัติแบ่งออกเป็น 7 ขั้น ซึ่งเรียงลำดับจากขั้นต่ำไปสู่อันดับสูงดังนี้

3.1 การรับรู้ เป็นขั้นแรกของการเริ่มกิจกรรมใดก็ตาม เป็นการรับรู้โดยการกระตุ้นต่อประสาทความรู้สึกลักษณะใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ได้แก่ การได้ยินทางหู การเกิดภาพในสมองทางตา การสัมผัสทางมือ การกระตุ้นให้ได้รับทางลิ้น การกระตุ้นให้ได้กลิ่นทางจมูก การกระตุ้นทางกล้ามเนื้อ และเป็นการตัดสินใจว่าจะเลือกสิ่งเร้าใดที่จะตอบสนอง เป็นการแปลความเกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าและแสดงอาการตอบสนอง

3.2 การเตรียมพร้อมปฏิบัติ เป็นการเตรียมการปรับตัวทั้งทางร่างกาย สมองและอารมณ์ให้พร้อมที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การพร้อมทางสมองเป็นการพร้อมในเชิงความคิดที่ต้องมีมาก่อน อาศัยความรู้ที่มีมาก่อนประกอบด้วยการพร้อมทางร่างกาย เป็นการจัดทำของร่างกายให้พร้อม และการพร้อมทางอารมณ์เป็นการปรับเจตคติให้เกิดความตั้งใจตอบสนอง

3.3 การตอบสนองตามแนวทางที่ให้ เป็นการแสดงพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนภายใต้คำแนะนำของผู้สอน จำแนกเป็นการเลียนแบบและการลองผิดลองถูก การเลียนแบบเป็นการตอบสนองตามแบบที่ให้ เช่น การแสดงให้ดูแล้วให้ทำตาม การลองผิดลองถูกเป็นความพยายามที่จะตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ

3.4 กลไกในการปฏิบัติ เป็นการสร้างระบบ วิธีการ จากประสบการณ์ความรู้ที่สะสมไว้ เป็นการแสดงออกที่เกิดจากการเรียนรู้จนเป็นนิสัย ผู้เรียนมีความมั่นใจและความชำนาญพอที่จะปฏิบัติงานนั้น ๆ ได้

3.5 การตอบสนองที่ซับซ้อน เป็นการแสดงออกที่อาศัยทักษะมาก เพื่อให้สามารถแสดงออกอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ เป็นการตอบสนองโดยไม่ลังเลใจแบบอัตโนมัติ คือใช้เวลาและพลังงานน้อยที่สุด

3.6 การดัดแปลงให้เหมาะสม เป็นการเปลี่ยนแปลงกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางร่างกาย ทางสมอง ให้สอดคล้องกับความต้องการในปัญหาแบบใหม่

3.7 การริเริ่มสิ่งใหม่ เป็นการริเริ่มรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่ ๆ ที่เหมาะสมสถานการณ์เฉพาะอย่างหรือปัญหาเฉพาะอย่างโดยไม่เคยทำมาก่อน

คลอปเฟอร์ (Leopold E. Klopfer อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์, 2542, หน้า 99-110) ได้ศึกษาวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูม แล้วนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์ให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์และพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของคลอปเฟอร์มีดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ ผู้เรียนอาจได้รับมาจากกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ แบ่งได้เป็นความรู้วิทยาศาสตร์ และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

1.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 9 ประเภท คือ

1.1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความจริงเฉพาะที่เล็กที่สุดของความรู้ซึ่งมีอยู่แล้วในธรรมชาติ สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง และทดสอบซ้ำแล้วได้ผลเหมือนเดิมทุกครั้ง

1.1.2 ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นคำศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ หรือคำนิยามศัพท์

1.1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ คือ การนำความจริงเฉพาะหลายข้อที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่

1.1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง หมายถึง ข้อตกลงร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์ ในการใช้อักษรย่อ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายต่าง ๆ แทนคำพูดเฉพาะ

1.1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ปรัชญาการณัฏฐศาสตร์บางอย่าง มีการหมุนเวียนเป็นวัฏจักรเป็นวงจรชีวิต ซึ่งทำให้สามารถบอกลำดับขั้นตอนของปรัชญาการณัฏฐศาสตร์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หรือในการทำทดลองทางวิทยาศาสตร์ ก็จะมีลำดับขั้นตอนเช่นกัน

1.1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์ ในการแบ่งสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นประเภทนั้น ต้องมีเกณฑ์เป็นมาตรฐานในการแบ่ง ผู้เรียนต้องบอกหมวดหมู่ของสิ่งของหรือปรัชญาการณัฏฐศาสตร์ต่าง ๆ ได้ตามที่นักวิทยาศาสตร์กำหนดไว้และสามารถจดจำลักษณะหรือคุณสมบัติซึ่งใช้เป็นเกณฑ์ได้

1.1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ทั้งหลายใช้กันอยู่มีมากมายหลายวิธี ซึ่งเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์นี้จะเน้นเฉพาะความสามารถที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เท่านั้น เป็นความรู้ที่ได้รับมาจากการบอกเล่าของครู หรือจากการอ่านหนังสือ ไม่ใช่ความรู้ที่ได้มาจากกระบวนการแสวงหาความรู้

1.1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎวิทยาศาสตร์ โดยหลักการ เป็นความจริง

ที่ใช้เป็นหลักอ้างอิง ได้จากการนำโน้มนิหลายอันที่มีความเกี่ยวข้องกันมาผสมผสานกันเป็นรูปใหม่ เป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกฎวิทยาศาสตร์ คือ หลักการที่เน้นในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

1.1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยทฤษฎี หมายถึง ข้อความที่ใช้อธิบายและพยากรณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นแนวคิดหลักที่ใช้อธิบายได้อย่างกว้างขวางในวิชานั้น ๆ

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความจำ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1.2.1 การนำความรู้ไปใช้ในสิ่งใหม่ มีความเข้าใจข้อเท็จจริง วิธีการ กฎเกณฑ์ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ คือ สามารถบรรยายในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากรูปแบบที่เคยเรียนมา

1.2.2 การแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีกสัญลักษณ์หนึ่ง มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลความหมายของข้อเท็จจริง คำศัพท์ มโนคติ หลักการและทฤษฎี ที่อยู่ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของสัญลักษณ์อื่นได้

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมถึงการมีส่วนร่วมในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สำหรับการศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติและสร้างสรรค์แนวความคิดใหม่ ๆ ขึ้นมา ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

2.1 การสังเกตและการวัด การสังเกตเป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตรง ซึ่งถ้าใช้การสังเกตเพียงอย่างเดียวจะไม่สามารถบอกปริมาณที่ถูกต้องแน่นอนได้ ต้องใช้ทั้งการสังเกตและการวัดควบคู่กันไป

2.2 การมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา การสังเกตและการวัดจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหาต่าง ๆ และหาทางที่จะแก้ปัญหานั้น

2.3 การตีความหมายข้อมูลและการสร้างข้อสรุป ข้อมูลผู้เรียนได้จากการทดลองนั้น เป็นการบันทึกผลของการสังเกตและการวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นจะต้องถูกจัดกระทำต่อไป เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าสูงขึ้นในการศึกษาเรื่องนั้น ๆ

2.4 การสร้าง ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าไป ทำให้ได้ข้อสังเกตและความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทั้งหลายเพิ่มพูนขึ้นเป็นลำดับ ทำให้ได้กฎเกณฑ์ หลักการและข้อสรุปต่าง ๆ มากขึ้น แต่ในบางครั้งหลักการเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ศึกษา ยังไม่ได้กำหนดชัดเจน หรือบางครั้งผลการศึกษาค้นคว้าใหม่ขัดกับข้อสรุปเดิม ทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่เข้ากันกับข้อเท็จจริงและหลักการต่าง ๆ ที่อยู่ในขอบข่ายของ

เรื่องที่ศึกษา แบบจำลองทฤษฎีที่ได้นั้นต้องสามารถที่จะใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและหลักการเหล่านั้นได้

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้นั้น คือ การที่ผู้เรียนใช้ความรู้หรือวิธีการเพื่อจัดการกับปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อน แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่เคยพบหรือทำมาแล้วจะเป็นแค่เพียงความจำไม่ใช่การนำไปใช้ ซึ่งผู้เรียนควรฝึกการแก้ปัญหา 3 ประการดังนี้

3.1 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

3.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์สาขาอื่น

3.3 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงจำเป็นต้องฝึกให้ผู้เรียนได้มีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทดลอง เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติ ไม่ทำให้เครื่องมือที่ใช้ชำรุดเสียหายไม่เป็นอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

5. เจตคติและความสนใจ คือ ต้องการให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเกี่ยวกับเจตคติและความสนใจในวิทยาศาสตร์

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ คือ ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ เป็นผู้มีจิตใจเป็นวิทยาศาสตร์ และชักนำให้ผู้เรียนมีความสนใจในความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม

กาเย่และบริกส์ (Robert M. Gagne and Leslie J. Briggs อ้างถึงใน สมนึก ภัททิยธนี, 2546, หน้า 27) ได้จำแนกประเภทของจุดมุ่งหมายทางการศึกษาไว้ 5 ด้านดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา หมายถึง ความสามารถทางสมองของบุคคลในการเรียนรู้และการคิดในด้านต่าง ๆ และเป็นสมรรถภาพที่ทำให้บุคคลสามารถตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม โดยผ่านทางสัญลักษณ์ที่เป็นภาษา ตัวเลขและสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งทักษะทางปัญญาแบ่งออกตามความซับซ้อนเป็น 5 ประเภท คือ

1.1 การจำแนก คือ ความสามารถในการจำแนกความเหมือนหรือความต่างของสิ่งต่าง ๆ

1.2 มโนทัศน์รูปธรรม คือ ความสามารถในการจัดพวกสิ่งต่าง ๆ ตามคุณสมบัติที่เหมือนกันได้

1.3 มโนทัศน์นิยาม คือ ความสามารถในการหาความหมายของประเภทของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้

1.4 กฎ มนุษย์ทุกคนจำเป็นต้องเรียนรู้และปฏิบัติตามกฎในสถานการณ์ต่าง ๆ กฎเป็นตัวคอยควบคุมเพื่อให้มนุษย์สามารถดำเนินชีวิต ปฏิบัติภารกิจ หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างราบรื่น เช่น การขับรถยนต์ การเล่นกีฬา การพูดจาสื่อสารกัน เป็นต้น ล้วนแต่ต้องควบคุมด้วยกฎทั้งนั้น

1.5 การแก้ปัญหา คือ สภาพการณ์ที่ผู้เรียนค้นพบการใช้กฎต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาก่อน ร่วมกันในการแก้ปัญหาที่เป็นปัญหาใหม่ เรียกได้ว่า เป็นการใช้กฎที่ซับซ้อน การแก้ปัญหาไม่ได้หมายถึง การนำเอากฎที่ได้เรียนรู้มาก่อนมาใช้ แต่เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหา เขาจะเลือกกฎต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาก่อน เพื่อหาทางแก้ปัญหา เขาอาจตั้งสมมติฐานจำนวนหนึ่งและทดสอบสมมติฐานเหล่านั้น เมื่อสามารถแก้ปัญหาได้ โดยใช้กฎต่าง ๆ ร่วมกัน เขาจะเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ นั่นคือได้กฎใหม่ หรือชุดของกฎใหม่ อาจเป็นกฎที่ซับซ้อนมากขึ้น

2. ยุทธศาสตร์ทางความคิด คือทักษะทางปัญญาชนิดพิเศษ ซึ่งมีความสำคัญมาก เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรมความคิดของบุคคล เป็นกระบวนการทำงานภายในสมอง ทักษะนี้จะเกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดของผู้เรียนและแตกต่างจากทักษะทางปัญญา ซึ่งเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมภายนอกคือต้องมีสิ่งภายนอกเป็นสื่อ เช่น การฝึกให้เขียนประโยค เขียนกราฟ การแก้สมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น แต่ในบางขณะ การฝึกดังกล่าวนักเรียนบางคนอาจจะใช้กระบวนการคิดที่ต่างจากครูสอน หรือใช้กระบวนการคิดพิเศษซึ่งเป็นความสามารถเฉพาะตัว สิ่งเหล่านี้คือยุทธศาสตร์ทางความคิด

3. สารสนเทศ มนุษย์ทุกคนเรียนรู้สารสนเทศ หรือข้อมูลความรู้จำนวนมหาศาลและสั่งสมไว้ในสมอง ทั้งจากโรงเรียนหรือภายนอกโรงเรียน เช่น จากการอ่านหนังสือ ตำรา หนังสือพิมพ์ ฟังรายการวิทยุ ดูโทรทัศน์ ใช้ระบบสืบค้นด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งการเรียนรู้เกี่ยวกับสารสนเทศมี 3 ประเภทดังนี้

3.1 การเรียนรู้ชื่อ หมายถึง ความสามารถในการจดจำชื่อและบอกชื่อได้

3.2 การเรียนรู้ชื่อเท็จจริง หมายถึง การจดจำชื่อเท็จจริงต่าง ๆ ซึ่งชื่อเท็จจริง ก็คือข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชื่อของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ

3.3 การเรียนรู้เรื่องราว หมายถึง การเรียนรู้สาระของเรื่องราวต่าง ๆ ซึ่งก็คือความเชื่อมโยงของชื่อเท็จจริงที่ได้จัดระบบไว้แล้ว

4. ทักษะการเคลื่อนไหว หมายถึง ความชำนาญในการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อหรือการใช้อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ การประสานงานของกล้ามเนื้อและประสาทด้านต่าง ๆ

5. เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ต่อบุคคล และต่อสถานการณ์ โรงเรียนควรสร้างเจตคติด้านการนับถือบุคคลอื่น การร่วมมือกัน การรับผิดชอบ และเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ต่อวิชา ต่อสังคม

จากการจำแนกวัตถุประสงค์ทางการศึกษาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านเจตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ในงานวิจัยนี้ผู้ได้ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี ด้านพุทธิพิสัยตามแนวความคิดของบลูม 6 ด้าน เนื่องจากวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของบลูมด้านพุทธิพิสัยสามารถจำแนกระดับได้ค่อนข้างละเอียดกว่าวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของคนอื่น ๆ ทำให้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมนึก ภัททิยธนี (2546, หน้า 73) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัญยกานต์ (2548, หน้า 5) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ว่าหมายถึง แบบที่จัดไว้เพื่อทดสอบความรู้ ทักษะ ทศนคติ และความสามารถอื่น

พิชิต ฤทธิ์จัญญ (2548, หน้า 96) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

ชวาล แพรัตกุล (2552, หน้า 74) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง ทั้งจากทางโรงเรียนและทางบ้าน

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556, หน้า 165) ได้ให้ความหมายของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ ความสามารถถึงระดับมาตรฐานที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือยัง หรือมีความรู้ความสามารถถึงระดับใด หรือมีความรู้ความสามารถเพียงไรเมื่อเปรียบเทียบกับเพื่อน ๆ ที่เรียนด้วยกัน

จากความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ของผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่

4. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2548, หน้า 96) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน เฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน ซึ่งแบ่งได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถามหรือปัญหาให้ แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้นๆ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้ตอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือมีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความรู้ ความคิด ได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก-ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่ แบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่ว ๆ ไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์และปรับปรุงอย่างดีจนมีคุณภาพและมีมาตรฐาน

ชวาล แพร่ตุล (2552, หน้า 74-75) ได้สรุปประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้ 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ข้อสอบ ข้อปัญหา และโจทย์ข้อคำถามต่าง ๆ ที่ครูสร้างขึ้นใช้เอง ข้อสอบชนิดนี้ครูสามารถพลิกแพลงให้เหมาะสมกับสภาพและเหตุการณ์ได้ และใช้เป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานความรู้เดิม วัดความงอกงามในการเรียนการสอน วัดความรู้ความบกพร่องเพื่อจัดสอนซ่อมแซม วัดความรู้ความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ เป็นต้น

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐาน ซึ่งมาตรฐานตรงวิธีดำเนินการและวิธีการแปลคะแนน

ศิริชัย กาญจนวาสิ (2556, หน้า 167-169) ได้จำแนกประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ไว้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ดังนี้

1. จำแนกตามผู้สร้าง

1.1 แบบสอบมาตรฐาน เป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นด้วยกระบวนการมาตรฐานโดยสำนักทดสอบ หรือบริษัทสร้างแบบสอบซึ่งมักออกแบบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระอย่างกว้าง ๆ ที่สอนในหลักสูตรต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับสถาบันการศึกษาทั่ว ๆ ไป โดยทั่วไปมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสำหรับการให้บริการ การดำเนินการสอบ การตรวจให้คะแนน การแปลผล เปรียบเทียบกับบรรทัดฐานระดับชาติ การรายงานผล และการรายงานคุณภาพของแบบสอบ

1.2 แบบสอบที่ผู้สอนสร้าง เป็นแบบสอบที่ผู้สอนเป็นคนสร้างขึ้นมาใช้เอง จึงมักเป็นแบบสอบที่ครอบคลุมเนื้อหาเฉพาะตามหลักสูตรของสถาบันใดสถาบันหนึ่ง การตรวจให้คะแนนและการแปลผลจึงมักทำการเปรียบเทียบผลเฉพาะกลุ่มที่สอบด้วยกัน หรือเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้เฉพาะ

2. จำแนกตามเนื้อหาวิชา

แบบสอบผลสัมฤทธิ์สามารถใช้กับวิชาต่าง ๆ ได้ จึงอาจจำแนกแบบสอบตามชื่อเนื้อหาวิชา เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ประวัติศาสตร์ แคลคูลัส สถิติศาสตร์ วิจัยทางสังคมศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. จำแนกตามการใช้

3.1 แบบสอบความพร้อม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้วิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ จะได้ทบทวนหรือปูพื้นฐานที่จำเป็นก่อนเริ่มเรียนวิชา/ บทเรียน/ หน่วยการเรียนนั้น

3.2 แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดจุดเด่นจุดด้อยของทักษะการเรียนรู้สำคัญ อันเป็นปัญหาของผู้เรียน แบบสอบมุ่งตรวจสอบกลไก องค์ประกอบย่อย ๆ ที่ครอบคลุมกระบวนการสำคัญของทักษะที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อระบุว่าผู้เรียนมีปัญหาของการเรียนรู้ตรงจุดไหน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขและสอนซ่อมเสริม

3.3 แบบสอบสมรรถภาพ เป็นแบบสอบที่ใช้วัดว่าผู้สอบมีสมรรถนะถึงระดับที่เหมาะสมหรือยัง เพื่อใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงระดับความสามารถสำหรับการคัดเลือกหรือให้สิทธิบางประการ เช่น การสอบใบขับขี่รถยนต์ การสอบความสามารถทางภาษา การสอบความสามารถทางคอมพิวเตอร์เบื้องต้น เป็นต้น

3.4 แบบสอบเชิงสำรวจ เป็นแบบสอบที่ใช้สำรวจวัดระดับความรู้เชิงสรุปทั่วไปของนักเรียนหรือนิสิตนักศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะ แบบสอบจึงควรครอบคลุมเนื้อหาทั่วไปที่ผู้สอบได้จกมวลเนื้อหาอย่างกว้างขวาง เพื่อทดสอบผลการเรียนรู้ทั่วไป เช่น แบบสอบปลายภาคเรียน เป็นต้น

4. จำแนกตามการแปลผล

4.1 แบบสอบอิงกลุ่ม เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความรู้ ความสามารถของผู้สอบ ข้อสอบอิงกลุ่มจึงถูกสร้างและเลือกมาใช้เพื่อทำหน้าที่จำแนกระดับความสามารถของผู้สอบที่แตกต่างกัน คะแนนสอบที่ได้จึงนำไปใช้แปลความหมายโดยการเปรียบเทียบความรู้ ความสามารถระหว่างกลุ่มผู้สอบด้วยกันเอง

4.2 แบบสอบอิงเกณฑ์ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถอะไรบ้าง ข้อสอบอิงเกณฑ์ถูกสร้างให้ครอบคลุมความรู้ หรือทักษะสำคัญของ

การเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น คะแนนสอบที่ได้จึงแปลผลโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้

5. จำแนกตามรูปแบบการตอบ

5.1 แบบสอบประเภทเสนอคำตอบ

5.1.1 แบบสอบความเรียง

- แบบสอบความเรียงไม่จำกัดคำตอบ

- แบบสอบความเรียงจำกัดคำตอบ

5.1.2 แบบสอบแบบตอบสั้น

5.1.3 แบบสอบแบบเติมคำ

5.2 แบบสอบประเภทเลือกคำตอบ

5.2.1 แบบสอบแบบถูก-ผิด

5.2.2 แบบสอบแบบจับคู่

5.2.3 แบบสอบแบบหลายตัวเลือก

จากการแบ่งประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ประเภทแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองและแบบทดสอบมาตรฐานที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเองเนื่องจากมีโอกาที่จะจำแนกผู้เรียนได้มากกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ความพึงพอใจ

1. ความหมายของความพึงพอใจ

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เถาหจรัสแสง (2541, หน้า 65) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจของผู้เรียน หมายถึง การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนมากขึ้นนั้นทำได้โดยการจัดหากิจกรรมซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ใช้สิ่งที่ตนเรียนมาในสถานการณ์จริง และจัดหาผลป้อนกลับในทางบวกหลักจากที่ผู้เรียนได้แสดงความก้าวหน้าและให้คำปลอบใจเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาดทั้งนี้จะต้องอยู่บนฐานของความยุติธรรมด้วย

ทฤษฎีแบบจำลองอาร์คส (ARCS model) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจของผู้เรียน หมายถึง การทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนมากขึ้นนั้นทำได้โดยการจัดหากิจกรรมซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความก้าวหน้าและให้คำปลอบใจเมื่อผู้เรียน

ทำผิดพลาดทั้งนี้จะต้องอยู่บนฐานของความยุติธรรมด้วย (ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เล่าหจรัสแสง, 2541, หน้า 65)

เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง (2555, หน้า 273) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ความรู้สึกที่ดี ที่ประทับใจ หรือเจตคติที่ดีของบุคคล ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับในเชิงบวก โดยสิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกาย และจิตใจ บุคคลทุกคนมีความต้องการหลายสิ่งหลายอย่าง และมีความต้องการหลายระดับ ซึ่งหากได้รับการตอบสนองก็จะก่อให้เกิดความพึงพอใจ

แครธวอลและคณะ (Krathwih, 1964 อ้างถึงใน ราตรี นันทสุคนธ์, 2553) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจในการตอบสนองเป็นความรู้สึกพึงพอใจในการร่วมกิจกรรม ขึ้นตอบสนองตอนแรก ๆ เป็นเพียงการยินยอมและเต็มใจทำ แต่อาจจะไม่พึงพอใจก็ได้ ความรู้สึกในขั้นนี้จึงลึกลงไปอีก เป็นการยินยอมแบบเต็มใจ และพึงพอใจจนเกิดความสุขสนาน พอใจ สนุก กับบทละคร วิทยุ โทรทัศน์ สนุกกับการสนทนาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สนุกกับการเล่นเกม ตัวเลข ฯลฯ การแสดงความสุขสนานพอใจนั้น บางคนอาจจะแสดงออกมาให้เห็นได้อย่างเปิดเผย แต่บางคนอาจจะไม่แสดงให้เห็นเปิดเผยก็ได้ การประเมินด้านความพึงพอใจจึงต้องระวังการสอบวัดไว้ให้ดี

กู๊ด (Good, 1973, p. 121) ได้ให้ความหมายความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพที่สิ่งมีชีวิตมีความพึงพอใจระหว่างการทำงานกับสิ่งแวดล้อม

จากความหมายของความพึงพอใจ สามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับในเชิงบวก ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงให้ความหมายของความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าหมายถึง ความรู้สึกที่ดีของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับในเชิงบวก

2. ลักษณะความพึงพอใจ

ความพึงพอใจมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความพึงพอใจนำไปสู่การเรียนรู้/ การทำงาน เป็นการตอบสนองความต้องการของผู้เรียนหรือผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความพึงพอใจ จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้/ การทำงานที่สูงกว่า ส่วนผู้ที่ไม่ได้รับการตอบสนอง ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลง หมายความว่า ครูผู้สอนที่ต้องการให้ผู้เรียนพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด จึงต้องคำนึงถึงการจัดบรรยากาศและสถานการณ์ รวมทั้งสื่อ/ นวัตกรรมการเรียนการสอนที่เอื้ออำนวยต่อการเรียน เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้เรียนให้มีแรงจูงใจในการศึกษาและทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

2. ผลของการเรียน/ การปฏิบัติงานนำไปสู่ความพึงพอใจ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจ และผลการปฏิบัติงานที่ถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่น ๆ ผลการเรียน/ การปฏิบัติงานที่ดีที่ประทับใจ จะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสมคุ้มค่า ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจผลการเรียน การปฏิบัติงานย่อมได้รับการตอบสนองในรูปความพึงพอใจรางวัล สิ่งตอบแทน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลการตอบแทนภายใน (Intrinsic rewards) และผลการตอบแทนภายนอก (Extrinsic rewards) โดยผ่านการรับรู้ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้เรียน/ ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือความพึงพอใจในงานของผู้เรียน/ ผู้ปฏิบัติงาน หมายความว่า ครูผู้สอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยสื่อ/ นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแล้วเกิดความพึงพอใจในการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด จึงต้องคำนึงถึงคุณภาพของสื่อ/ นวัตกรรม การจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมในการใช้สื่อ/ นวัตกรรม รวมทั้งสิ่งที่อำนวยความสะดวกการเรียนรู้ด้วยสื่อ/ นวัตกรรม เพื่อตอบสนองต่อการใช้สื่อ/ นวัตกรรมของผู้เรียนแล้วนำไปสู่ความพึงพอใจของผู้เรียน (เกริก ท่วมกลางและจินตนา ท่วมกลาง, 2555, หน้า 273)

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจมี 2 ลักษณะ คือ ความพึงพอใจนำไปสู่การเรียนรู้ เป็นความพึงพอใจที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้จนเกิดแรงจูงใจในการศึกษาและทำกิจกรรมจนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ และผลของการเรียนนำไปสู่ความพึงพอใจ เป็นความพึงพอใจที่เกิดจากการเรียนรู้แล้วเกิดผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

3. วิธีการวัดและประเมินความพึงพอใจ

การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการดังต่อไปนี้
(ชวลิต ชูกำแหง, 2550, หน้า 112-115)

1. การสังเกต (Observation)

การสังเกตการณ์พูด การกระทำ การเขียน ของนักเรียนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัด เช่น ต้องการวัดว่านักเรียนคนหนึ่งมีความสนใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากน้อยปานใด ครูอาจสังเกตการกระทำของนักเรียนในเรื่อง การมาเรียน การถามตอบในชั้นเรียน การทำการบ้าน/ ส่งงาน อ่านหนังสือเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ และเข้าร่วมกิจกรรมทางคณิตศาสตร์

สำหรับวิชาอื่น ๆ ก็สังเกตได้ทำนองเดียวกันนี้ ผลจากการสังเกตการกระทำของนักเรียนดังกล่าว พอที่จะทำให้ครูวินิจฉัยได้ว่า นักเรียนสนใจการเรียนวิชาใด มากน้อยปานใด ในเรื่องของคุณธรรมจริยธรรมก็เช่นกัน ครูอาจดูความประพฤติของนักเรียนแล้วแปลความว่า นักเรียนผู้นั้นเป็นผู้ปฏิบัติตนดีมากน้อยปานใด เช่น การไม่ขาดเรียนก็แสดงว่ามีความรับผิดชอบ มีความซื่อสัตย์ มีวินัยในตนเอง การไม่เล่นการพนัน การไม่เที่ยวกลางคืน ล้วนแต่พฤติกรรมที่แปลความหมายได้ว่านักเรียนคนนั้นเป็นคนดี เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ (Interview)

บางครั้งครูใช้วิธีพูดคุยกับนักเรียนในประเด็นที่ครูอยากรู้ ซึ่งอาจเป็นความรู้สึก ทักษะคตินักเรียน เพื่อนำสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับลักษณะจิตพิสัยของนักเรียน เช่น ครูอยากรู้ว่าเขาสนใจเรียนวิชาภาษาไทยหรือไม่ ครูอาจพูดคุยกับนักเรียนว่าเคยอ่านวรรณคดีเล่มใดบ้าง คำตอบของนักเรียน จะทำให้ครูประเมินได้ว่า มีความสนใจในการเรียนวิชาภาษาไทยมากน้อยปานใด

3. มาตรฐานประมาณค่า (Rating scale)

มาตรฐานประมาณค่า เป็นเครื่องมือใช้ได้ทั้งให้ผู้ถูกวัดประเมินตนเอง และให้ผู้อื่นประเมินการตอบทำได้โดยให้ผู้ตอบหรือผู้สังเกตประเมินค่าของคุณลักษณะออกมาเป็นระดับต่าง ๆ มากน้อยตามปริมาณหรือความเข้มของความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออก มาตรฐานประมาณค่ามีหลายลักษณะ ที่นิยมใช้และสร้างได้ง่าย คือ มาตรฐานประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert rating scale) และมาตรฐานประมาณค่าแบบซีแมนติก ดิฟเฟอเรนเชียล (Semantic differential rating scale)

3.1 มาตรฐานประมาณค่าแบบลิเคิร์ต ลักษณะของมาตรฐานประมาณค่าของลิเคิร์ตจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

3.1.1 ส่วนที่เป็นข้อความหรือสถานการณ์ที่กล่าวถึงความคิดเห็น ความรู้สึก ทักษะคติ หรือพฤติกรรมการแสดงออกของบุคคลที่เราต้องการวัด ซึ่งข้อความนั้นอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ

3.1.2 ส่วนที่เป็นคำตอบ การกำหนดค่าระดับความรู้สึก ความคิดเห็น ทักษะคติ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกแบบลิเคิร์ตจะกำหนดคำตอบเป็น 5 ระดับ ในเชิงสนับสนุน-ไม่สนับสนุนข้อความนั้น จะใช้ข้อความที่มีลักษณะทำนองต่อไปนี้

เหมาะสมมาก	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มาก
เหมาะสม	เห็นด้วย	ค่อนข้างมาก
เหมาะสมปานกลาง	ไม่แน่ใจ	ปานกลาง
ไม่เหมาะสม	ไม่เห็นด้วย	ค่อนข้างน้อย
ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	น้อย

มาตรฐานประมาณค่าแบบลิเคิร์ต อาจใช้ตัวเลขในการจำแนกระดับพฤติกรรมได้ 5 ระดับ คือ 5, 4, 3, 2, 1 โดยให้ 5 หมายถึง มีความรู้สึกหรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาในระดับความเข้มมากที่สุดลงไปเรื่อยๆจนถึง 1 ซึ่งหมายถึงระดับความเข้มน้อย

ตารางที่ 2-2 มาตรฐานประมาณค่าแบบลิเคิร์ต

คำตอบ			เทียบเท่าระดับคะแนน
เหมาะสมมาก	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	มากที่สุด	5
เหมาะสม	เห็นด้วย	มาก	4
เหมาะสมปานกลาง	ไม่แน่ใจ	ปานกลาง	3
ไม่เหมาะสม	ไม่เห็นด้วย	น้อย	2
ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	น้อยที่สุด	1

การประเมินความพึงพอใจ เป็นการนำแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้เรียน มาวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อ/ นวัตกรรมนั้น ๆ รวบรวมผลการประเมิน มาคิดคะแนนโดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, หน้า 276)

พึงพอใจมากที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00
พึงพอใจมาก	ระดับคะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50
พึงพอใจปานกลาง	ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50
พึงพอใจน้อย	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50
พึงพอใจน้อยที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50

3.2 มาตรฐานประมาณค่าแบบซีเมนติกดิฟเฟอเรนเชียล ลักษณะของมาตรฐาน ประมาณค่าแบบซีเมนติกประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

3.2.1 ข้อความแสดงความรู้สึก ความคิดเห็น หรือพฤติกรรมของการแสดงออก ของบุคคลที่เราต้องการวัด ซึ่งเป็นเป้าหมายของการวัด

3.2.2 คำคุณศัพท์หรือตัวเลขที่แสดงระดับความรู้สึก หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยทั่วไปคำคุณศัพท์ที่ใช้ในแต่ละข้อจะมีลักษณะเป็นความหมายตรงข้ามกัน โดยมีคำหรือตัวเลข แสดงระดับพฤติกรรมตั้งแต่ต่ำสุดไปถึงสูงสุด เช่น ยาก-ง่าย ชอบ-เกลียด ดี-เลว มีคุณค่า-ไร้ค่า เป็นต้น

ในการตรวจให้คะแนน ให้คะแนนลดหลั่นกันตั้งแต่ 1-7 โดยให้ 1 สำหรับผู้ตอบ 3 ในด้านลบ และให้ 7 สำหรับผู้ตอบ 3 ในด้านบวก ผู้ที่ได้คะแนนเฉลี่ยมากมาทาง 7 แสดงว่ามีเจตคติ ที่ดีต่อเรื่องนั้น (ภัทรา นิกมานนท์, 2543, หน้า 179-185)

4. แบบวัดเชิงสถานการณ์ ถ้าเป็นแบบวัดจริยธรรม มักสร้างเป็นสถานการณ์

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลความพึงพอใจ สามารถกระทำได้ด้วยวิธีการ 4 แบบ ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ มาตรการส่วนประมาณค่า และแบบวัดเชิงสถานการณ์ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะวัดความพึงพอใจต่อบทคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบสอบถาม ตามรูปแบบของลิเคิร์ต เพราะสามารถวัดนักเรียนทุกคนได้อย่างทั่วถึง ใช้ระยะเวลาไม่มากจนเกินไป และวัดจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

จารุวรรณ รักธรรอด (2549) ได้ทำการศึกษาผลของการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตประกอบบทเรียน วิชาเคมีเรื่องอะตอมและตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพูนพิทยาคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ระหว่างการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตประกอบการเรียนและการสอนปกติ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ด้วยการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตประกอบบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตประกอบการเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตประกอบบทเรียน มีความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก

ธนยศ ฤทธิ์เฉลิม (2550) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน วิชาเคมี เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างก่อนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน และเพื่อศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาเคมีโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือน วิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 81.11/ 83.33 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนอยู่ในระดับมาก

วิภาวี เทพนมิตร (2552) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนชลประทานวิทยา มีประสิทธิภาพ 86.11/ 84.91 สูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาก

เกศกนก วงษ์นอก (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ชญานา ชมภูจักร์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ภัทรินทร์ แก่นคำ (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบย่อยอาหารของมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

วิไล เกรรัมย์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

สฐาปณีย์ โสภณอดิษฐ์ (2554) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง วิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

อนุพงศ์ เกษมเศรษฐ (2554) ได้ทำการศึกษาคะแนนเฉลี่ยและความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แสงและการมองเห็น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

วิทยา คณาวงษ์ (2554) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต วิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/ 85 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ ของนักศึกษาจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต และศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต วิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/ 85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักศึกษาลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักศึกษามีความคิดเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตมีความเหมาะสมในระดับมาก

อดิศักดิ์ บุญพิศ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ และศึกษาเจตคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรด-เบส พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรด-เบส เท่ากับ 0.89 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับดี

กานดา สุลัยหมัด (2557) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนด้วยบทเรียน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคิดเห็นต่อบทเรียนในด้านต่าง ๆ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Dilek Celikler และ Zeynep Aksan (2011) ได้ศึกษาผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนสารไอออนิกเชิงซ้อนของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และการเรียนรู้แบบถาวร ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มที่สอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประสบความสำเร็จมากกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

Hassan Rastegarpour และ Poopak Marashi (2012) ได้ศึกษาผลของการ์ดเกมและคอมพิวเตอร์เกมที่มีต่อการเรียนรู้โนคติของวิชาเคมี ผลการวิจัย พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของการสอนแบบการ์ดเกมและคอมพิวเตอร์เกมกับการสอนแบบปกติ แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างการสอนแบบการ์ดเกมกับการสอนแบบคอมพิวเตอร์เกม

Su Cai, Xu Wang และ Feng-Kuang Chiang (2014) ได้ศึกษาในกรณีศึกษาของโปรแกรมการจำลองความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) ในวิชาเคมี ผลการวิจัย พบว่า โปรแกรมการจำลองความเป็นจริงเสริมเพิ่มผลการเรียนรู้ มีผลในผู้เรียนกลุ่มต่ำมากกว่ากลุ่มสูง ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อโปรแกรมนี้ และทัศนคติการเรียนรู้ของผู้เรียนความสัมพันธ์ทางบวกกับการประเมินผลของโปรแกรม

Asmayati Yahaya , Wong Shaw Jee, Che Nidzam Che Ahmada และ Mohd Faizal Nizam Lee Abdullah (2015) ได้ศึกษาผลของมัลติมีเดียที่มีชื่อว่า iLab ที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในการเรียนรู้เคมีของนักเรียนในหัวข้อเรื่อง กรด-เบส โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปกติกับนักเรียนที่สอนด้วย iLab ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง กรด-เบส ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่ง iLab ช่วยเพิ่มความเข้าใจเคมีในหัวข้อ กรด-เบส

Zephrianus C, Njoku และ Phoebe I, Eze-odurukwe (2015) ได้แก้ปัญหาความยากในการเรียนรู้ เรื่อง เคมีนิวเคลียร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ประเทศไนจีเรีย โดยใช้แบบจำลองอนิเมชันคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัย พบว่า การสอนโดยใช้แบบจำลองอนิเมชันคอมพิวเตอร์ลดความยากในการเรียนรู้ เรื่อง เคมีนิวเคลียร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกณฑ์การให้คะแนน และการประเมินผล

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนแผนการเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 42 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลอง และอีกกลุ่มจำนวน 41 คน เป็นกลุ่มควบคุม

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Pretest-posttest control group design (สม โภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 64) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest-posttest control group design

การเลือก กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
R	G ₁	O ₁	X	O ₂
R	G ₂	O ₃	-	O ₄

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

R	หมายถึง	มีการสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่ม (ในการวิจัยนี้ใช้การสุ่มแบบกลุ่ม)
G ₁	หมายถึง	กลุ่มทดลอง
G ₂	หมายถึง	กลุ่มควบคุม
O ₁	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง
O ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง
O ₃	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม
O ₄	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม
X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
-	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนโดยการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในวันและสัปดาห์เดียวกัน ผู้สอนคนเดียวกัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
3. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาสาระ มาตรฐาน และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

1.2 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เพื่อใช้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

1.3 กำหนดประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในงานวิจัยนี้จะเป็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประเภทคิวเตอร์หรือการนำเสนอเนื้อหา (Tutorial instruction)

1.4 กำหนดสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ อนินทรีย์ในอุตสาหกรรม แล้วเขียนเนื้อหาสาระย่อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และ ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ขึ้นแรก รวมทั้งเขียนแผนผังการทำงานและเรื่องราว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

1.5 นำข้อมูลที่ได้ศึกษานำมาออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ขึ้นแรก ที่มาของสารสนเทศของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผู้วิจัยได้นำมาจาก <https://www.youtube.com/channel/UCbbGJWV-8eiHpyU4QTSKXtA> และหนังสือเรียน รายวิชา เพิ่มเติม เกม เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.6 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณา ตรวจสอบส่วนประกอบต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาการจัดการเรียนรู้ แล้วนำไปแก้ไขปรับปรุง

1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้แก่ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้แนวทางของการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 หน้า 117) จะถือว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.39-4.45 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.53-0.55 ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่มีความเหมาะสมมาก และปรับปรุงให้มีจำนวนข้อความน้อยลงและเพิ่มจำนวนรูปภาพประกอบมากขึ้น

1.8 ดำเนินการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยแก้ไขในการใช้คำให้ถูกต้องชัดเจน ไม่กำกวม เพิ่มความน่าสนใจ และปรับปรุงให้ตรงกับจุดประสงค์ในการเรียนรู้ จนได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่สมบูรณ์

เพื่อนำไปใช้เป็นสื่อ นวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้

1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ชาติและสารประกอบอินทรีย์ ในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ แล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแสนสุข ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 11-12)

1.9.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 3 คน โดยละผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 66.67/ 63.33 จากการสังเกต พบว่า ผู้เรียนในกลุ่มอ่อนต้องใช้ เวลามากในการเรียนรู้และมีข้อความมากจนเกินไปจึงได้ทำการลดข้อความลงและเพิ่มรูปภาพมากขึ้น

1.9.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 9 คน โดยละผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 76.11/ 73.89 จากการสังเกต พบว่า รูปภาพมีเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้นแต่ไม่ลึกซึ้งเท่าที่ควรเนื่องจากมีข้อความจำนวนน้อยที่ใช้ในการอธิบาย รูปภาพต่าง ๆ จึงได้ทำการปรับให้ข้อความและรูปภาพมีจำนวนที่เหมาะสมกัน

1.9.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อกับผู้เรียน 30 คน โดยละผู้เรียนอ่อน ปานกลาง และเก่ง ซึ่งได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.17/ 81.83 จากการสังเกต พบว่า ใช้เวลามากเกินไปในการเรียนรู้จึงปรับเนื้อหาให้เข้าใจความมากยิ่งขึ้นเพื่อลดเวลาในการเรียนรู้ลง

เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหา ข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง ด้วยการลดเนื้อหาบางส่วนลงเพื่อให้เหมาะสมกับเวลาในการเรียนรู้

1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และเตรียมเพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาสาระ มาตรฐาน และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใน หลักสูตรสถานศึกษา

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง ชาติและสารประกอบ

อนินทรีย์ในอุตสาหกรรม จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 ของโรงเรียนแสนสุข โดยกำหนดเนื้อหาเป็น 4 เรื่อง ใช้เวลาทั้งสิ้น 8 คาบ ดังรายละเอียดใน
ตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและ
สารประกอบอนินทรีย์

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
1. อธิบาย วิธีการผลิต เกลือสมุทร และเกลือ สินเธาว์ได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การผลิตโซเดียม คลอไรด์	1. อธิบายวิธีการผลิต เกลือสมุทรและเกลือ สินเธาว์ได้	2	25
2. อธิบาย วิธีการผลิต โซเดียม ไฮดรอกไซด์ และแก๊ส คลอรีนจาก โซเดียม คลอไรด์ โดยใช้เซลล์ เยื่อ แลกเปลี่ยน ไอออน พร้อมทั้ง เขียนสมการ แสดง ปฏิกิริยาได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การผลิตโซเดียม ไฮดรอกไซด์และ แก๊สคลอรีน	1. อธิบายวิธีการผลิต โซเดียมไฮดรอกไซด์ และแก๊สคลอรีนจาก โซเดียมคลอไรด์ โดยใช้เซลล์เยื่อ แลกเปลี่ยนไอออน พร้อมทั้งเขียนสมการ แสดงปฏิกิริยา ที่เกิดขึ้นได้	2	25

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลาเรียน (คาบ)	น้ำหนัก
3. อธิบาย กระบวนการ การผลิต โซดาแอช และสาร ฟอกขาว พร้อมทั้ง เขียน สมการ แสดง ปฏิกิริยา ที่เกิดขึ้นได้	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การผลิตโซดาแอช แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 การผลิตสารฟอกขาว	1. อธิบายกระบวนการ ผลิตโซดาแอช พร้อม ทั้งเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ 2. อธิบายกระบวนการ ผลิตโซดาแอชและ สารฟอกขาว พร้อมทั้ง เขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้	4	50
รวม			8	100

2.3 ดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 4 แผน ซึ่งโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

2.3.1 มาตรฐานการเรียนรู้

2.3.2 ผลการเรียนรู้

2.3.3 สาระสำคัญ

2.3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3.5 สาระการเรียนรู้

2.3.6 กระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอน

ดังรายละเอียดในตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 การเปรียบเทียบระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ลำดับขั้นตอน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้
1	ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสร้างความสนใจ
2	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นสำรวจและค้นหา
3	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
4	ขั้นขยายความรู้ (โดยในขั้นขยายความรู้ มีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาประกอบในขั้นตอนนี้)	ขั้นขยายความรู้
5	ขั้นประเมิน	ขั้นประเมิน

2.3.7 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้

2.3.8 การวัดและประเมินผล

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบรายละเอียดส่วนต่างๆ ของแผน ความสอดคล้อง ความถูกต้อง ความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ เวลาเรียน การวัดและประเมินผล เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อประเมินค่าความเหมาะสม องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดและเกณฑ์ในการประเมินดังนี้

การประเมินความเหมาะสม ใช้แนวทางของการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ใต้โค้งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 หน้า 117) จะถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.44-4.48 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.53-0.55 ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (CAI) ที่มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ระหว่าง 4.47-4.49 และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมาก

2.6 ดำเนินการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในการใช้ค่าให้ถูกต้องชัดเจน ปรับกิจกรรมให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ต้องการ และแก้ไขวิธีการวัดประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแสนสุข เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแสนสุข ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา ผลการเรียนรู้แล้วกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อเป็นแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของบลูมทั้ง 6 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยทำการกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การกำหนดจำนวนแบบทดสอบที่ต้องการให้สอดคล้องระหว่างสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1. การผลิต โซเดียม คลอไรด์	1. อธิบายวิธีการผลิต	2	2	2	2	-	2	10
	เกลือสมุทรและเกลือ สินแร่ได้	(1)	(1)	(1)	(1)		(1)	(5)
2. การผลิต โซเดียม ไฮดรอก ไซด์และ แก๊ส คลอรีน	1. อธิบายวิธีการผลิต	2	2	2	2	-	2	10
	โซเดียมไฮดรอกไซด์	(1)	(1)	(1)	(1)		(1)	(5)
	ไฮดรอก							
	ไซด์และ							
	แก๊ส							
	คลอรีน							

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ (ข้อ)						รวม
		ความรู้ความ เข้าใจ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
3. การผลิต โซดา แอช	1. อธิบายกระบวนการ ผลิตโซดาแอช พร้อมทั้งเขียนสมการ แสดงปฏิกิริยา ที่เกิดขึ้นได้	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	-	2 (1)	10 (5)
	4. การผลิต สารฟอก ขาว	2 (1)	-	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	10 (5)
	2. อธิบายกระบวนการ ผลิตโซดาแอชและ สารฟอกขาว พร้อม ทั้งเขียนสมการแสดง ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้	2 (1)	-	2 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	10 (5)
รวม		8 (4)	6 (3)	8 (4)	8 (4)	2 (1)	8 (4)	40 (20)

หมายเหตุ ตัวเลขที่อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่ต้องการจริง
ตัวเลขที่ไม่ได้อยู่ในวงเล็บ หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ตอบถูกให้ 1 คะแนน

ตอบผิดให้ 0 คะแนน

แล้วผลรวมของคะแนนทุกข้อเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ของนักเรียนแต่ละคน

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความถูกต้องของเนื้อหาและความ

สอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วจึงปรับปรุงข้อคำถามตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการวัด

3.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบแต่ละข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ในข้อที่ผ่านการคัดเลือกแล้วไปทดสอบกับนักเรียนที่ผ่านการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม มาแล้วที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแสนสุข จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) โดยใช้ดัชนีวัดค่าอำนาจจำแนก B แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 125-127) โดยจากผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบมีค่าอยู่ระหว่าง .47-.77 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .23-.50

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .50-.77 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .30-.50 มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของโลเวท (Lovett) เนื่องจากเป็นแบบอิงเกณฑ์ ที่มีค่าคะแนนจุดตัดเท่ากับ 14 คะแนน ซึ่งคิดจากร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ .84

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข

4. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร ตำราเกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ แบบมาตราส่วนการประเมินค่า (Rating scale) ตามรูปแบบของ Likert

4.2 กำหนดประเด็นที่ต้องการสอบถาม โดยแยกประเด็นที่จะสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจออกเป็นด้านเนื้อหา ด้านการจัดการเรียนรู้ และด้านสื่อ/ นวัตกรรม รวมทั้งหมด 30 ข้อ โดยต้องการใช้จริง 12 ข้อ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 จำนวนข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในแต่ละด้าน

เนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)	จำนวนข้อคำถาม (ข้อ)	
	สร้าง	ใช้จริง
1. ด้านเนื้อหา	10	4
2. ด้านการจัดการเรียนรู้	10	4
3. ด้านสื่อ/ นวัตกรรม	10	4
รวม	30	12

4.3 รวบรวมประเด็นที่จะสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาสร้างเป็นข้อคำถามที่ใช้สอบถามความพึงพอใจ

4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความครอบคลุมแล้วนำมาแก้ไขสร้างเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

4.5 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และความสอดคล้องของข้อคำถามกับประเด็นที่ต้องการสอบถาม โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้อง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้อง

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้อง

4.6 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบสอบถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบถามที่มีความสอดคล้อง แต่หากมีค่าต่ำกว่า ผู้วิจัยจะดำเนินการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้ข้อคำถามที่มีคุณภาพต่อไป ซึ่งเมื่อนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้ค่าอยู่ระหว่าง .80-1.00

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจในข้อที่ผ่านการคัดเลือกแล้วนำไปวัดผลกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 โรงเรียนแสนสุข ที่ผ่านการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพราะสามารถบอกได้ว่าพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ มาตรวจสอบให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) โดยใช้วิธี Item total correlation แล้วตรวจสอบนัยสำคัญด้วยสถิติสหสัมพันธ์อย่างง่าย แล้วคัดเลือกข้อที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนรวมถือว่ามีความอำนาจจำแนก (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 115-116) ซึ่งแบบสอบถามความพึงพอใจมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .33-.76

4.9 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่คัดเลือกไว้ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .58-.76 มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งมีค่าเท่ากับ .85

4.10 นำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 42 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข

4.11 การแปลความหมายของคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้ (เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง, 2555, หน้า 276)

พึงพอใจมากที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	4.51-5.00
พึงพอใจมาก	ระดับคะแนนเฉลี่ย	3.51-4.50
พึงพอใจปานกลาง	ระดับคะแนนเฉลี่ย	2.51-3.50
พึงพอใจน้อย	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.51-2.50
พึงพอใจน้อยที่สุด	ระดับคะแนนเฉลี่ย	1.00-1.50

วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แนะนำขั้นตอนการทำกิจกรรมและบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพปรับปรุงและแก้ไขแล้วทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
3. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ในกลุ่มทดลอง และดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ในกลุ่มควบคุม ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 8 คาบ
4. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ฉบับเดิม) และให้นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
5. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของกลุ่มทดลองมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80 ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำ และ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA) และการทดสอบผลย่อย (Simple effect) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2)

3. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำ และ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA) และการทดสอบผลย่อย (Simple effect) (ทดสอบสมมติฐานข้อ 3)

4. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ทดสอบสมมติฐานข้อ 4)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (ถ้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ	SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสม

การประเมินความเหมาะสม ใช้แนวทางของการวิเคราะห์คุณภาพรายข้อของแบบสอบถาม โดยนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านให้ค่าน้ำหนักเป็นคะแนน ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนน 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนน 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การแปลความหมายค่าเฉลี่ยคะแนนนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งใช้แนวคิดของพื้นที่ได้แก่งปกติ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533, หน้า 138) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ค่าเฉลี่ยของความเหมาะสม คือ ถ้าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) จะถือว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีคุณภาพเหมาะสมในเบื้องต้น

2.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 9-11)

ก. โดยใช้สูตร

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียนนอกห้องเรียนหรือออนไลน์
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชั้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยผลการทดสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ข. โดยวิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

สำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนแต่ละสัปดาห์หรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

2.3 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 111)

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.4 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 84) คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 125-127)

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

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ
	R	แทน	จำนวนผู้ทดสอบที่ตอบถูก
	N	แทน	จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด

2.5 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยวิธีดัชนี B (B-index) ที่เสนอโดยเบรนนาน (Brennan) (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2555, หน้า 107) คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป (สมโภชน์ อเนกสุข, 2553, หน้า 125-127)

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	U	แทน	จำนวนรอบรู้คำตอบถูก
	L	แทน	จำนวนไม่รอบรู้คำตอบถูก
	N ₁	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	N ₂	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

2.6 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแบบอิงเกณฑ์ โดยใช้วิธีการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2555, หน้า 110) และค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 97)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r _{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	X _i	แทน	คะแนนของผู้สอบแต่ละคน
	k	แทน	จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ
	C	แทน	คะแนนจุดตัดที่มีค่าเท่ากับ 14 คะแนน ซึ่งคิดจากร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

2.7 หาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 111) แล้วพิจารณาเลือกแบบสอบถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540, หน้า 117) ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบถามที่มีความสอดคล้อง

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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.8 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้วิธี Item total correlation เป็นการคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แล้วคัดเลือกข้อที่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนรวม ถือว่ามีอำนาจจำแนก (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 115-116)

2.9 หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยใช้วิธีของครอนบาค (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2555, หน้า 118) และค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 0.50 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556, หน้า 97) มีสูตร ดังนี้

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	k	แทน	จำนวนข้อคำถามทั้งหมด
	S_i	แทน	ความแปรปรวนของข้อคำถามแต่ละข้อ
	S_t	แทน	ความแปรปรวนของข้อคำถามทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ เพื่อทดสอบสมมติฐานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/ E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80 ทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 9-11)

ก. โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียนนอกห้องเรียนหรือออนไลน์
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติ ทุกชิ้นรวมกัน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วยประกอบด้วยผลการทดสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ข. โดยวิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

สำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติ กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนแต่ละสัปดาห์หรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

3.2 ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA) และการทดสอบผลย่อย (Simple effect) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.3 ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA) และการทดสอบผลย่อย (Simple effect) เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.4 ใช้สถิติร้อยละและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทดสอบสมมติฐาน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

3.4.1 หาค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\bar{X}$) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 306)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 307) คือ

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

เมื่อ	SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละด้านยกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสื่อความหมายในการเสนอผลการวิจัยให้เข้าใจตรงกัน ดังนี้

$\bar{X}$	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการในระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในการทดสอบหลังเรียน
F	แทน	ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ F-test
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อน แบบที่ 1
SS	แทน	ผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง (Sum of squares)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลรวมของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
df	แทน	ระดับชั้นแห่งความอิสระ
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประเภตนำเสนอเนื้อหาเรื่องธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม ให้มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประเภtnำเสนอเนื้อหาเรื่องราวและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีลักษณะนำเสนอเนื้อหาแบบสารสนเทศที่เป็นสื่อประสม ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับบทเรียนและมีการให้ข้อมูลป้อนกลับ ประกอบด้วย เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์ การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน การผลิตโซดาแอช และการผลิตสารฟอกขาว โดยมีคำชี้แจง แบบทดสอบก่อนเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา บทเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียนให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ดังภาพที่ 4-1, 4-2, 4-3, 4-4 และ 4-5



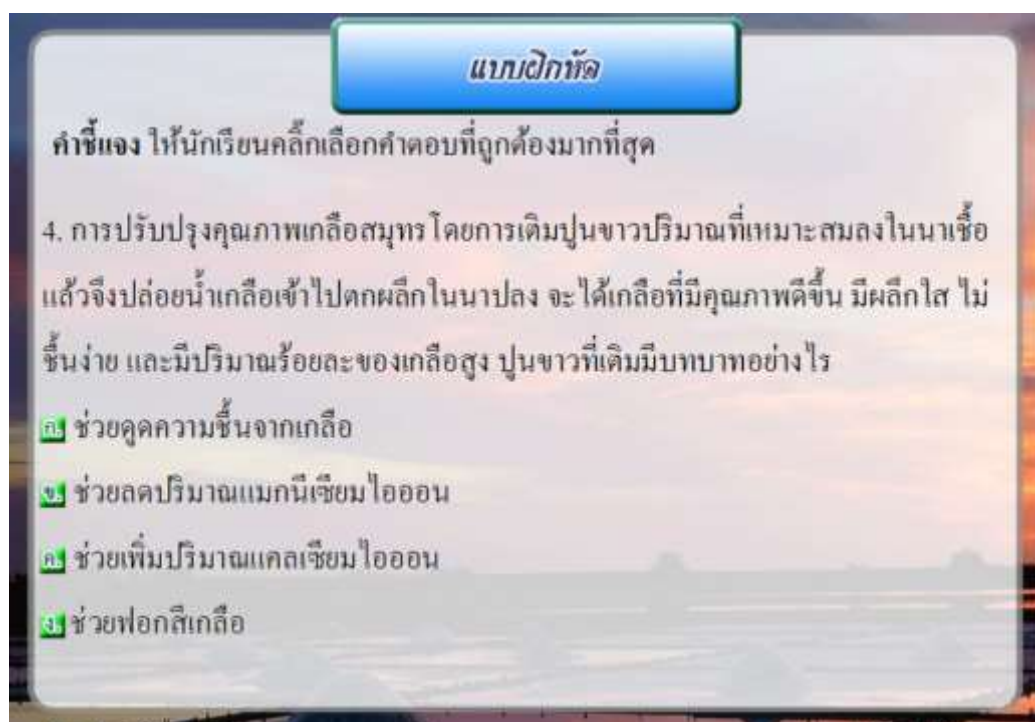
ภาพที่ 4-1 หน้าหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)



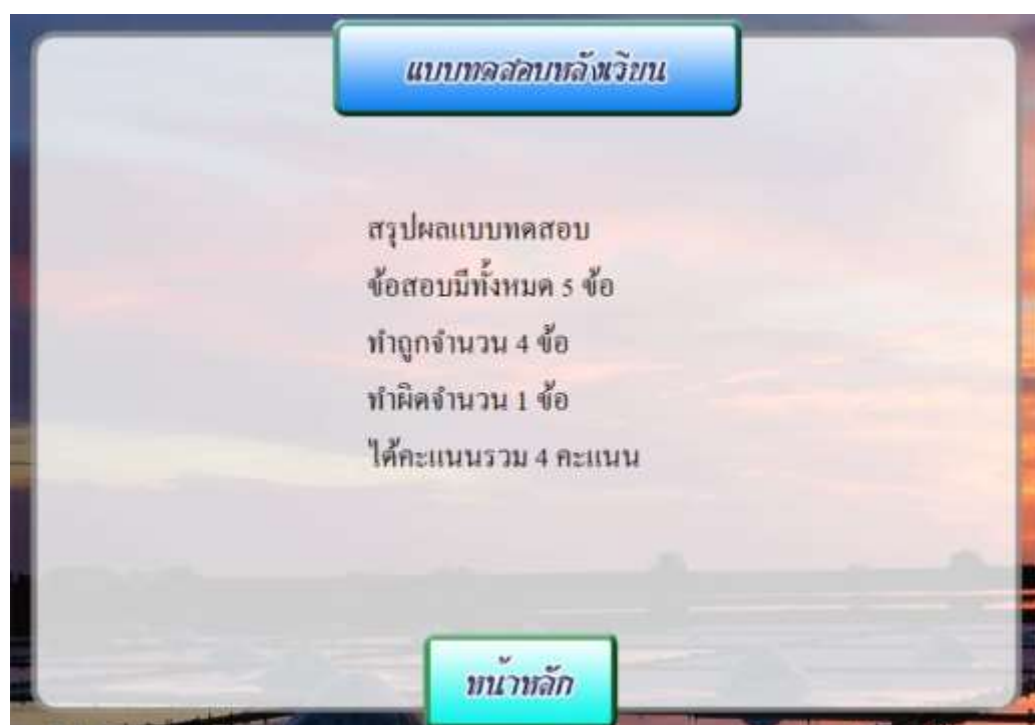
ภาพที่ 4-2 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)



ภาพที่ 4-3 การนำเสนอเนื้อหาแบบสื่อประสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)



ภาพที่ 4-4 แบบฝึกหัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)



ภาพที่ 4-5 ผลการทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

1.2 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ให้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/ 80 ได้ผลการดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	20	16.60	82.98
หลังเรียน	20	16.38	81.90
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) คิดเป็นร้อยละ			82.98/ 81.90

จากตารางที่ 4-1 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง โดยเทียบกับเกณฑ์ 80/ 80 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.98/ 81.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพและสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 1 จากผลคะแนนประสิทธิภาพ ระหว่าง E_1 และ E_2 สูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 แต่คะแนน E_1 สูงกว่า E_2 แสดงว่า คะแนนแบบฝึกหัดหรือคะแนนระหว่างเรียนมีลักษณะที่ง่ายกว่าการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้ผลดังตารางที่ 4-2 และ 4-3

ตารางที่ 4-2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA)

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม					
กลุ่ม (G)	171.417	1	171.417	24.942*	.000
ความคลาดเคลื่อน	556.691	81	6.873		
ภายในกลุ่ม					
เวลา (T)	3915.676	1	3915.676	26119.865*	.000
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มกับเวลา (GT)	121.941	1	121.941	813.421*	.000
ความคลาดเคลื่อน	12.143	81	.150		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4-2 พบว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยการทดสอบผลย่อย (Simple Effect)

ตัวแปร	ก่อนเรียน		หลังเรียน		F	p
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
กลุ่มทดลอง	4.95	1.899	16.38	1.834	21866.67*	.000
กลุ่มควบคุม	4.63	2.034	12.63	1.714	7497.14*	.000
F	.543		92.366*			
p	.463		.000			

*p < .05

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี ก่อนเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แตกต่างจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.38 ($\bar{X} = 16.38$, $SD = 1.83$) สูงกว่าก่อนเรียนซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 ($\bar{X} = 4.95$, $SD = 1.90$) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 2 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แตกต่างจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.38 ($\bar{X} = 16.38$, $SD = 1.83$) สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.63 ($\bar{X} = 12.10$, $SD = 1.71$) จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ทำให้นักเรียน

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 3

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่องธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม แสดงผลดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ	4.14	0.72	มาก
2. เนื้อหาสาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.05	0.54	มาก
3. เนื้อหาสาระไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย	4.07	0.68	มาก
4. มีคำถามที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ	4.02	0.72	มาก
รวม	4.07	0.66	มาก
ด้านการจัดการเรียนรู้			
1. ลำดับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	4.02	0.68	มาก
2. การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้	4.00	0.73	มาก
3. การจัดการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สรุปความรู้	4.07	0.71	มาก
4. การจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินได้นานโดยที่ผู้เรียนไม่รู้สึกลำบากเบื่อหน่าย	4.10	0.82	มาก
รวม	4.05	0.74	มาก

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านสื่อ/ นวัตกรรม			
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ใช้ภาพประกอบได้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.05	0.66	มาก
2. ผู้เรียนสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ (CAI) ได้ด้วยตนเอง	4.05	0.79	มาก
3. การเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นเรื่องที่ย่างและสะดวก	4.12	0.77	มาก
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สามารถเรียนได้นานโดยไม่ปวดตา หรือปวดศีรษะ	4.02	0.52	มาก
รวม	4.06	0.74	มาก
เฉลี่ยรวม	4.06	0.69	มาก

จากตารางที่ 4-4 พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.69$) โดยในด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X} = 4.07$, $SD = 0.66$) ซึ่งนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาในส่วนของความรู้ที่ต้องขยายให้มากขึ้นกว่าเดิมสอดคล้องกับประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประเภทนำเสนอเนื้อหา รองลงมาคือด้านสื่อ/นวัตกรรม ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.74$) และด้านที่น้อยที่สุดคือด้านการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.05$, $SD = 0.74$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน กำหนดให้ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 42 คน เป็นกลุ่มทดลอง และห้องเรียนที่ 2 จำนวน 41 คน เป็นกลุ่มควบคุม รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 83 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม
2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม 3) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.50-0.77 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.30-0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.58-0.76 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.85 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA) และการทดสอบผลย่อย (Simple effect) โดยมีแบบแผนการวิจัยแบบ (Pretest-posttest control group design)

สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม มีค่าประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 82.98/ 81.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/ 80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ 80/ 80 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 82.98/ 81.90 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจากการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นไปอย่างมีระบบเริ่มจากการสำรวจ ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา พบว่า เนื้อหาเรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม มีเนื้อหาที่ใช้การท่องจำเป็นจำนวนมากและต่อเนื่องกัน ผู้เรียนขาดความสนใจและเบื่อหน่าย ผู้วิจัยจึงเลือกเนื้อหา เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม มาออกแบบและสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ให้มีการนำเสนอเนื้อหาสื่อประสมที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เรียบเรียงเป็นลำดับขั้นตอนจากเรื่องง่ายไปเรื่องที่ยาก ได้ใจความ เข้าใจได้ง่ายโดยสอดแทรกเทคนิคการเรียนรู้หลายรูปแบบ เช่น Concept mapping, Flow chart เป็นต้น รวมไปถึงมีการประเมินก่อนเรียน (Pre-test) ระหว่างเรียน หลังเรียน (Post-test) และทบทวนความรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการตอบโต้กับบทเรียนแล้วมีข้อมูลป้อนกลับเสริมแรงให้ผู้เรียนได้ทราบถึงผลของการประเมินตนเอง ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนรู้

นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำเสนอแนะมาพัฒนาให้มีข้อความน้อยลง เพิ่มรูปภาพ

ประกอบให้มากขึ้น และเพิ่มความน่าสนใจ ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม ซึ่งพบว่าในการหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยวบทเรียนคอมพิวเตอร์ยังคงมีข้อความมากจนเกินไปจึงได้ทำการลดข้อความลงและเพิ่มรูปภาพมากขึ้นผู้เรียนในกลุ่มอ่อนต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ ในการหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม พบว่า รูปภาพมีเป็นจำนวนมากทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้นแต่ไม่ลึกซึ้งเท่าที่ควรเนื่องจากมีข้อความจำนวนน้อยที่ใช้ในการอธิบายรูปภาพต่าง ๆ จึงได้ทำการปรับให้ข้อความและรูปภาพมีจำนวนที่เหมาะสมกัน ส่วนการหาประสิทธิภาพภาคสนาม นั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้ผ่านการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมแล้ว ผู้เรียนจึงเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยได้เป็นอย่างดีทำให้ค่าประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ 80/ 80 แต่ยังคงใช้เวลามากเกินไปในการเรียนรู้จึงปรับเนื้อหาให้เข้าใจความมากยิ่งขึ้นเพื่อลดเวลาในการเรียนรู้ลง และเมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ไปใช้กับกลุ่มทดลอง พบว่า ค่าประสิทธิภาพยังคงผ่านเกณฑ์ 80/ 80

ซึ่งสอดคล้องกับถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541, หน้า 8-11) ที่กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีองค์ประกอบสำคัญ คือ สารสนเทศที่ได้รับการเรียบเรียงมาแล้วเป็นอย่างดี ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุม การเรียนของตน การโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการให้ผลป้อนกลับโดยทันที สอดคล้องกับผลการวิจัยของวิภาวี เทพนมิตร (2552) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนชลประทานวิทยา มีประสิทธิภาพ 86.11/ 84.91 สูงกว่าเกณฑ์ 80/ 80 และผลการวิจัยของวิทยา คณาวงษ์ (2554) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผ่านอินเทอร์เน็ต วิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/ 85 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผ่านอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/ 85

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นการเรียนรู้ที่อยู่บนพื้นฐานของการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองนั้น จะทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำองค์ความรู้ที่ได้ในระยะยาว และสามารถนำไปประยุกต์ใช้หรือเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ และเมื่อนักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ชัดเจนและถูกต้องก็จะส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนด้วย ซึ่งการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบของบายบีและคณะ (Bybee et al., 2006, pp. 41-42) ผู้เรียนถูกกระตุ้นจากสถานการณ์เพื่อสร้างความรู้และแนวคิดอย่างมีความหมาย พัฒนาความคิดและความรู้ของตนเองอย่างเต็มความสามารถโดยเรียนรู้วิธีการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีอิสระในการเรียนรู้โดยสามารถกำหนดเป้าหมายและติดตามผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำให้นักเรียนจดจำความรู้ได้นานขึ้น อีกทั้งการค้นพบด้วยตนเองยังเป็นการทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนแบบท่องจำ และช่วยพัฒนาอัตรานวัตกรรมแก่นักเรียน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2545, หน้า 73) นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาคำถามและแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะทำให้ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นานขึ้น สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2546, หน้า 142)

แต่สกุล มูลแสดง (2554, หน้า 121) ได้กล่าวไว้ว่า หลังจากที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปทดลองกับโรงเรียนในเขตกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในสภาพการเรียนการสอนปกติ พบว่า ข้อจำกัดของครูทั้งในเขตกรุงเทพฯ และต่างจังหวัดมีลักษณะเดียวกัน คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ครบวงจรตามแนวทางของ สสวท. คือ ครูดำเนินกิจกรรมในขั้นขยายความรู้น้อยมาก ทำให้ไม่เกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน เนื่องจากในขั้นขยายความรู้เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เพิ่งค้นพบไปสู่ปัญหาใหม่ที่ยังสงสัยหรือน่าสงสัย อันจะนำไปสู่การสำรวจและค้นหา เสาหาความรู้ต่อไป ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดให้ลึกซึ้ง กว้างไกลมากขึ้นกว่าเดิม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงได้ดียิ่งขึ้น

จากข้อจำกัดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยจึงได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาใช้ร่วมกันเพื่อลดข้อจำกัดดังกล่าว ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เวลาเรียนของผู้เรียนลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่เรียนเก่งไม่ต้องเสียเวลาคอยเพื่อน สามารถเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้ล่วงหน้า

ส่วนผู้เรียนที่ค่อนข้างช้าสามารถกลับไปทบทวนเนื้อหาเดิมซ้ำได้เพื่อเพิ่มความเข้าใจมากขึ้น นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีการป้อนคำถาม-คำตอบ ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะมีการแสดงความยินดีหรือชื่นชมด้วยข้อความ “ยินดีด้วยตอบถูกแล้วครับ” “เก่งมาก ๆ เลยครับ” ถ้าผู้เรียนตอบผิดมีข้อความให้กำลังใจแก่ผู้เรียนตอบใหม่ด้วยข้อความ “ลองใหม่อีกครั้งนะครับ” “ตั้งใจอีกหน่อยนะครับ” ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนบทเรียนได้ตามความสนใจของตนเองหรือสามารถย้อนกลับมาทบทวนเนื้อหาเดิมหรือข้ามไปยังเนื้อหาถัดไปได้ ผู้เรียนสามารถตอบได้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยการออกแบบบทเรียนให้มีปุ่มถัดไป ย้อนกลับ และกลับไปยังหน้าหลัก ประกอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองด้วยการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) การทดสอบระหว่างเรียน การทดสอบหลังเรียน (Posttest) และแบบทบทวนความรู้ ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น Concept mapping, Flow chart เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น

ซึ่งสอดคล้องกับมนชัย เทียนทอง (2545, หน้า 6-7) ที่กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์มากกว่าสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง นับตั้งแต่การจัดบทเรียน เลือกกิจกรรมที่ตนเองถนัด จนถึง การประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง ทำให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) นำเสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว จับใจ การย้อนกลับหรือข้ามบทเรียนไปยังเนื้อหาถัดไป ทำได้ง่าย และสะดวก สามารถนำเสนอกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว ภาพ 3 มิติ และภาพโครงร่างซับซ้อนประกอบการเรียนได้ นอกจากนี้ ยังใช้เสียงประกอบบทเรียน ในลักษณะของสื่อประสมได้ ทั้งเสียงบรรยาย เสียงดนตรี และเสียงพิเศษ (Sound effect) ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ สามารถนัดตัวไปเรียนในสถานที่ต่าง ๆ ได้สะดวกตามความต้องการ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้นและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สอดคล้องกับผลการวิจัยของวิทยา คณาพงษ์ (2554) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผ่านอินเทอร์เน็ต วิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผ่านอินเทอร์เน็ต วิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผ่านอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ

ผลการวิจัยของอดิศักดิ์ บุญพิศ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนปกติ เรื่องกรด-เบส พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) อยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 4 ทั้งนี้เนื่องมาจากการสังเกตพฤติกรรมในห้องเรียนของผู้เรียนขณะเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ไม่เกิดการเบื่อหน่ายกับบทเรียน มีสมาธิในการเรียนเนื่องจากผู้เรียนทุกคนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ตอบและเรียนรู้ด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนที่เรียนรู้ได้เร็วสามารถเรียนรู้ไปก่อนล่วงหน้าได้ ส่วนผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้านั้น ไม่รู้สึกกดดันเพราะเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเองและตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการแสดงความดีใจเมื่อสามารถเรียนรู้บทเรียนจนจบได้ในเวลาอันรวดเร็ว นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ถูกออกแบบมาให้มีภาพเคลื่อนไหว เช่น Cartoon animation, Processing animation แสดงและอธิบายกระบวนการผลิต การเกิดปฏิกิริยาของสารตั้งต้นจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังใช้เสียงในการอธิบายประกอบการบรรยาย เช่น มีรูปภาพตัวอย่างจริงที่สอดคล้องกับเนื้อหาและทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นตันทึ่งอยากรู้ อยากเห็น ได้รับความสนใจของผู้เรียน และจูงใจผู้เรียนให้รู้สึกไม่เบื่อหน่าย ประกอบกับการกล่าวชื่นชมและแสดงความยินดี “ยินดีด้วยตอบถูกแล้วครับ” “เก่งมาก ๆ เลยครับ” เมื่อตอบคำถามถูกต้อง และจากการตอบแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผู้เรียนได้เขียนบรรยายไว้ว่า “บทเรียนมีความแปลกใหม่ทำให้น่าติดตาม” “เรียนแล้วไม่รู้สึกน่าเบื่อเพราะมีการทดสอบอยู่ตลอดเวลา” “มีความเป็นอิสระในการเรียน ไม่รู้สึกกดดัน”

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิภาวี เทพนมิตร (2552) ได้ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) วิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาก และงานวิจัยของอดิศักดิ์ บุญพิศ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาเจตคติของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่องกรด-เบส พบว่า มีเจตคติต่อการเรียนอยู่ในระดับดี

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ผู้เรียนจะมีความสนใจมากขึ้นรวมถึงได้เรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงสูงขึ้น

1.2 ในการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จำเป็นที่ต้องมีคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ทั้งภาพและเสียงอย่างเพียงพอกับจำนวนนักเรียน

1.3 ในการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ถึงแม้ว่าจะเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง แต่ครูก็ยังมียบทบาทในการให้ความช่วยเหลือ เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาเกี่ยวกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นครูผู้สอนควรให้การดูแลตลอดเวลาที่ทำการสอน หรือคอยให้คำแนะนำแก้ไขข้อผิดพลาดของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น

2.2 ควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในรูปแบบเกมเพื่อเพิ่มความสนใจในการเรียนรู้ และสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

2.3 ควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ในรูปแบบสถานการณ์จำลองเพื่อลดค่าใช้จ่ายและเวลาในการทดลองปฏิบัติการหรือการทดลองที่เป็นอันตราย

บรรณานุกรม

- กานดา สุลัยหมัด. (2557). ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชา
ฟิสิกส์พื้นฐาน เรื่อง คลื่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีศรีสุริโยทัย
บำเพ็ญ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์,
แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อ/ นวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อเลื่อน
วิทยฐานะ. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- เกศกนก วงษ์นอก. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม.
- โกศล เพ็ชรสุวรรณ. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 สำหรับการพัฒนาการบริหารจัดการ
การศึกษาขั้นพื้นฐานของไทย. นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี, 42(189), 3.
- จารุวรรณ รักร้อด. (2549). ผลของการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ต
ประกอบบทเรียน วิชาเคมีเรื่องอะตอมและตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
4 โรงเรียนพูนพิทยาคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2550). การประเมินผลการเรียนรู้. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
มหาสารคาม.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). เทคนิคการวัดผล (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วิบูลย์การปก.
- ชญาภา ชมภูจักร. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบสุริยะ
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา,
คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชนินทร์ชัย อินทราภรณ์ และสุวิทย์ หิรัณยภานนท์. (2548). ปทานุกรมศัพท์การศึกษา ฉบับแก้ไข
ปรับปรุง (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไร่ไทยเพลส.

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน Developmental testing of media and instructional package. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซน์แอนพริ้นติ้ง.
- ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: บริษัท วงกลมโปรดักชัน จำกัด.
- ธนยศ ฤทธิ์เฉลิม. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบห้องปฏิบัติการเสมือนวิชาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*.
- ทวีป อภิลิทธิ. (2554). *การศึกษาตามอัธยาศัย การศึกษาของโลกยุคใหม่ที่มาแรง*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แยมมณี. (2550). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิสนา แยมมณี. (2553). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 13). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพโรจน์ ติรณธนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ เข้มพินิจ. (2554). *เทคนิคการผลิตบทเรียน เรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อการศึกษาทางไกลบนอินเทอร์เน็ต (e-learning)*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- ไพโรจน์ ติรณธนากุล, ไพบุลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ เข้มพินิจ. (2546). *การออกแบบและการผลิต บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนสำหรับ e-Learning*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- พิชิต ฤทธิ์เจริญ. (2548). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เฮาส์ ออฟเคอร์มีส์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ภาสกร เรืองรอง. (2558). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พรทิษา.

- ภัทรินทร์ แก่นคำ. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบย่อยอาหารของมนุษย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ภัทรา นิคมานนท์. (2543). การประเมินผลการเรียน (*Learning evaluation*) (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทิพย์วิสุทธิ์.
- ภพ เลาห์ไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน *Courseware design and development for CAI*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิไล เกรมย์. (2554). การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- วิโรจน์ สารรัตนะ. (2556). กระบวนทัศน์ใหม่ทางการศึกษา กรณีที่สะท้อนต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: หจก.ทิพย์วิสุทธิ์.
- วิภาวี เทพนมิตร. (2552). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน คณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษ โรงเรียนชลประทานวิทยา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิทยา คณาวงษ์. (2554). ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านอินเทอร์เน็ตวิชาเคมีอินทรีย์ เรื่องสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาศึกษาศาสตร์, แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วรวิทย์ นิตะศิลป์. (2551). สื่อและนวัตกรรมแห่งการเรียนรู้. ปทุมธานี: สกายบุ๊กส์.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ (*Learning management*). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สกล มูลแดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ Seminar in science teaching*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง
- สถาปณีย์ โสภณอดิษฐ์. (2554). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การรับรู้และการตอบสนอง วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำร่องขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2558*. วันที่ค้นข้อมูล 16 ตุลาคม 2559, เข้าถึงได้จาก <http://www.niets.or.th/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนากระบวนการคิดระดับสูง วิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วันที่ค้นข้อมูล 16 ตุลาคม 2559, เข้าถึงได้จาก <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *สรุปผลการวิจัย PISA 2015*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ พ้ายเรือคำ. (2555). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ Research Methodology for Social Sciences and Humanities* (พิมพ์ครั้งที่ 5). มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2553). *เอกสารคำสอน วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ Research Method in Behavioral and Social Sciences*. ชลบุรี: ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย Statistical methods for research* (พิมพ์ครั้งที่ 6). ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สรานู ปรีสุทธีกุล. (2556). *สร้างมัลติมีเดีย และ CAI ด้วย Authorware 7 ฉบับสมบูรณ์*. กรุงเทพฯ: ริวิวา.

- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สุจิตรา ศรีถวิล. (2553). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ “ฉบับใช้งานที่สมบูรณ์ 5 ปี”*. กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์สูตรไพศาล.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด
(พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ:
อรุณการพิมพ์.
- ราตรี นันทสุนกษ. (2553). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: บริษัท
จุดทอง จำกัด.
- อดิศักดิ์ บุญพิศ. (2556). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา,
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*.
- อนุพงศ์ เกษมเศรษฐ. (2554). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แสงและการมองเห็น
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์
ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา, คณะครุศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม*.
- อรนุช ลิ้มศิริ. (2556). *นวัตกรรมและเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ Innovation and Technology for
Learning Management CLM 6607 (TL 715)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
รามคำแหง.
- Asmayati Yahaya, Wong Shaw Jee, Che Nidzam Che Ahmada, & Mohd Faizal Nizam Lee
Abdullah. (2015). iLab: An Alternative Tool In Bridging Theory Practice Gap In
Chemistry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 1431-1435.
- Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P.V., Powell, C.J., Westbrook, A., & Landes, N.
(2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado:
BSCS.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system
application in a chemistry course. *Computer in Human Behavior*, 37, 31-40.

- Celikler, D., & Aksan, Z. (2011). The effect of computer assisted instruction in teaching ionic compound on pre-service elementary science teachers' academic achievement and permanent learning. *Procedia-Scial and Behavioral Sciences*, 28, 547-552.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.
- Rastegarpour, H., & Marashi, P. (2012). The effect of card games and computer games on learning of chemistry concepts. *Procedia-Scial and Behavioral Sciences*, 31, 597-601.
- Raymond Chang. (2012). *เคมี 1 Chemistry 10/e* (ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย, ยุทธนา ตันติรุ่งโรจน์ชัย, ทินกร เตียนสิงห์และพรสวรรค์ อมรศักดิ์ชัย, แปล). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แมคกรอ-ฮิล.
- Roblyer, M. D. (2003). *Integrating educational technology into teaching* (3rd ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Russell, S. L. (2014). *Instructional Technology and Media for Learning* (10th ed.). London: Pearson.
- Smaldino, S. E., Russell, J. D., Heinich, R., & Molenda, M. (2005). *Instructional technology and media for learning* (8th ed.). New Jersey: Pearson Education.
- Zephrinus, C.N., & Phoebe, I.E. (2015). Resolving Nigerian secondary school students' learning difficulties in nuclear chemistry using computer animation solutions. *Procedia-Scial and Behavioral Sciences*, 176, 1034-1040.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร.ปริญญา ทองสอน | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาการจัดการเรียนรู้
มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา</p> |
| 2. ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ | <p>อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและ
เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา</p> |
| 3. นายพงษ์ศักดิ์ ขอบงดี | <p>ครูชำนาญการ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5
โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์</p> |
| 4. นายสมวงศ์ จงกลาง | <p>ครูชำนาญการพิเศษ ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์</p> |
| 5. นางสาวนันท์ณัฏฐ์ ทิพเจริญ | <p>ครูผู้สอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5
โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา</p> |

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ว.๖๓

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๑ มกราคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย คำขอขอยืมวิทยานิพนธ์ และเครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภคนนท์ ขวัญพุด นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” โดยอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ ขณะนี้อยู่ในขั้นตอนการสร้างเครื่องมือเพื่อการวิจัย ในการนี้คณะศึกษาศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือเพื่อการวิจัยของนิสิตในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ) เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๑๒๕๓-๓๒๕๒

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ๕๘๒

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๔ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนแสนสุข
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภชนนท์ ขวัญพุด นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การศึกษา
ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ ๕” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ มีความ
ประสงค์ขออนุญาตความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดย
ผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ระหว่างวันที่ ๑๕ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๑๗
มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของ
มหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ รักษาการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๑๒๕๖-๓๒๕๒

(สำเนา)

ที่ ศธ ๖๒๑๘/ ๕๘๓

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

๑๖๕ ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข

อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๔ มีนาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนแสนสุข

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือเพื่อการวิจัย จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนายภชนนท์ ขวัญพุฒ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” ในความควบคุมดูแลของ ดร.ภัทรกร ชัยประเสริฐ ประธานกรรมการ มีความประสงค์ขออนุญาตความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โดยผู้วิจัยจะขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง ระหว่างวันที่ ๒๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ ถึงวันที่ ๒๔ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๐ อนึ่งโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านขั้นตอนการพิจารณาทางจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพาเรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ลงชื่อ)

เชษฐ ศิริสวัสดิ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เชษฐ ศิริสวัสดิ์)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์ ปฏิบัติการแทน

ผู้ปฏิบัติหน้าที่อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

ภาควิชาการจัดการเรียนรู้

โทรศัพท์ ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๖, ๐-๓๘๑๐-๒๐๖๕

โทรสาร ๐-๓๘๓๕-๓๔๘๕

ผู้วิจัย ๐๘-๑๒๕๖-๓๒๕๒

ภาคผนวก ข

- ตารางแสดงการวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง
- ตารางแสดงการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก
- ตารางแสดงผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
- ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูป

**การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)**

ตารางที่ ข-1 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
ชัดเจน								
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
สามารถวัดและประเมิน								
ได้ชัดเจน								
2.2 ข้อความชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
เข้าใจง่าย								
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
กับเวลา								
3.3 เหมาะสมกับ	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
ระดับผู้เรียน								
4. กระบวนการจัด								
การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ	4	5	5	4	4	4.40	0.49	มาก
กิจกรรมได้เหมาะสม								
4.2 เหมาะสมกับ	4	5	5	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
เวลาที่สอน								

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	5	5	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	5	5	4	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	5	5	5	4	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	5	5	4	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.48	0.55	มาก

ตารางที่ ข-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ ชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	4	5	4	4.20	0.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
	เฉลี่ย					4.44	0.54	มาก

ตารางที่ ข-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การผลิตโซดาแอช

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	5	4	5	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ ชัดเจน	5	4	5	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	4	4	5	4.20	0.40	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก

ตารางที่ ข-3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.48	0.53	มาก

ตารางที่ ข-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	4	5	5	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วน ร่วมในกิจกรรม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.48	0.55	มาก

ตารางที่ ข-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.48	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.44	0.54	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.48	0.53	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.48	0.55	มาก
เฉลี่ย	4.47	0.54	มาก

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตารางที่ ข-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.48	0.55	มาก

ตารางที่ ข-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
เรื่อง การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	4	5	5	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.49	0.55	มาก

ตารางที่ ข-8 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง การผลิตโซดาแอช

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	4	5	5	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
	เฉลี่ย					4.47	0.55	มาก

ตารางที่ ข-9 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	4	5	5	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.47	0.55	มาก

ตารางที่ ข-10 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.48	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.49	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.47	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.47	0.55	มาก
เฉลี่ย	4.48	0.55	มาก

การวิเคราะห์ความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ตารางที่ ข-11 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4. กระบวนการจัดการเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับเวลาที่สอน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-11 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.43	0.55	มาก

ตารางที่ ข-12 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
เรื่อง การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-12 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.39	0.53	มาก

ตารางที่ ข-13 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
เรื่อง การผลิตโซดาแอช

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก

ตารางที่ ข-13 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	4	5	4.20	0.75	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
	เฉลี่ย					4.43	0.55	มาก

ตารางที่ ข-14 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. สารสำคัญ								
1.1 ความถูกต้อง	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
1.2 ภาษาที่ใช้ชัดเจน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
2. จุดประสงค์								
2.1 ระบุพฤติกรรมที่ สามารถวัดและประเมิน ได้ชัดเจน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 ข้อความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. สารการเรียนรู้								
3.1 ใจความถูกต้อง	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 เนื้อหาเหมาะสม กับเวลา	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
3.3 เหมาะสมกับ ระดับผู้เรียน	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4. กระบวนการจัด การเรียนรู้								
4.1 เรียงลำดับ กิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 เหมาะสมกับ เวลาที่สอน	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
4.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วม ในกิจกรรม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ ข-14 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
5.1 สื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
5.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	4	4	4.00	0.63	มาก
5.3 ช่วยประหยัดเวลาในการสอน	3	4	5	5	5	4.40	0.80	มาก
6. การวัดและประเมินผล								
6.1 วัดได้ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
6.2 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
	เฉลี่ย					4.45	0.53	มาก

ตารางที่ ข-15 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1	4.43	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2	4.39	0.53	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	4.43	0.55	มาก
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	4.45	0.53	มาก
เฉลี่ย	4.43	0.54	มาก

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ตารางที่ ข-16 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนวิชาเคมี

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
4	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
9	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
10	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
12	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
21	+1	0	+1	+1	+1	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ ข-16 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้

**การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี**

ตารางที่ ข-17 ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ข้อที่	P	B	ข้อที่	P	B
1*	0.70	0.30	21*	0.67	0.47
2	0.47	0.27	22	0.53	0.27
3	0.67	0.33	23	0.57	0.37
4*	0.67	0.40	24*	0.67	0.47
5*	0.63	0.43	25*	0.67	0.40
6	0.63	0.37	26	0.50	0.37
7*	0.53	0.40	27*	0.60	0.47
8	0.70	0.37	28	0.53	0.40
9	0.50	0.30	29*	0.77	0.37
10*	0.57	0.37	30	0.53	0.33
11*	0.60	0.47	31*	0.63	0.43
12	0.60	0.40	32	0.53	0.40
13*	0.70	0.43	33	0.70	0.23
14	0.57	0.37	34*	0.50	0.30
15*	0.63	0.43	35*	0.53	0.33
16	0.50	0.37	36	0.50	0.30
17*	0.70	0.50	37	0.60	0.33
18	0.67	0.40	38*	0.53	0.33
19	0.77	0.37	39*	0.73	0.33
20*	0.60	0.47	40	0.63	0.30

* หมายถึง ข้อสอบที่คัดเลือก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม คือ .84

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)
ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ตารางที่ ข-18 ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ
 ต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
เนื้อหา	1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
การจัดการเรียนรู้	1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
	10	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ ข-18 (ต่อ)

ด้าน	ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการ วิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
สื่อ/ นวัตกรรม	1	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	3	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	4	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้
	5	+1	+1	0	+1	+1	0.8	ใช้ได้
	6	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	8	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	ใช้ได้
	10	+1	+1	+1	+1	0	0.8	ใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy})
ของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ตารางที่ ข-19 ค่าอำนาจจำแนก (r_{xy}) และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ด้านเนื้อหา		ด้านการจัดการเรียนรู้		ด้านสื่อ/ นวัตกรรม	
ข้อที่	r_{xy}	ข้อที่	r_{xy}	ข้อที่	r_{xy}
1*	0.66	1	0.60	1	0.66
2	0.42	2*	0.62	2*	0.72
3	0.48	3	0.54	3	0.67
4	0.58	4*	0.66	4	0.54
5*	0.58	5	0.53	5	0.55
6*	0.61	6	0.57	6	0.68
7*	0.66	7	0.56	7	0.45
8	0.33	8*	0.68	8*	0.70
9	0.53	9*	0.76	9*	0.70
10	0.50	10	0.57	10*	0.72

* หมายถึง ข้อที่คัดเลือก

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
เท่ากับ .85

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

ตารางที่ ข-20 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แบบเดี่ยว

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อย	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
1	16	15
2	11	10
3	13	13
รวม	40	38
เฉลี่ย	13.33	12.67

จากตารางที่ ข-20 จะได้

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum X}{A} \times 100 \\
 &= \frac{13.33}{20} \times 100 \\
 &= 66.67
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum F}{B} \times 100 \\
 &= \frac{12.67}{20} \times 100 \\
 &= 63.33
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-21 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) แบบกลุ่ม

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อย	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
1	17	17
2	17	16
3	14	14
4	18	18
5	12	13
6	16	15
7	12	12
8	15	14
9	16	14
รวม	137	133
เฉลี่ย	15.22	14.78

จากตารางที่ ข-21 จะได้

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum X}{N} \times 100 \\
 &= \frac{15.22}{20} \times 100 \\
 &= 76.11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum F}{B} \times 100 \\
 &= \frac{14.78}{20} \times 100 \\
 &= 73.89
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-22 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ภาคสนาม

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อย	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
1	17	18
2	13	12
3	17	18
4	14	13
5	16	17
6	19	19
7	16	17
8	17	18
9	15	16
10	15	14
11	17	18
12	15	15
13	16	17
14	16	17
15	19	19
16	16	16
17	14	12
18	15	15
19	15	14
20	16	16
21	19	19
22	18	18
23	17	17
24	19	19
25	18	18

ตารางที่ ข-22 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อย	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
26	14	12
27	19	19
28	15	13
29	17	17
30	19	18
รวม	493	491
เฉลี่ย	16.43	16.37

จากตารางที่ ข-22 จะได้

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum X}{A} \times 100 \\
 &= \frac{16.43}{20} \times 100 \\
 &= 82.17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum F}{B} \times 100 \\
 &= \frac{16.37}{20} \times 100 \\
 &= 81.83
 \end{aligned}$$

ตารางที่ ข-23 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) กลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อย	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
1	14	14
2	16	16
3	18	18
4	14	13
5	14	15
6	14	13
7	16	16
8	14	14
9	16	16
10	18	18
11	14	13
12	16	16
13	17	16
14	17	17
15	18	18
16	17	17
17	14	13
18	18	19
19	18	18
20	18	18
21	15	15
22	17	17
23	15	15
24	17	17
25	19	19

ตารางที่ ข-23 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนจากแบบทดสอบย่อย	คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน
	(20 คะแนน)	(20 คะแนน)
26	17	17
27	15	15
28	19	19
29	19	19
30	17	17
31	19	19
32	17	16
33	16	15
34	17	16
35	17	17
36	18	17
37	19	19
38	18	18
39	17	16
40	16	15
41	14	14
42	18	18
รวม	697	688
เฉลี่ย	16.60	16.38

จากตารางที่ ข-23 จะได้

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \\ &= \frac{16.60}{20} \times 100 \\ &= 82.98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \\ &= \frac{16.38}{20} \times 100 \\ &= 81.90 \end{aligned}$$

**คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
หาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ก่อนเรียนและหลังเรียน**

ตาราง ข-24 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)
1	3	14	22	5	17
2	5	16	23	3	15
3	7	18	24	6	17
4	2	13	25	7	19
5	4	15	26	6	17
6	2	13	27	3	15
7	4	16	28	8	19
8	3	14	29	7	19
9	5	16	30	6	17
10	7	18	31	8	19
11	2	13	32	4	16
12	5	16	33	3	15
13	5	16	34	4	16
14	5	17	35	5	17
15	7	18	36	6	17
16	5	17	37	8	19
17	2	13	38	6	18
18	8	19	39	4	16
19	7	18	40	3	15
20	7	18	41	2	14
21	3	15	42	6	18
			เฉลี่ย	4.95	16.38

**คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้
แบบสืบเสาะหาความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน**

ตาราง ข-25 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	เลขที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)
1	7	15	22	5	13
2	3	11	23	8	15
3	6	14	24	3	12
4	4	12	25	5	13
5	2	10	26	8	15
6	5	12	27	2	10
7	2	10	28	4	12
8	5	13	29	5	13
9	3	12	30	3	12
10	2	10	31	6	14
11	7	15	32	5	13
12	2	10	33	5	13
13	5	13	34	5	13
14	8	15	35	2	11
15	6	14	36	8	15
16	2	10	37	8	15
17	4	12	38	8	15
18	2	10	39	2	11
19	3	12	40	5	13
20	4	12	41	6	15
21	5	13	เฉลี่ย	4.63	12.63

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตาราง ข-26 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางแบบ 1 ตัวแปรวัดซ้ำและ 1 ตัวแปรระหว่างกลุ่ม (Two-way repeated measure ANOVA)

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig
ระหว่างกลุ่ม					
กลุ่ม (G)	171.417	1	171.417	24.942	.000
error	556.691	81	6.873		
ภายในกลุ่ม					
เวลา (T)	3915.676	1	3915.676	26119.865	.000
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มกับเวลา (GT)	121.941	1	121.941	813.421	.000
error	12.143	81	.150		

ตาราง ข-27 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน โดยการทดสอบย่อย (Simple effect)

ตัวแปร	ก่อนเรียน		หลังเรียน		F	Sig
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
กลุ่มทดลอง	4.95	1.899	16.38	1.834	21866.67	.000
กลุ่มควบคุม	4.63	2.034	12.63	1.714	7497.14	.000
F	.543		92.366			
Sig	.463		.000			

ภาคผนวก ค

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 4

รหัสวิชา ว 30223

ภาคเรียนที่ 2/ 2559

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

จำนวนคาบ 2 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

โซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงที่ผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า เกลือสมุทร ถ้าผลิตจากแหล่งเกลือในดิน เรียกว่า เกลือสินเธาว์

การผลิตเกลือสมุทรใช้หลักการตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก ส่วนการผลิตเกลือสินเธาว์ใช้หลักการละลาย การกรอง การระเหย และการตกผลึก

เกลือสมุทรเหมาะสำหรับบริโภคเนื่องจากมีปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ส่วนเกลือสินเธาว์เหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความบริสุทธิ์สูง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ความรู้ (K), ทักษะ/ กระบวนการ (P), คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A))

1. อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้ (K)
2. มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็น ความมีเหตุผล (A)

สาระการเรียนรู้

1. การผลิตโซเดียมคลอไรด์

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (5 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องการตกตะกอน การระเหย การตกผลึก การละลาย การกรอง การตกตะกอน

2. ครูแสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับเกลือ แล้วครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า ภาพทั้งหมดที่แสดงนั้นมีอะไรที่สัมพันธ์กัน (คำตอบคือ “เกลือ”) ครูรอนักเรียนตอบคำถาม เมื่อนักเรียนตอบคำถามเสร็จแล้วครูถามนักเรียนต่อว่า แล้วนักเรียนรู้ไหมว่าเกลือแกงมีสูตรทางเคมีว่าอะไร (NaCl หรือโซเดียมคลอไรด์)

3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนต่อว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเกลือมีกี่ชนิด แล้วแต่ละชนิดผลิตอย่างไร ครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบปล่อยให้ให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบต่อไป

ขั้นที่ 2 ดำรงและค้นหา (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็น 6 กลุ่ม เพื่อสืบค้นการผลิตโซเดียมคลอไรด์ จากใบความรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์ และหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าห้องเรียน

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนนำเสนอไม่ครบ

3. ครูสรุป การผลิตโซเดียมคลอไรด์ ดังนี้

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า เกลือสมุทร และการผลิตจากแหล่งเกลือในพื้นดิน เรียกว่า เกลือสินเชาว์

การผลิตเกลือสมุทรมีขั้นตอน ดังนี้

น้ำทะเล → วั่งขังน้ำ $\xrightarrow{\text{ตกตะกอน}}$ นาดาก $\xrightarrow{\text{ระเหย}}$ นาเชื้อ $\xrightarrow{\text{ระเหย, ตกผลึก}}$ นาปลง $\xrightarrow{\text{ระเหย, ตกผลึก}}$ เกลือสมุทร

การผลิตเกลือสินเชาว์มีขั้นตอน ดังนี้

แหล่งเกลือในดิน $\xrightarrow{\text{ละลาย}}$ น้ำเกลือ $\xrightarrow{\text{กรอง, ระเหย, ตกผลึก}}$ เกลือสินเชาว์

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (40 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเรียนรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์เพิ่มเติมโดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ซึ่งประกอบด้วยคำชี้แจง แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียนซึ่งประกอบด้วยการผลิตเกลือสมุทร เกลือสินเธาว์ การปรับปรุงคุณภาพเกลือ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการผลิตเกลือสินเธาว์ รวมไปถึงประโยชน์ของเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ แบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์ และแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ขั้นที่ 5 ประเมิน (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
3. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในชั้นเรียน

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. เพาเวอร์พอย
3. ใบความรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
4. ใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
6. แบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. ด้านความรู้ (K) - อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้	การทำแบบทดสอบ เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	แบบทดสอบ เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ (P) - มีทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	การทำใบกิจกรรม เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	ใบกิจกรรม เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ (A) - มีความสนใจใฝ่รู้ ความ รอบคอบ การร่วมแสดง ความคิดเห็นและยอมรับ ฟังความคิดเห็นผู้อื่น ความมีเหตุผล	สังเกตพฤติกรรมใน ชั้นเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรมใน ชั้นเรียน	ได้ระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ใบความรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ชื่อ.....ชั้น ม. 5/.... เลขที่.....

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า **เกลือสมุทร** และการผลิตจากแหล่งเกลือในพื้นดิน เรียกว่า **เกลือสินเธาว์**

การผลิตเกลือสมุทรเริ่มจากการระบายน้ำทะเลเข้าสู่วังขังน้ำเพื่อให้โคลนตกตะกอน จากนั้นระบายน้ำเข้าสู่บ่อดัก ซึ่งเป็นนาสำหรับให้น้ำทะเลตกแดดเพื่อทำให้ระเหยน้ำออกไปความเค็มจึงเข้มข้นขึ้น ต่อมาระบายน้ำทะเลเข้าสู่บ่อเกลือ ซึ่งเป็นนาสำหรับเพาะเชื้อเกลือ เมื่อน้ำระเหยออกจนน้ำทะเลมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.20 ก็ระบายเข้าสู่บ่อบล่ง หลังจากนั้นประมาณ 2 วัน NaCl จะตกผลึกลงมาขณะเดียวกันน้ำทะเลที่เหลือก็มีความเข้มข้นของไอออนต่าง ๆ เพิ่มขึ้น จึงต้องระบายน้ำจากบ่อเกลือเข้าไปอยู่เสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้ $MgCl_2$ และ $MgSO_4$ ตกผลึกลงมาเจือปนกับผลึก NaCl เมื่อตากได้เป็นเวลา 10-15 วัน เกลือตกผลึกหนาประมาณ 1 นิ้ว ก็จะเริ่ม “รื้อเกลือ” โดยการแฉะให้เกลือแตกออกจากกันแล้วชักลากเกลือมากองรวมกันเป็นแถว ๆ จากนั้นโกยเกลือมารวมเป็นกอง ๆ เหมือนเจดีย์ทรายเพื่อให้เกลือแห้งน้ำแล้วนำไปเก็บไว้ในลานเกลือหรือฉางเกลือรอการจำหน่ายต่อไป

การผลิตเกลือสินเธาว์จะใช้แหล่งเกลือในดินเป็นวัตถุดิบ อาจเป็นแหล่งเกลือบนผิวดิน น้ำเกลือบาดาล แร่เกลือหินหรือแร่เฮไลต์ พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่จังหวัด นครราชสีมา มหาสารคาม อุดรธานี อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด สกลนคร ชัยภูมิ และหนองคาย วิธีการผลิตเกลือสินเธาว์ในประเทศไทยมี 3 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 การใช้เทคโนโลยีชาวบ้าน โดยการอัดอากาศลงไปตามท่อ เพื่อดันน้ำเกลือที่ละลายอยู่เหนือชั้นเกลือหรือโดมเกลือขึ้นมา แล้วนำน้ำเกลือที่ได้ไปตากในนาเกลือหรือนำไปต้มให้ตกผลึก วิธีนี้ก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญคือ ทำให้เกิดการยุบตัวของดิน และน้ำในแหล่งน้ำหรือในอ่างเก็บน้ำรั่วหายไปปนโพรงเกลือ ตลอดจนทำให้เกิดการปนเปื้อนของเกลือบนดิน

วิธีที่ 2 การทำแบบเหมืองละลายแร่ โดยอัดน้ำลงไปละลายเกลือแล้วสูบขึ้นมา ต่อจากนั้นนำน้ำเกลือไปตากในนาเกลือหรือต้มโดยวิธีลดความดัน การละลายเกลือและสูบน้ำเกลือในชั้นเกลือตอนบนทำให้เกิดปัญหาแผ่นดินทรุด จึงไม่ได้รับการอนุญาตให้ทำการละลายเกลือชั้นบน แต่ให้ทำเหมืองละลายเกลือชั้นล่างที่อยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 200 เมตร โดยนำเกลือออกมาจากพื้นที่ได้ประมาณร้อยละ 10-15 เท่านั้น และให้เกลือเกลือไว้เพื่อการค้ำยันประมาณร้อยละ 85-90 เมื่อสูบน้ำเกลือขึ้นมาแล้วจะต้องมีการอัดน้ำขม (น้ำขม คือ น้ำเกลือเข้มข้นที่ไม่สามารถทำให้ตกตะกอนได้

ประกอบด้วยเกลือ $MgCl$ เป็นส่วนใหญ่ จึงมีรสขม) กลับลงไปชั้นน้ำเกลือใต้ดิน เพื่อป้องกันผลกระทบต่องี๊สิ่งแวดล้อม และมีการตรวจวัดรูปร่างของบ่อเกลือเป็นระยะ

วิธีที่ 3 เป็นการทำให้เหมือนใต้ดิน โดยขุดอุโมงค์ในแนวนอนลงไปชั้นเกลือแล้วทำการเจาะหรือระเบิดนำเกลือขึ้นมา จากนั้นนำน้ำขมใส่กลับไปไว้ในอุโมงค์เช่นเดิม น้ำเกลือที่ได้นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยใช้สารละลาย $NaOH$ Na_2CO_3 และ $CaCl_2$ กำจัดไอออนต่าง ๆ เช่น Ca^{2+} Mg^{2+} SO_4^{2-} CO_3^{2-} จากนั้นนำน้ำเกลือบริสุทธิ์ไปต้มเคี่ยวจนได้ผลึกเกลือ แล้วนำไปอบให้แห้งและบรรจุถุง

การผลิตเกลือสมุทรเพื่อให้ได้เกลือสมุทรที่มีคุณภาพดีควรจะระบายน้ำทะเลจากนาเกลือเข้าไปเพิ่มในนาปลงตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำทะเลมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนทำให้เกลือชนิดอื่น ๆ ตกผลึกได้ นอกจากนี้การเติมปูนขาวจะช่วยให้เกลือสมุทรมีคุณภาพดีขึ้น ส่วนการผลิตเกลือสินเธาว์ให้มีคุณภาพดีควรผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยใช้สารละลาย $NaOH$ Na_2CO_3 และ $CaCl_2$ กำจัดไอออนต่าง ๆ

การผลิตเกลือสินเธาว์ตามเทคโนโลยีชาวบ้านโดยการอัดอากาศลงไปตามท่อ เพื่อดันน้ำเกลือที่ละลายอยู่เหนือชั้นเกลือหรือโดมเกลือขึ้นมา จะทำให้เกิดผลกระทบที่สำคัญคือการยุบตัวของดิน น้ำในแหล่งน้ำหรือในอ่างเก็บน้ำรั่วหายไปโพรงเกลือ นอกจากนี้ยังจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเกลือบนพื้นดินและแหล่งน้ำ

เกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงมาก มีสารประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมปริมาณน้อย มีความชื้นต่ำ จึงเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนเกลือสมุทรเหมาะที่จะใช้ในการบริโภค เนื่องจากมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าเกลือสินเธาว์ ดังนั้นถ้านำเกลือสินเธาว์ มาบริโภคควรเติมไอโอดีนหรือไอโอดีนลงไป ซึ่งเรียกเกลือนี้ว่า เกลืออนามัยหรือเกลือไอโอดีน

ใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

กลุ่มที่ ชั้น ม. 5/.....

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

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำให้ถูกต้องครบถ้วน

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี.....วิธี คือ

การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า และการผลิตจากแหล่งเกลือใน
พื้นดิน เรียกว่า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสมุทร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสินเธาว์



เนลยใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำให้ถูกต้องครบถ้วน

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า เกลือสมุทร และการผลิตจากแหล่งเกลือในพื้นดิน เรียกว่า เกลือสินเธาว์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสมุทร

น้ำทะเล → วั่งซังน้ำ ^{ตกตะกอน} → นาดาก ^{ระเหย} → นาเชื้อ ^{ระเหย, ตกผลึก} → นาปลง ^{ระเหย, ตกผลึก} → เกลือสมุทร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสินเธาว์

แหล่งเกลือในดิน ^{ละลาย} → น้ำเกลือ ^{กรอง, ระเหย, ตกผลึก} → เกลือสินเธาว์

แบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ชื่อ.....ชั้น ม. 5/.... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. ในการทำนาเกลือจากน้ำทะเลหรือเกลือสินเธาว์ สารมลทินที่เจือปนมาด้วย ได้แก่ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} วิธีการจัดไอออนดังกล่าว ทำได้ดังนี้

a. ตกผลึกแยกออกจากกันโดยอาศัยการละลายที่แตกต่างกันโดยตกผลึก CaSO_4 และ MgCl_2 ออกก่อนแล้วจึงตกผลึกของ NaCl

b. ตกผลึก CaSO_4 ออกก่อน แล้วจึงตกผลึก NaCl โดยควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเพื่อไม่ให้ MgCl_2 ตกผลึกออกมา

c. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} ออกโดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-}

d. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} โดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCO_3 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-}

ขั้นตอนใดถูกต้อง

ก. a และ c

ข. b และ c

ค. a และ d

ง. b และ d

2. เกลือ NaCl ที่มีเกลือแมกนีเซียมปนอยู่มากเป็นมลทิน จะมีคุณภาพต่ำและราคาตกเพราะเหตุใด

ก. แมกนีเซียมไอออนดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ทำให้เกลือขึ้น

ข. ทำให้เกลือมีสีคล้ำ และมีผลึกขนาดใหญ่

ค. แมกนีเซียมซัลเฟตดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ทำให้เกลือขึ้น

ง. แมกนีเซียมไอออนเป็นกะตะไลต์ให้ NaCl ดูดน้ำเกิดเป็น NaOH ได้ง่ายขึ้น

3. NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ที่โรงงานอุตสาหกรรมใช้เพื่อทำให้สารละลาย NaCl บริสุทธิ์จะช่วยขจัดสารทุกตัว ในข้อใดต่อไปนี้

ก. Mg^{2+} , Ba^{2+} , H^+

ข. Ca^{2+} , Ba^{2+} , SO_4^{2-}

ค. Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+}

ง. Mg^{2+} , CO_3^{2-} , Ba^{2+}

4. การปรับปรุงคุณภาพเกลือสมุทรโดยการเติมปูนขาวปริมาณที่เหมาะสมลงในน้ำเชื้อแล้วจึงปล่อยน้ำเกลือเข้าไปตกผลึกในนาปลง จะได้เกลือที่มีคุณภาพดีขึ้น มีผลึกใส ไม่ชื้นง่าย และมีปริมาณร้อยละของเกลือสูง ปูนขาวที่เติมมีบทบาทอย่างไร

ก. ช่วยดูดความชื้นจากเกลือ

ข. ช่วยลดปริมาณแมกนีเซียมไอออน

ค. ช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมไอออน

ง. ช่วยฟอกสีเกลือ

5. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือโซเดียมคลอไรด์จากชั้นเกลือหินคือ

ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก

ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก

ค. การระเหย และการตกผลึก

ง. การละลาย การระเหย และการตกผลึก

เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. (ข.) ในการทำนาเกลือจากน้ำทะเลหรือเกลือสินเธาว์ สารมลทินที่เจือปนมาด้วย ได้แก่ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} วิธีกำจัดไอออนดังกล่าว ทำได้ดังนี้

a. ตกผลึกแยกออกจากกัน โดยอาศัยการละลายที่แตกต่างกัน โดยตกผลึก CaSO_4 และ MgCl_2 ออกก่อนแล้วจึงตกผลึกของ NaCl

b. ตกผลึก CaSO_4 ออกก่อน แล้วจึงตกผลึก NaCl โดยควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเพื่อไม่ให้ MgCl_2 ตกผลึกออกมา

c. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} ออกโดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-}

d. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} โดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCO_3 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-} ขึ้นตอนใดถูกต้อง

ก. a และ c

ข. b และ c

ค. a และ d

ง. b และ d

2. (ก.) เกลือ NaCl ที่มีเกลือแมกนีเซียมปนอยู่มากเป็นมลทิน จะมีคุณภาพต่ำและราคาตกเพราะเหตุใด

ก. แมกนีเซียมไอออนดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ทำให้เกลือชื้น

ข. ทำให้เกลือมีสีคล้ำ และมีผลึกขนาดใหญ่

ค. แมกนีเซียมซัลเฟตดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ทำให้เกลือชื้น

ง. แมกนีเซียมไอออนเป็นกะตะไลต์ให้ NaCl ดูดน้ำเกิดเป็น NaOH ได้ง่ายขึ้น

3. (ค.) NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ที่โรงงานอุตสาหกรรมใช้เพื่อทำให้สารละลาย NaCl บริสุทธิ์จะช่วยขจัดสารทุกตัว ในข้อใดต่อไปนี้

ก. Mg^{2+} , Ba^{2+} , H^+

ข. Ca^{2+} , Ba^{2+} , SO_4^{2-}

ค. Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+}

ง. Mg^{2+} , CO_3^{2-} , Ba^{2+}

4. (ข.) การปรับปรุงคุณภาพเกลือสมุทรโดยการเติมปูนขาวปริมาณที่เหมาะสมลงในนาเกลือแล้วจึงปล่อยน้ำเกลือเข้าไปตกผลึกในนาปลง จะได้เกลือที่มีคุณภาพดีขึ้น มีผลึกใส ไม่ชื้นง่าย และมีปริมาณร้อยละของเกลือสูง ปูนขาวที่เติมมีบทบาทอย่างไร

ก. ช่วยดูดความชื้นจากเกลือ

ข. ช่วยลดปริมาณแมกนีเซียมไอออน

ค. ช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมไอออน

ง. ช่วยฟอกสีเกลือ

5. (ก.) หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือโซเดียมคลอไรด์จากชั้นเกลือหินคือ

ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก

ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก

ค. การระเหย และการตกผลึก

ง. การละลาย การระเหย และการตกผลึก

แบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. ในการผลิตเกลือสินเธาว์ ข้อใดไม่ใช่ปัญหาสิ่งแวดล้อม
 - ก. ทำให้ปริมาณ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ CO_3^{2-} ในดินเพิ่มขึ้น
 - ข. ต้องใช้ปริมาณน้ำจืดจำนวนมาก ทำให้ขาดแคลนน้ำจืด
 - ค. เกลือสินเธาว์ขาดธาตุไอโอดีนทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค
 - ง. เกิดการยุบตัวของพื้นดินบริเวณที่มีการผลิตเกลือจากน้ำเกลือบาดาล และชั้นเกลือหิน
2. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือสมุทร คือ
 - ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก
 - ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก
 - ค. การระเหย และการตกผลึก
 - ง. การตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก
3. เกลือชนิดใดมีประโยชน์ในการบริโภค
 - ก. เกลือสมุทร เพราะมีไอโอดีนมากกว่าเกลือสินเธาว์
 - ข. เกลือสมุทร เพราะผลิตง่ายกว่าเกลือสินเธาว์
 - ค. เกลือสินเธาว์ เพราะผลิตจากแหล่งเกลือในดิน
 - ง. เกลือสินเธาว์ เพราะมีสารเจือปนน้อย
4. ทำไมเกลือสินเธาว์จึงเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม
 - ก. เกลือสินเธาว์ผลิตบนบก
 - ข. เกลือสินเธาว์มีความบริสุทธิ์สูง
 - ค. เกลือสินเธาว์มีไอโอดีนน้อย
 - ง. เกลือสินเธาว์มีวิธีการผลิตหลายวิธี
5. NaOH ใช้กำจัดไอออนชนิดใด

ก. Ca^{2+}	ข. Mg^{2+}
ค. SO_4^{2-}	ง. CO_3^{2-}

เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. (ค.) ในการผลิตเกลือสินเธาว์ ข้อใดไม่ใช่ปัญหาสิ่งแวดล้อม
 - ก. ทำให้ปริมาณ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ CO_3^{2-} ในดินเพิ่มขึ้น
 - ข. ต้องใช้ปริมาณน้ำจืดจำนวนมาก ทำให้ขาดแคลนน้ำจืด
 - ค. เกลือสินเธาว์ขาดธาตุไอโอดีนทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค
 - ง. เกิดการยุบตัวของพื้นดินบริเวณที่มีการผลิตเกลือจากน้ำเกลือบาดาล และชั้นเกลือหิน
2. (ง.) หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือสมุทร คือ
 - ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก
 - ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก
 - ค. การระเหย และการตกผลึก
 - ง. การตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก
3. (ก.) เกลือชนิดใดมีประโยชน์ในการบริโภค
 - ก. เกลือสมุทร เพราะมีไอโอดีนมากกว่าเกลือสินเธาว์
 - ข. เกลือสมุทร เพราะผลิตง่ายกว่าเกลือสินเธาว์
 - ค. เกลือสินเธาว์ เพราะผลิตจากแหล่งเกลือในดิน
 - ง. เกลือสินเธาว์ เพราะมีสารเจือปนน้อย
4. (ข.) ทำไมเกลือสินเธาว์จึงเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม
 - ก. เกลือสินเธาว์ผลิตบนบก
 - ข. เกลือสินเธาว์มีความบริสุทธิ์สูง
 - ค. เกลือสินเธาว์มีไอโอดีนน้อย
 - ง. เกลือสินเธาว์มีวิธีการผลิตหลายวิธี
5. (ข.) NaOH ใช้กำจัดไอออนชนิดใด

ก. Ca^{2+}	ข. Mg^{2+}
ค. SO_4^{2-}	ง. CO_3^{2-}

แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน

คำชี้แจง ให้ลงคะแนนตามความเป็นจริง

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม				รวม (16)
		ความ สนใจใฝ่รู้ (4)	ความ รอบคอบ (4)	การร่วม แสดงความ คิดเห็น (4)	ความมี เหตุผล (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้

คะแนน 13 - 16	ดีมาก
คะแนน 9 - 12	ดี
คะแนน 4 - 8	พอใช้
คะแนน 0 - 3	ควรปรับปรุง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 4

รหัสวิชา ว 30223

ภาคเรียนที่ 2/ 2559

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

จำนวนคาบ 2 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ แก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

โซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงที่ผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า เกลือสมุทร ถ้าผลิตจากแหล่งเกลือในดิน เรียกว่า เกลือสินเธาว์

การผลิตเกลือสมุทรใช้หลักการตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก ส่วนการผลิตเกลือสินเธาว์ใช้หลักการละลาย การกรอง การระเหย และการตกผลึก

เกลือสมุทรเหมาะสำหรับบริโภคเนื่องจากมีปริมาณของธาตุต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกาย ส่วนเกลือสินเธาว์เหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความบริสุทธิ์สูง

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ความรู้ (K), ทักษะ/ กระบวนการ (P), คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A))

1. อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้ (K)
2. มีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็น ความมีเหตุผล (A)

สาระการเรียนรู้

1. การผลิตโซเดียมคลอไรด์

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (5 นาที)

1. ครูทบทวนความรู้เรื่องการตกตะกอน การระเหย การตกผลึก การละลาย การกรอง การตกตะกอน
2. ครูแสดงภาพที่เกี่ยวข้องกับเกลือ แล้วครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนว่า ภาพทั้งหมดที่แสดงนั้นมีอะไรที่สัมพันธ์กัน (คำตอบคือ “เกลือ”) ครูรอให้นักเรียนตอบคำถาม เมื่อนักเรียนตอบคำถามเสร็จแล้วครูถามนักเรียนต่อว่าแล้วนักเรียนรู้ไหมว่าเกลือแ่งมีสูตรทางเคมีว่าอะไร (NaCl หรือ โซเดียมคลอไรด์)
3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียนต่อว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเกลือมีกี่ชนิด แล้วแต่ละชนิดผลิตอย่างไร ครูยังไม่ต้องเฉลยคำตอบปล่อยให้ให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อให้นักเรียนค้นหาคำตอบต่อไป

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (30 นาที)

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ออกเป็น 6 กลุ่ม เพื่อสืบค้นการผลิตโซเดียมคลอไรด์ จาก ใบความรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์ และหนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (15 นาที)

1. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอผลการสืบค้นหน้าห้องเรียน
2. ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนนำเสนอไม่ครบ

3. โครงสร้าง การผลิตโซเดียมคลอไรด์ ดังนี้

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า เกลือสมุทร และการผลิตจากแหล่งเกลือในพื้นดิน เรียกว่า เกลือสินเธาว์

การผลิตเกลือสมุทรมีขั้นตอน ดังนี้

น้ำทะเล → วั่งขังน้ำ $\xrightarrow{\text{ตกตะกอน}}$ นาดาก $\xrightarrow{\text{ระเหย}}$ นาเชือ $\xrightarrow{\text{ระเหย, ตกผลึก}}$ นาปลง $\xrightarrow{\text{ระเหย, ตกผลึก}}$ เกลือสมุทร

การผลิตเกลือสินเธาว์มีขั้นตอน ดังนี้

แหล่งเกลือในดิน $\xrightarrow{\text{ละลาย}}$ น้ำเกลือ $\xrightarrow{\text{กรอง, ระเหย, ตกผลึก}}$ เกลือสินเธาว์

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (40 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการผลิตเกลือสมุทรเพื่อให้ได้เกลือสมุทรที่มีคุณภาพดีควรจะระบายน้ำทะเลจากนาเชือเข้าไปเพิ่มในนาปลงตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำทะเลมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนทำให้เกลือชนิดอื่น ๆ ตกผลึกได้ นอกจากนี้การเติมปูนขาวจะช่วยให้เกลือสมุทรมีคุณภาพดีขึ้น ส่วนการผลิตเกลือสินเธาว์ให้มีคุณภาพดีควรจะผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยใช้สารละลาย NaOH Na_2CO_3 และ CaCl_2 กำจัดไอออนต่าง ๆ

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการผลิตเกลือสินเธาว์ตามเทคโนโลยีชาวบ้าน โดยการอัดอากาศลงไปตามท่อ เพื่อดันน้ำเกลือที่ละลายอยู่เหนือชั้นเกลือหรือโดมเกลือขึ้นมา จะทำให้เกิดผลกระทบที่สำคัญคือการยุบตัวของดิน น้ำในแหล่งน้ำหรือในอ่างเก็บน้ำรั่วหายไปในโพรงเกลือ นอกจากนี้ยังจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเกลือบนพื้นดินและแหล่งน้ำ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ไปใช้ประโยชน์ ว่าเกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงมาก มีสารประกอบขบแฉะ แคลเซียมและแมกนีเซียมปริมาณน้อย มีความชื้นต่ำ จึงเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนเกลือสมุทรเหมาะที่จะใช้ในการบริโภค เนื่องจากมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าเกลือสินเธาว์ ดังนั้น ถ้านำเกลือสินเธาว์ มาบริโภคควรเติมไอโอดีนหรือไอโอดेटลงไป ซึ่งเรียกเกลือนี้ว่า เกลืออนามัย หรือเกลือไอโอดेट

4. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ขั้นที่ 5 ประเมิน (10 นาที)

1. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์
3. ครูสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในชั้นเรียน

สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2. เพาเวอร์พอย

3. ใบความรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

4. ใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

5. แบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

6. แบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. ด้านความรู้ (K) - อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ได้	การทำแบบทดสอบ เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	แบบทดสอบ เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ (P) - มีทักษะการจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความเห็น จากข้อมูล	การทำใบกิจกรรม เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	ใบกิจกรรม เรื่อง การผลิต โซเดียมคลอไรด์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะ (A) - มีความสนใจใฝ่รู้ ความ รอบคอบ การร่วมแสดง ความคิดเห็นและยอมรับ ฟังความคิดเห็นผู้อื่น ความมีเหตุผล	สังเกตพฤติกรรมใน ชั้นเรียน	แบบสังเกต พฤติกรรมใน ชั้นเรียน	ได้ระดับดีขึ้นไป

บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ปัญหา

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

ใบความรู้ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ชื่อ.....ชั้น ม. 5/.... เลขที่.....

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า **เกลือสมุทร** และการผลิตจากแหล่งเกลือในพื้นดิน เรียกว่า **เกลือสินเธาว์**

การผลิตเกลือสมุทรเริ่มจากการระบายน้ำทะเลเข้าสู่วังขังน้ำเพื่อให้โคลนตกตะกอน จากนั้นระบายน้ำเข้าสู่บ่อดัก ซึ่งเป็นนาสำหรับให้น้ำทะเลตกแดดเพื่อทำให้ระเหยน้ำออกไปความเค็มจึงเข้มข้นขึ้น ต่อมาระบายน้ำทะเลเข้าสู่บ่เกลือ ซึ่งเป็นนาสำหรับเพาะเชื้อเกลือ เมื่อน้ำระเหยออกจนน้ำทะเลมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.20 ก็ระบายเข้าสู่บ่ปลง หลังจากนั้นประมาณ 2 วัน NaCl จะตกผลึกลงมาขณะเดียวกันน้ำทะเลที่เหลือก็มีความเข้มข้นของไอออนต่าง ๆ เพิ่มขึ้น จึงต้องระบายน้ำจากบ่เกลือเข้าไปอยู่เสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้ $MgCl_2$ และ $MgSO_4$ ตกผลึกลงมาเจือปนกับผลึก NaCl เมื่อตากได้เป็นเวลา 10-15 วัน เกลือตกผลึกหนาประมาณ 1 นิ้ว ก็จะเริ่ม “รื้อเกลือ” โดยการแฉะให้เกลือแตกออกจากกันแล้วชักลากเกลือมากองรวมกันเป็นแถว ๆ จากนั้นโกยเกลือมารวมเป็นกอง ๆ เหมือนเจดีย์ทรายเพื่อให้เกลือแห้งน้ำแล้วนำไปเก็บไว้ในลานเกลือหรือจางเกลือรอการจำหน่ายต่อไป

การผลิตเกลือสินเธาว์จะใช้แหล่งเกลือในดินเป็นวัตถุดิบ อาจเป็นแหล่งเกลือบนผิวดิน น้ำเกลือบาดาล แร่เกลือหินหรือแร่เฮไลต์ พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่จังหวัด นครราชสีมา มหาสารคาม อุรธานี อุบลราชธานี ร้อยเอ็ด สกลนคร ชัยภูมิ และหนองคาย วิธีการผลิตเกลือสินเธาว์ในประเทศไทยมี 3 วิธีดังนี้

วิธีที่ 1 การใช้เทคโนโลยีชาวบ้าน โดยการอัดอากาศลงไปตามท่อ เพื่อดันน้ำเกลือที่ละลายอยู่เหนือชั้นเกลือหรือโดมเกลือขึ้นมา แล้วนำน้ำเกลือที่ได้ไปตากในนาเกลือหรือนำไปต้มให้ตกผลึก วิธีนี้ก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญคือ ทำให้เกิดการยุบตัวของดิน และน้ำในแหล่งน้ำหรือในอ่างเก็บน้ำรั่วหายไปปนโพรงเกลือ ตลอดจนทำให้เกิดการปนเปื้อนของเกลือบนดิน

วิธีที่ 2 การทำแบบเหมืองละลายแร่ โดยอัดน้ำลงไปละลายเกลือแล้วสูบขึ้นมา ต่อจากนั้นนำน้ำเกลือไปตากในนาเกลือหรือต้มโดยวิธีลดความดัน การละลายเกลือและสูบน้ำเกลือในชั้นเกลือตอนบนทำให้เกิดปัญหาแผ่นดินทรุด จึงไม่ได้รับการอนุญาตให้ทำการละลายเกลือชั้นบน แต่ให้ทำเหมืองละลายเกลือชั้นล่างที่อยู่ลึกจากผิวดินประมาณ 200 เมตร โดยนำเกลือออกมาจากพื้นที่ได้ประมาณร้อยละ 10-15 เท่านั้น และให้เกลือเกลือไว้เพื่อการค้ำยันประมาณร้อยละ 85-90 เมื่อสูบน้ำเกลือขึ้นมาแล้วจะต้องมีการอัดน้ำขม (น้ำขม คือ น้ำเกลือเข้มข้นที่ไม่สามารถทำให้ตกตะกอนได้

ประกอบด้วยเกลือ $MgCl$ เป็นส่วนใหญ่ จึงมีรสขม) กลับลงไปชั้นน้ำเกลือใต้ดิน เพื่อป้องกันผลกระทบต่องี๊วแวดล้อม และมีการตรวจวัดรูปร่างของบ่อเกลือเป็นระยะ

วิธีที่ 3 เป็นการทำให้มืองใต้ดิน โดยขุดอุโมงค์ในแนวนอนลงไปชั้นเกลือแล้วทำการเจาะหรือระเบิดน้ำเกลือขึ้นมา จากนั้นนำน้ำขมใส่กลับไปในอุโมงค์เช่นเดิม น้ำเกลือที่ได้นำมาผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยใช้สารละลาย $NaOH$ Na_2CO_3 และ $CaCl_2$ กำจัดไอออนต่าง ๆ เช่น Ca^{2+} Mg^{2+} SO_4^{2-} CO_3^{2-} จากนั้นนำน้ำเกลือบริสุทธิ์ไปต้มเคี่ยวจนได้ผลึกเกลือ แล้วนำไปอบให้แห้งและบรรจุถุง

การผลิตเกลือสมุทรเพื่อให้ได้เกลือสมุทรที่มีคุณภาพดีควรจะระบายน้ำทะเลจากนาเชื้อเข้าไปเพิ่มในนาปลงตลอดเวลา เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำทะเลมีความเข้มข้นสูงขึ้นจนทำให้เกลือชนิดอื่น ๆ ตกผลึกได้ นอกจากนี้การเติมปูนขาวจะช่วยให้เกลือสมุทรมีคุณภาพดีขึ้น ส่วนการผลิตเกลือสินเธาว์ให้มีคุณภาพดีควรผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยใช้สารละลาย $NaOH$ Na_2CO_3 และ $CaCl_2$ กำจัดไอออนต่าง ๆ

การผลิตเกลือสินเธาว์ตามเทคโนโลยีชาวบ้านโดยการอัดอากาศลงไปตามท่อ เพื่อดันน้ำเกลือที่ละลายอยู่เหนือชั้นเกลือหรือโดมเกลือขึ้นมา จะทำให้เกิดผลกระทบที่สำคัญคือการยุบตัวของดิน น้ำในแหล่งน้ำหรือในอ่างเก็บน้ำรั่วหายไปโพรงเกลือ นอกจากนี้ยังจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของเกลือบนพื้นดินและแหล่งน้ำ

เกลือสินเธาว์ เป็นเกลือที่มีปริมาณโซเดียมคลอไรด์สูงมาก มีสารประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมปริมาณน้อย มีความชื้นต่ำ จึงเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนเกลือสมุทรเหมาะที่จะใช้ในการบริโภค เนื่องจากมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าเกลือสินเธาว์ ดังนั้นถ้านำเกลือสินเธาว์ มาบริโภคควรเติมไอโอดีนหรือไอโอดีนลงไป ซึ่งเรียกเกลือนี้ว่า เกลืออนามัยหรือเกลือไอโอดีน

ใบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

กลุ่มที่ ชั้น ม. 5/.....

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

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำให้ถูกต้องครบถ้วน

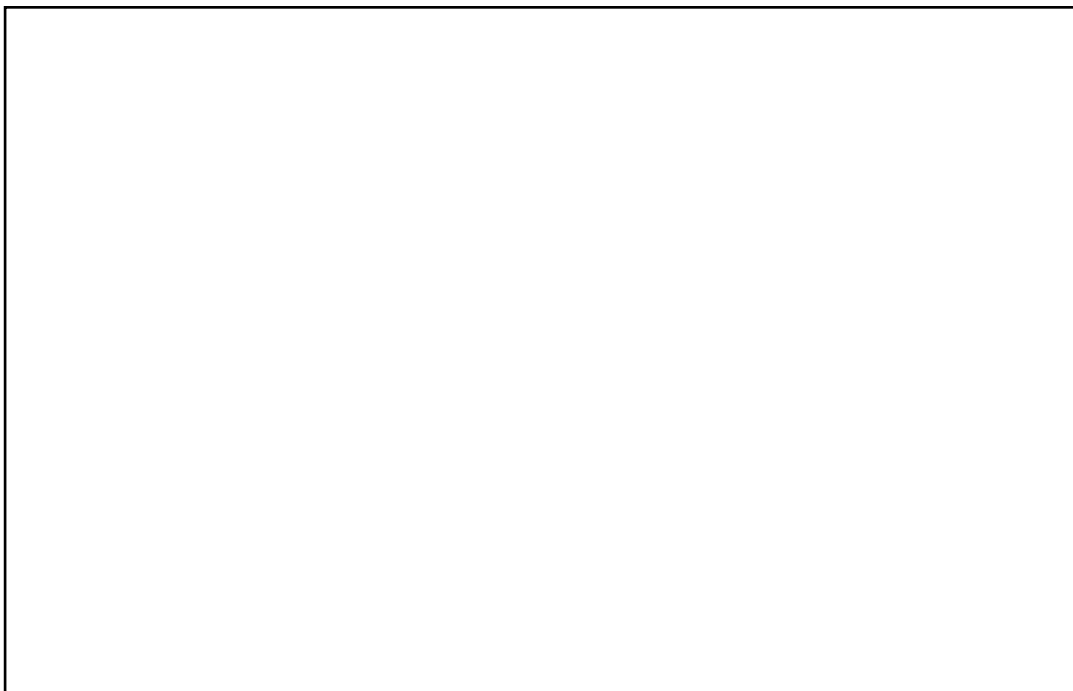
การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี.....วิธี คือ

การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า และการผลิตจากแหล่งเกลือใน
พื้นดิน เรียกว่า

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสมุทร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสินเธาว์



เนลยไบกิจกรรม เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเติมคำให้ถูกต้องครบถ้วน

การผลิตโซเดียมคลอไรด์

การผลิตโซเดียมคลอไรด์หรือเกลือแกงมี 2 วิธี คือ การผลิตจากน้ำทะเล เรียกว่า เกลือสมุทร และการผลิตจากแหล่งเกลือในพื้นดิน เรียกว่า เกลือสินเธาว์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสมุทร

น้ำทะเล → วั่งซังน้ำ ^{ตกตะกอน} → นาดาก ^{ระเหย} → นาเชื้อ ^{ระเหย, ตกผลึก} → นาปลง ^{ระเหย, ตกผลึก} → เกลือสมุทร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแผนผังความคิด (Mind map) ขั้นตอนการผลิตเกลือสินเธาว์

แหล่งเกลือในดิน ^{ละลาย} → น้ำเกลือ ^{กรอง, ระเหย, ตกผลึก} → เกลือสินเธาว์

แบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

ชื่อ.....ชั้น ม. 5/.... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. ในการทำนาเกลือจากน้ำทะเลหรือเกลือสินเธาว์ สารมลทินที่เจือปนมาด้วย ได้แก่ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} วิธีการจัดไอออนดังกล่าว ทำได้ดังนี้

a. ตกผลึกแยกออกจากกันโดยอาศัยการละลายที่แตกต่างกันโดยตกผลึก CaSO_4 และ MgCl_2 ออกก่อนแล้วจึงตกผลึกของ NaCl

b. ตกผลึก CaSO_4 ออกก่อน แล้วจึงตกผลึก NaCl โดยควบคุมความเข้มข้นของสารละลายเพื่อไม่ให้ MgCl_2 ตกผลึกออกมา

c. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} ออกโดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-}

d. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} โดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCO_3 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-}

ขั้นตอนใดถูกต้อง

ก. a และ c

ข. b และ c

ค. a และ d

ง. b และ d

2. เกลือ NaCl ที่มีเกลือแมกนีเซียมปนอยู่มากเป็นมลทิน จะมีคุณภาพต่ำและราคาตกเพราะเหตุใด

ก. แมกนีเซียมไอออนดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ทำให้เกลือขึ้น

ข. ทำให้เกลือมีสีคล้ำ และมีผลึกขนาดใหญ่

ค. แมกนีเซียมซัลเฟตดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ทำให้เกลือขึ้น

ง. แมกนีเซียมไอออนเป็นกะตะไลต์ให้ NaCl ดูดน้ำเกิดเป็น NaOH ได้ง่ายขึ้น

3. NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ที่โรงงานอุตสาหกรรมใช้เพื่อทำให้สารละลาย NaCl บริสุทธิ์จะช่วยขจัดสารทุกตัว ในข้อใดต่อไปนี้

ก. Mg^{2+} , Ba^{2+} , H^+

ข. Ca^{2+} , Ba^{2+} , SO_4^{2-}

ค. Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+}

ง. Mg^{2+} , CO_3^{2-} , Ba^{2+}

4. การปรับปรุงคุณภาพเกลือสมุทรโดยการเติมปูนขาวปริมาณที่เหมาะสมลงในน้ำเชื้อแล้วจึงปล่อยน้ำเกลือเข้าไปตกผลึกในนาปลง จะได้เกลือที่มีคุณภาพดีขึ้น มีผลึกใส ไม่ชื้นง่าย และมีปริมาณร้อยละของเกลือสูง ปูนขาวที่เติมมีบทบาทอย่างไร

ก. ช่วยดูดความชื้นจากเกลือ

ข. ช่วยลดปริมาณแมกนีเซียมไอออน

ค. ช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมไอออน

ง. ช่วยฟอกสีเกลือ

5. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือโซเดียมคลอไรด์จากชั้นเกลือหินคือ

ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก

ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก

ค. การระเหย และการตกผลึก

ง. การละลาย การระเหย และการตกผลึก

เฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. (ข.) ในการทำนาเกลือจากน้ำทะเลหรือเกลือสินเธาว์ สารมลทินที่เจือปนมาด้วย ได้แก่ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} วิธีกำจัดไอออนดังกล่าว ทำได้ดังนี้

a. ตกผลึกแยกออกจากกัน โดยอาศัยการละลายที่แตกต่างกัน โดยตกผลึก CaSO_4 และ MgCl_2 ออกก่อนแล้วจึงตกผลึกของ NaCl

b. ตกผลึก CaSO_4 ออกก่อน แล้วจึงตกผลึก NaCl โดยควบคุมความเข้มข้นของสารละลาย เพื่อให้ไม่ให้ MgCl_2 ตกผลึกออกมา

c. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} ออกโดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-}

d. ทำสารละลาย NaCl ให้บริสุทธิ์มากขึ้น โดยการตกตะกอนแยก Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ Ca^{2+} โดยใช้สารละลายของ NaOH , BaCO_3 และ Na_2CO_3 ตามลำดับแล้วจึงใช้ HCl กำจัด CO_3^{2-} ขึ้นตอนใดถูกต้อง

ก. a และ c

ข. b และ c

ค. a และ d

ง. b และ d

2. (ก.) เกลือ NaCl ที่มีเกลือแมกนีเซียมปนอยู่มากเป็นมลทิน จะมีคุณภาพต่ำและราคาตกเพราะเหตุใด

ก. แมกนีเซียมไอออนดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ทำให้เกลือชื้น

ข. ทำให้เกลือมีสีคล้ำ และมีผลึกขนาดใหญ่

ค. แมกนีเซียมซัลเฟตดูดน้ำได้ง่ายเกิดเป็น $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ทำให้เกลือชื้น

ง. แมกนีเซียมไอออนเป็นกะตะไลต์ให้ NaCl ดูดน้ำเกิดเป็น NaOH ได้ง่ายขึ้น

3. (ค.) NaOH , BaCl_2 และ Na_2CO_3 ที่โรงงานอุตสาหกรรมใช้เพื่อทำให้สารละลาย NaCl บริสุทธิ์จะช่วยขจัดสารทุกตัว ในข้อใดต่อไปนี้

ก. Mg^{2+} , Ba^{2+} , H^+

ข. Ca^{2+} , Ba^{2+} , SO_4^{2-}

ค. Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Ca^{2+}

ง. Mg^{2+} , CO_3^{2-} , Ba^{2+}

4. (ข.) การปรับปรุงคุณภาพเกลือสมุทรโดยการเติมปูนขาวปริมาณที่เหมาะสมลงในนาเกลือแล้วจึงปล่อยน้ำเกลือเข้าไปตกผลึกในนาปลง จะได้เกลือที่มีคุณภาพดีขึ้น มีผลึกใส ไม่ชื้นง่าย และมีปริมาณร้อยละของเกลือสูง ปูนขาวที่เติมมีบทบาทอย่างไร

ก. ช่วยดูดความชื้นจากเกลือ

ข. ช่วยลดปริมาณแมกนีเซียมไอออน

ค. ช่วยเพิ่มปริมาณแคลเซียมไอออน

ง. ช่วยฟอกสีเกลือ

5. (ก.) หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือโซเดียมคลอไรด์จากชั้นเกลือหินคือ

ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก

ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก

ค. การระเหย และการตกผลึก

ง. การละลาย การระเหย และการตกผลึก

แบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. ในการผลิตเกลือสินเธาว์ ข้อใดไม่ใช่ปัญหาสิ่งแวดล้อม
 - ก. ทำให้ปริมาณ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ CO_3^{2-} ในดินเพิ่มขึ้น
 - ข. ต้องใช้ปริมาณน้ำจืดจำนวนมาก ทำให้ขาดแคลนน้ำจืด
 - ค. เกลือสินเธาว์ขาดธาตุไอโอดีนทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค
 - ง. เกิดการยุบตัวของพื้นดินบริเวณที่มีการผลิตเกลือจากน้ำเกลือบาดาล และชั้นเกลือหิน
2. หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือสมุทร คือ
 - ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก
 - ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก
 - ค. การระเหย และการตกผลึก
 - ง. การตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก
3. เกลือชนิดใดมีประโยชน์ในการบริโภค
 - ก. เกลือสมุทร เพราะมีไอโอดีนมากกว่าเกลือสินเธาว์
 - ข. เกลือสมุทร เพราะผลิตง่ายกว่าเกลือสินเธาว์
 - ค. เกลือสินเธาว์ เพราะผลิตจากแหล่งเกลือในดิน
 - ง. เกลือสินเธาว์ เพราะมีสารเจือปนน้อย
4. ทำไมเกลือสินเธาว์จึงเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม
 - ก. เกลือสินเธาว์ผลิตบนบก
 - ข. เกลือสินเธาว์มีความบริสุทธิ์สูง
 - ค. เกลือสินเธาว์มีไอโอดีนน้อย
 - ง. เกลือสินเธาว์มีวิธีการผลิตหลายวิธี
5. NaOH ใช้กำจัดไอออนชนิดใด

ก. Ca^{2+}	ข. Mg^{2+}
ค. SO_4^{2-}	ง. CO_3^{2-}

เฉลยแบบทดสอบ เรื่อง การผลิตโซเดียมคลอไรด์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุด

1. (ค.) ในการผลิตเกลือสินเธาว์ ข้อใดไม่ใช่ปัญหาสิ่งแวดล้อม
 - ก. ทำให้ปริมาณ Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} และ CO_3^{2-} ในดินเพิ่มขึ้น
 - ข. ต้องใช้ปริมาณน้ำจืดจำนวนมาก ทำให้ขาดแคลนน้ำจืด
 - ค. เกลือสินเธาว์ขาดธาตุไอโอดีนทำให้ไม่เหมาะที่จะใช้บริโภค
 - ง. เกิดการยุบตัวของพื้นดินบริเวณที่มีการผลิตเกลือจากน้ำเกลือบาดาล และชั้นเกลือหิน
2. (ง.) หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ผลิตเกลือสมุทร คือ
 - ก. การละลาย การกรอง การระเหยและการตกผลึก
 - ข. การกรอง การระเหย และการตกผลึก
 - ค. การระเหย และการตกผลึก
 - ง. การตกตะกอน การระเหย และการตกผลึก
3. (ก.) เกลือชนิดใดมีประโยชน์ในการบริโภค
 - ก. เกลือสมุทร เพราะมีไอโอดีนมากกว่าเกลือสินเธาว์
 - ข. เกลือสมุทร เพราะผลิตง่ายกว่าเกลือสินเธาว์
 - ค. เกลือสินเธาว์ เพราะผลิตจากแหล่งเกลือในดิน
 - ง. เกลือสินเธาว์ เพราะมีสารเจือปนน้อย
4. (ข.) ทำไมเกลือสินเธาว์จึงเหมาะสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม
 - ก. เกลือสินเธาว์ผลิตบนบก
 - ข. เกลือสินเธาว์มีความบริสุทธิ์สูง
 - ค. เกลือสินเธาว์มีไอโอดีนน้อย
 - ง. เกลือสินเธาว์มีวิธีการผลิตหลายวิธี
5. (ข.) NaOH ใช้กำจัดไอออนชนิดใด

ก. Ca^{2+}	ข. Mg^{2+}
ค. SO_4^{2-}	ง. CO_3^{2-}

แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน

คำชี้แจง ให้ลงคะแนนตามความเป็นจริง

ที่	ชื่อ-สกุล	พฤติกรรม				รวม (16)
		ความ สนใจใฝ่รู้ (4)	ความ รอบคอบ (4)	การร่วม แสดงความ คิดเห็น (4)	ความมี เหตุผล (4)	

เกณฑ์การประเมินในการสังเกตพฤติกรรม มีดังนี้

คะแนน 13 - 16	ดีมาก
คะแนน 9 - 12	ดี
คะแนน 4 - 8	พอใช้
คะแนน 0 - 3	ควรปรับปรุง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
เรื่อง ธาตุและสารประกอบอนินทรีย์ในอุตสาหกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท X หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุด ลงในกระดาษคำตอบ

1. วิธีการผลิตเกลือสมุทรและเกลือสินเธาว์ ใช้หลักการใดที่เหมือนกัน
 - ก. การตกตะกอน
 - ข. การระเหย
 - ค. การตกผลึก
 - ง. ถูกทั้งข้อ ข. และ ค.
2. หมู่บ้านหนึ่งทางภาคอีสานได้มีการผลิตเกลือ โดยการอัดอากาศลงไปตามท่อ เพื่อดันน้ำเกลือที่ละลายอยู่เหนือชั้นเกลือหรือชั้น โคมเกลือขึ้นมา แล้วนำน้ำเกลือที่ได้ไปตากในนาเกลือหรือนำไปต้มให้เกลือตกผลึก พืชที่อยู่ในบริเวณหมู่บ้านนี้จะเป็นอย่างไร
 - ก. พืชเจริญเติบโตได้ดี
 - ข. ไม่มีผลกระทบกับพืช
 - ค. พืชแคระแกรน
 - ง. มีพืชตายเป็นจำนวนมาก
3. ในการผลิตเกลือสินเธาว์ ทำไมการกำจัด Ca^{2+} จึงต้องเติม Na_2CO_3
 - ก. เพื่อเพิ่มปริมาณไอออน
 - ข. เพื่อเพิ่มความหนาแน่น
 - ค. เพื่อให้ CO_3^{2-} จับ Ca^{2+} ตกตะกอน
 - ง. เพื่อให้ระเหยง่าย

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ในการตอบคำถามข้อ 4

การผลิตเกลือสมุทรเริ่มจากการระบายน้ำทะเลเข้าสู่วังขังน้ำเพื่อให้โคลนตมตกตะกอน จากนั้นระบายน้ำเข้าสู่นาดก ซึ่งเป็นนาสำหรับให้น้ำทะเลตากแดดเพื่อทำให้ระเหยน้ำออกไปความเค็มจึงเข้มข้นขึ้น ต่อมาระบายน้ำทะเลเข้าสู่นาเชื้อ ซึ่งเป็นนาสำหรับเพาะเชื้อเกลือ เมื่อน้ำระเหยออกจนน้ำทะเลมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.20 ก็ระบายเข้าสู่โรงปลง หลังจากนั้นประมาณ 2 วัน NaCl จะตกผลึกลงมาขณะเดียวกันน้ำทะเลที่เหลือก็มีความเข้มข้นของไอออนต่าง ๆ เพิ่มขึ้น จึงต้องระบายน้ำจากนาเชื้อเข้าไปอยู่เสมอ เพื่อป้องกันไม่ให้ MgCl_2 และ MgSO_4 ตกผลึกลงมาเจือปนกับผลึก NaCl เมื่อตากได้เป็นเวลา 10-15 วัน เกลือตกผลึกหนาประมาณ 1 นิ้ว ก็จะเริ่ม “รื้อเกลือ” โดยการแซะให้เกลือแตกออกจากกันแล้วชักลากเกลือมากองรวมกันเป็นแถว ๆ จากนั้น โยกเกลือมารวมเป็นกอง ๆ เหมือนเจดีย์ทรายเพื่อให้เกลือแห้งน้ำแล้วนำไปเก็บไว้ในลานเกลือหรือฉางเกลือรอการจำหน่ายต่อไป

4. จากข้อมูลที่กล่าวมา หลักการทางวิทยาศาสตร์ใดสำคัญที่สุดในการผลิตเกลือ
- การตกตะกอน เพราะทำให้ได้เกลือที่บริสุทธิ์มากขึ้น
 - การระเหย เพราะการผลิตเกลือจะมีการระเหยอยู่ทุกขั้นตอน
 - การตกผลึก เพราะจะทำให้เกิดผลึกของเกลือขึ้น
 - การกรอง เพราะนำสิ่งเจือปนออก
5. ในอุตสาหกรรมเคมีบางชนิด เช่น อุตสาหกรรมการผลิตโซดาไฟ แก๊สคลอรีน โซดาแอช สารฟอกขาว ผงชูรส เป็นต้น จำเป็นต้องใช้เกลือเป็นสารตั้งต้น ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของโรงงานที่ต้องใช้เกลือเป็นสารตั้งต้น นักเรียนจะใช้เกลือชนิดใด เพราะเหตุใด
- เกลือสมุทร เพราะคนนิยมบริโภค
 - เกลือสมุทร เพราะมีไอโอดีนสูงกว่าเกลือสินเธาว์
 - เกลือสินเธาว์ เพราะเหมาะนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม
 - เกลือสินเธาว์ เพราะสามารถผลิตบนบกได้
6. การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีนโดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน ที่ด้านแอโนด เกิดปฏิกิริยา ดังสมการใด
- $2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^-$
 - $\text{Na}(\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^-$
 - $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2\text{OH}^-(\text{aq})$
 - $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}(\text{s})$
7. เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน ทำหน้าที่คล้ายบุคคลใดต่อไปนี้
- เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย
 - แม่ครัว
 - ช่างประปา
 - ช่างไฟฟ้า
8. จากการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน ถ้าต้องการผลิต KOH และแก๊สฟลูออรีน จะต้องเปลี่ยนการใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เป็นการใช้สารละลายใด
- KI
 - KNO_3
 - NaF
 - KF

9. การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน เริ่มจากการนำสารละลายโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัวไปลงในเซลล์ไฟฟ้าเคมี ชนิดเซลล์อิเล็กโทรไลติก แล้วผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเซลล์ ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นที่ขั้วแคโทดและแอโนด ผลิตภัณฑ์ใดมีความสำคัญมากที่สุด

ก. NaOH

ข. Cl₂

ค. H₂

ง. น้ำเกลือเจือจาง

10. ในการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน จะให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์อิ่มตัวเข้าไปที่ขั้วแอโนดแล้วให้สารละลายโซเดียมคลอไรด์เจือจางและแก๊สคลอรีนไหลออก ส่วนด้านแคโทดจะให้น้ำเข้าไปแล้วให้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจนไหลออก ด้านแอโนดและแคโทดถูกกั้นด้วยเยื่อแลกเปลี่ยนไอออนที่จะยอมให้โซเดียมไอออนผ่านเท่านั้น จากการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีนดังกล่าว ท่านเห็นด้วยกับการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีนโดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออนหรือไม่ เพราะเหตุใด

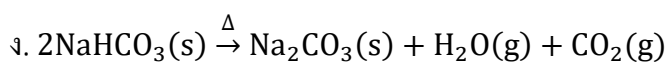
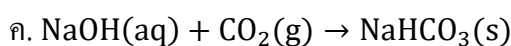
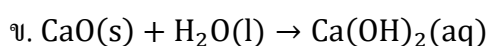
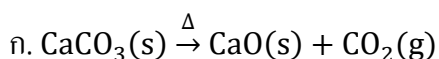
ก. เห็นด้วย เพราะผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูงมากที่สุด

ข. เห็นด้วย เพราะผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูงและไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ค. ไม่เห็นด้วย เพราะผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้ความเข้มข้นน้อยกว่าเซลล์ปรอท

ง. ไม่เห็นด้วย เพราะจำเป็นต้องใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออนซึ่งมีราคาสูง

11. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโซลเวย์



12. การผลิตโซดาแอสโดยใช้กระบวนการโซลเวย์ สารใดมีความจำเป็นต้องใช้ในกระบวนการผลิตตลอดเวลา

ก. H₂O

ข. NaCl

ค. NH₃

ง. CO₂

13. ทำไมจึงนิยมใช้กระบวนการโซลเวย์ในการผลิตโซดาแอช

- ก. ไม่มีสิ่งที่เป็นมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม
- ข. มีกระบวนการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน
- ค. มีผลพลอยได้หลายชนิด
- ง. ใช้สารตั้งคือ NaCl และ CaCO_3 ในการผลิตซึ่งมีราคาถูกและหาง่าย

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ในการตอบคำถามข้อ 14-15

ในการผลิตโซดาแอชด้วยกระบวนการโซลเวย์ เริ่มต้นจากนำหินปูนมาเผาจะได้แคลเซียมออกไซด์กับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ นำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้ไปทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นและแก๊สแอมโมเนีย จะได้โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตและแอมโมเนียคลอไรด์ ต่อมากรองตะกอนโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตออกแล้วนำไปเผาจะได้โซดาแอช คาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นสามารถนำกลับไปใช้ในการทำปฏิกิริยากับสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นและแก๊สแอมโมเนีย จะได้โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตและแอมโมเนียคลอไรด์ นอกจากนี้แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากการเผาแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ นำมาละลายน้ำจะได้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ นำสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ได้จากปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตจะได้แก๊สแอมโมเนีย แคลเซียมคลอไรด์ และน้ำ แก๊สแอมโมเนียที่ได้สามารถนำกลับมาใช้เป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตและแอมโมเนียมคลอไรด์

14. ในกระบวนการข้างต้น สารใดมีความสำคัญมากที่สุด

- ก. CaCO_3
- ข. NaCl
- ค. NH_3
- ง. NaHCO_3

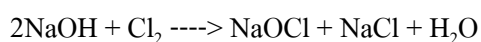
15. การผลิตโซดาแอช ควรใช้กระบวนการโซลเวย์หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก. ควร เพราะใช้สารตั้งต้นจำนวนน้อย
- ข. ควร เพราะมีผลิตภัณฑ์ข้างเคียงที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้
- ค. ไม่ควร เพราะเป็นกระบวนการที่ยุ่งยาก
- ง. ไม่ควร เพราะมีผลิตภัณฑ์ข้างเคียงที่ไม่มีประโยชน์

16. สารในข้อใดมีความจำเป็นที่ใช้ในการผลิตสารฟอกขาว

- ก. Cl_2
- ข. KMnO_4
- ค. HCl
- ง. KCl

17. การเตรียมสารฟอกขาว (NaOCl) ทำได้โดยหยดสารละลายกรด HCl เข้มข้น 8 mol/dm^3 ปริมาตร 1 cm^3 ลงใน KMnO_4 ที่มากเกินไปแล้วผ่านแก๊สที่เกิดขึ้นไปยังสารละลาย NaOH เข้มข้น 1 mol/dm^3 ปริมาตร 5 cm^3 เกิดปฏิกิริยาเคมี ดังสมการต่อไปนี้



สมมติให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จะได้สารละลายของสารฟอกขาวเข้มข้นกี่โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

- | | |
|---------|--------|
| ก. 0.05 | ข. 0.1 |
| ค. 0.5 | ง. 1 |

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ในการตอบคำถามข้อ 18-20

ในการผลิตสารฟอกขาวในห้องปฏิบัติการจะทำได้โดยหยดสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลงบนด่างทับทิมจะทำให้เกิดแก๊สคลอรีนขึ้น เมื่อผ่านแก๊สคลอรีนไปยังสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วจะทำให้เกิดสารฟอกขาวขึ้น นอกจากนี้การผลิตสารฟอกขาวสารสามารถเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างแก๊สคลอรีนกับโซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอชทำให้เกิดโซเดียมไฮโปคลอไรต์ โซเดียมคลอไรด์ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ การทดสอบสารฟอกขาวโดยปกติจะใช้กระดาษลิตมัสในการทดสอบสารฟอกขาว เมื่อนำกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดงมาทดสอบกับสารฟอกขาวกระดาษลิตมัสทั้งสองจะเกิดการฟอกจากสีนั้นแสดงว่าสารที่เกิดขึ้นเป็นสารฟอกขาว

18. การผลิตสารฟอกขาวสารตั้งต้นใดมีความสำคัญมากที่สุด

- | | |
|---------|--------------------|
| ก. NaOH | ข. Cl_2 |
| ค. HCl | ง. KMnO_4 |

19. ในกรณีที่ไม่มีการคายลิทมัส ท่านจะออกแบบการทดสอบสารฟอกขาวได้อย่างไร

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| ก. ใช้ pH meter | ข. ใช้สารละลาย KBr |
| ค. ใช้การนำไฟฟ้าของสารละลาย | ง. ใช้เปลวไฟ |

20. ในการเตรียมสารฟอกขาวควรใช้อุปกรณ์ที่เป็นระบบปิดหรือระบบเปิด เพราะเหตุใด

- | |
|---|
| ก. ระบบปิด เพราะมีแก๊ส Cl_2 ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย |
| ข. ระบบปิด เพราะจะทำให้เกิดสารฟอกขาวจำนวนมาก |
| ค. ระบบเปิด เพราะสะดวกในการเตรียมสารฟอกขาว |
| ง. ระบบเปิด เพราะใช้อุปกรณ์จำนวนที่น้อยกว่าระบบปิด |

เฉลย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
เรื่อง ธาตุและสารประกอบอินทรีย์ในอุตสาหกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	คำตอบ	ข้อที่	คำตอบ
1	ง	11	ค
2	ค	12	ข
3	ค	13	ง
4	ข	14	ง
5	ง	15	ข
6	ก	16	ข
7	ก	17	ค
8	ค	18	ข
9	ก	19	ข
10	ข	20	ก

แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้ทำขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการเรียนวิชาเคมีด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
 2. การประเมิน ให้ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเคมีด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ตามเกณฑ์การประเมิน ดังนี้
 - 5 = พึงพอใจมากที่สุด
 - 4 = พึงพอใจมาก
 - 3 = พึงพอใจปานกลาง
 - 2 = พึงพอใจน้อย
 - 1 = พึงพอใจน้อยที่สุด
- โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจ

ที่	รายละเอียดการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1.	เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ					
2.	เนื้อหาสาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					
3.	เนื้อหาสาระไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย					
4.	มีคำถามที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ					
ด้านการจัดการเรียนรู้						
1.	ลำดับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม					
2.	การจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้					
3.	การจัดการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์สรุปความรู้					
4.	การจัดการเรียนรู้สามารถดำเนินได้นานโดยที่ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย					

ที่	รายละเอียดการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
ด้านสื่อ/ นวัตกรรม						
1.	เนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ					
2.	เนื้อหาสาระสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					
3.	เนื้อหาสาระไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก เข้าใจได้ง่าย					
4.	มีคำถามที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ					

ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....