

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและ
สารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญาณิพนธ์
ของ
อลิสา ราชวัตร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
มีนาคม 2558

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและ
สารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ปริญญาพันธ์
ของ
อลิสา ราชวัตร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

มีนาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและ
สารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



บทคัดย่อ
ของ
อลิสา ราชวัตร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
มีนาคม 2558

อลิสรา ราชวัตร. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีย์ เหมะประสิทธิ์.

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ก่อเกิดปัญหา (Identification) ขั้นที่ 2 ออกแบบแนวทาง (Designing) ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ (Searching) ขั้นที่ 4 นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation) ขั้นที่ 5 เสริมความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 6 ประเมินความรู้ (Evaluation) โดยมีจุดมุ่งหมายคือ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ One-Group Pretest Posttest Design กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ จำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ระยะเวลาทดลองจำนวน 22 คาบเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติ t-test for dependent samples และ สถิติ t-test for one group

ผลการวิจัยพบว่า

1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE EFFECTS OF RESEARCH-BASED LEARNING WITH IDSPEE MODEL FOR
ENHANCING ACHIEVEMENT AND CREATIVE PROBLEM SOLVING ABILITY
ON ELEMENT AND COMPOUND FOR SENIOR
HIGH SCHOOL STUDENTS.



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Educational Science and Learning Management
at Srinakharinwirot University

March 2015

Alisa Ratchawat. (2015). *The effects of research - based learning with IDSPEE model for enhancing achievement and creative problem solving ability on element and compound for senior high school students*. Master Thesis, M. Ed. (Educational Science and learning management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Assoc. Prof. Dr.Sunee Heamaprasith.

The research is research - based learning with IDSPEE model. The procedures of learning were 1) Identification 2) Designing 3) Searching 4) Presentation 5) Elaboration 6) Evaluation. The research objectives were 1) to compare the achievement, creative problem solving ability and scientific attitudes before and after on research based learning with IDSPEE model 2) to compare the achievement, creative problem solving ability and scientific attitudes after on research based learning with IDSPEE model compare criterion.

The design of this study was One–Group Pretest Posttest Design. The samples were from fifty–two Mathayom Suksa 5/2 students at Satri Wat Absorn Sawan School. The sample was selected by purposive sampling. The duration of this study was 22 periods in the second semester of the academic year 2013. The instruments were the research based learning with IDSPEE model lesson plan, achievement test , creative problem solving ability test and scientific attitudes test. The data were analyzed using mean values and standard deviation. Research hypotheses were tested by t–test for dependent samples and t–test for one group

The results revealed that.

1) The students' achievement, creative problem solving ability and scientific attitude post-test scores are significantly higher than the students' achievement, creative problem solving ability and scientific pre-test scores (at the .01 level)

2) The students' achievement, creative problem solving ability and scientific attitude post-test scores are significantly (at the .01 level) pass the level of criterion.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

อลิสา ราชวัตร

ได้ รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ นับเป็นส วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์) (อาจารย์ ดร.สุนันทา มั่นสมงคล)

ประสิทธิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะ

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทราชัย)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง จากรองศาสตราจารย์ ดร. สุณี๋ย เหมะประสิทธิ์ จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ ดร.สุหนันทา มั่นสมงคล และ ดร.พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ ที่กรุณาเป็น คณะกรรมการสอบปากเปล่าและให้คำแนะนำเพิ่มเติมที่ช่วยให้ปริญญานิพนธ์มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ผศ.นิคม สาคกร อาจารย์ลัดคณา ชันดีวิฒนะกุล อาจารย์บุญอรอด วงษ์สวาท อาจารย์นุชนิษฐ์ อิ่มกมล และอาจารย์ไพฑูรย์ ทิพย์สุข ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะ ในการสร้างเครื่องมือวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียนและ นักเรียนโรงเรียนสตรีวัดอัมรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือ วิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้

คุณประโยชน์อันเกิดจากงานวิจัยนี้ขอมอบให้เป็นอันสังคแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านตามที่กล่าวมา

อลิสา ราชวัตร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	9
สมมติฐานในการวิจัย	9
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	10
การประเมินผลตามสภาพจริง	36
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	40
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	43
เจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	51
3 วิธีดำเนินการวิจัย	57
กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	57
กำหนดแบบแผนงานวิจัย	58
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	64
จัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	65
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ...	66
แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	66
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	71
ผลการเขียนอนุทินของนักเรียน	75
ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	79

สารบัญ(ต่อ)

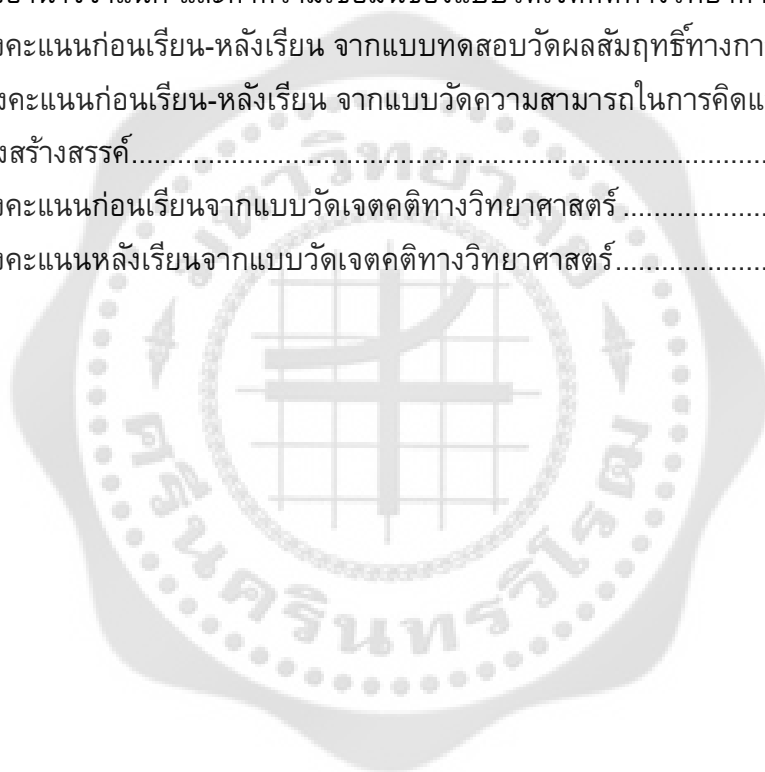
บทที่	หน้า
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	84
สรุปผลการวิจัย.....	85
อภิปรายผล.....	85
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย.....	101
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	103
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	185
ภาคผนวก ง ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง.....	201
ภาคผนวก จ รูปภาพประกอบการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างงานนักเรียน.....	210
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	223

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า	
1	สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน.....	24
2	เปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน กับขั้นตอนกระบวนการวิจัย .	25
3	บทบาทครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	28
4	ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 4 แนวทาง ...	30
5	คำสำคัญและพฤติกรรมของกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ชั้น.....	41
6	กลวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยอาศัยความ ไม่สมบูรณ์.....	46
7	สรุปคุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์...	56
8	แนวทางการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน	59
9	ปัญหา อุปสรรคและวิธีการแก้ปัญหาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วย รูปแบบ IDSPEE ทั้ง 4 แนวทาง.....	66
10	ปัญหา อุปสรรค และวิธีการแก้ปัญหาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วย รูปแบบ IDSPEE 6 ขั้นตอน	71
11	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้านพุทธิพิสัย 6 ด้านก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	80
12	เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัย เป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด	81
13	เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	81
14	เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและ หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด	81
15	เปรียบเทียบคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	82
16	เปรียบเทียบคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัย เป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด	83
17	ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ	186
18	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	192
19	แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	194

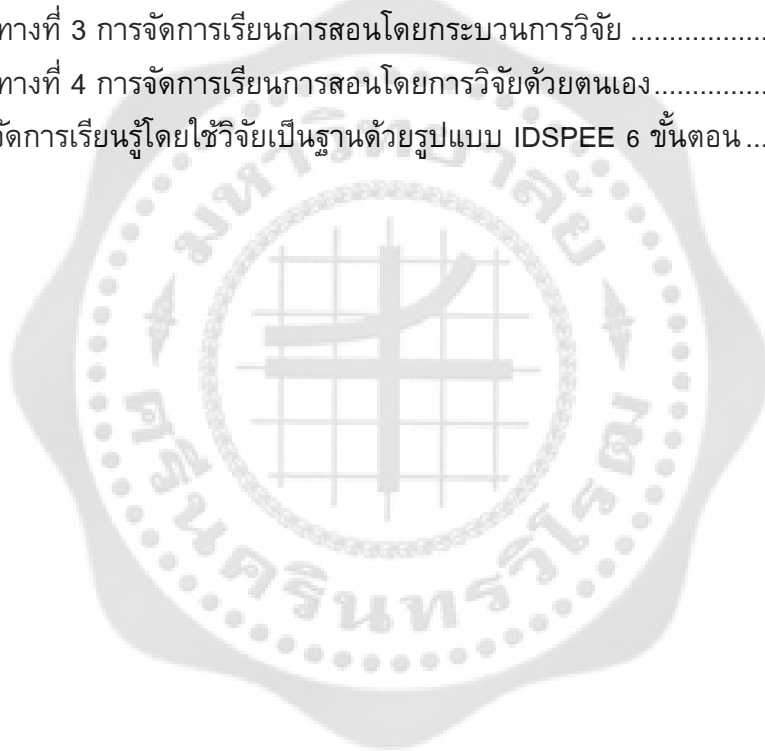
บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
20	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	196
21	แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	197
22	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	197
23	แสดงอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	199
24	แสดงคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	202
25	แสดงคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์.....	204
26	แสดงคะแนนก่อนเรียนจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์	206
27	แสดงคะแนนหลังเรียนจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์.....	208



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE.....	9
2 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน.....	21
3 ขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ.....	23
4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE.....	27
5 แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย.....	211
6 แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย.....	211
7 แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย.....	212
8 แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง.....	212
9 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 6 ขั้นตอน.....	213



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

โลกที่กำลังเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะระบบเศรษฐกิจโลกที่มาพร้อมกับการเกิดภาคอุตสาหกรรมและวิชาชีพ รวมทั้งการแข่งขันและความร่วมมือในระดับโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นผลมาจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ คนที่มีความรู้และทักษะในการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ใหม่ๆ ได้จะส่งผลให้ประสบความสำเร็จ จึงทำให้เกิดโมเดลใหม่ด้านการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่ผสมผสานวิชาแกน แนวคิดสำคัญของศตวรรษที่ 21 และทักษะแห่งศตวรรษใหม่ ที่จะสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับการศึกษาในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งการศึกษาแบบเก่ามีลักษณะความเป็นเลิศทางเนื้อหาเท่านั้น ซึ่งไม่เพียงพอในยุคของข้อมูลข่าวสารที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงทำให้ต้องมีความรู้ในเนื้อหาและทักษะที่จะประยุกต์ใช้และปรับเปลี่ยนความรู้ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งเคย์ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง; และอริป จิตตฤกษ์. 2554: 38-40) กล่าวว่า ทักษะแห่งศตวรรษใหม่ที่สำคัญ ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ไขปัญหาและการสื่อสารการทำงานร่วมกัน ทักษะที่สองคือ ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี และทักษะที่สาม คือ ทักษะชีวิตและการทำงานที่เป็นความคิดยืดหยุ่นที่สามารถปรับตัว ความคิดริเริ่ม และแบเรลล์ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง; และอริป จิตตฤกษ์. 2554: 274-275) กล่าวว่า สิ่งที่ทำให้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเรียนรู้เพราะปัญหาใหม่ๆ ที่กำลังคุกคามทั้งภายในและภายนอกประเทศ จึงทำให้เราต้องใส่ใจกับวิธีคิดและการแก้ปัญหา เนื่องจากความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของปัญหาต่างๆ ซึ่งต้องเตรียมคนให้เป็นนักแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้จากการแก้ปัญหา ซึ่งทำให้เห็นว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญต่อการจัดการศึกษาที่จะช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักคิด เรียนรู้ ทำงาน แก้ปัญหา สื่อสารและร่วมมือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต

จากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) เป็นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนวัย 15 ปีที่ประเมินทักษะการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งการประเมินของ PISA ใช้วัดทักษะเชิงประยุกต์ (ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21) การคิดเชิงวิพากษ์และแก้ปัญหา จากการจัดอันดับของ PISA ในปี พ.ศ.2552 ใน 65 ประเทศทั่วโลก ผลปรากฏว่าประเทศไทยอยู่อันดับที่ 50 ในด้านการอ่าน อันดับที่ 50 ในด้านคณิตศาสตร์และอันดับที่ 49 ในด้านวิทยาศาสตร์ คิดเป็นระดับซึ่งได้ระดับ 1 หรือต่ำกว่า 1 (ต่ำกว่า 408 คะแนน) (สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2554: ออนไลน์) และจากการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษา (International Institute for Management Development : IMD) ในปีพ.ศ.2554 พบว่าไทยอยู่ในอันดับที่ 51 จาก 57 ประเทศทั่วโลก

จากเดิมปี พ.ศ.2550 อยู่ในอันดับที่ 46 และจากผลการประชุมวิชาการแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยี (สสวท.) สรุปได้ว่า ผลการประเมินจาก PISA สามารถสะท้อนคุณภาพการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยถึงกระบวนการเรียนการสอนในห้องเรียน เนื่องจากการประเมินผลของ PISA เน้นการคิดวิเคราะห์หลักการแก้ปัญหา ดังนั้นการเรียนการสอนไทยที่ล้าหลังจึงไม่สร้างการเรียนรู้ให้เด็กเกิดกระบวนการคิด ในขณะที่การทดสอบแห่งชาติ ยังไม่ได้รับการออกแบบที่ดีที่ยังขาดทักษะการคิดการแก้ปัญหาและทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ (บรรณาธิการกรุงเทพธุรกิจ. 2555: ออนไลน์) จากข้อมูลการประชุมของ World Economic Forum (WEF) The Global Competitiveness Report 2012-2013 ซึ่งเป็นการประชุม “เวทีเศรษฐกิจโลก” ที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปีโดยองค์การอิสระ ได้จัดอันดับคุณภาพการศึกษาของประเทศในกลุ่มอาเซียน และปรากฏว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 8 และได้สรุปว่า เงินทุนไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่สุดของการมีระบบการศึกษาที่ดี สิ่งที่สำคัญคือต้องเร่งรัดครูผู้สอนเรื่องประสิทธิภาพและการสอนควบคู่กันไปด้วย (บรรณาธิการคม ชัด ลึก. 2556: ออนไลน์)

จากวิกฤตการณ์ด้านการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของไทย จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนรู้ นักการศึกษาจึงได้พัฒนาแนวทางในการจัดกิจกรรมที่เอื้อประโยชน์สูงสุดให้แก่นักเรียน ซึ่งการเรียนที่ใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning หรือ RBL) ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่มุ่งเน้นทักษะกระบวนการค้นคว้า พัฒนาการคิดและบูรณาการเนื้อหา นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การคิดใช้เหตุผลในแก้ปัญหา ทักษะทางสังคม ทักษะในการทำงานร่วมกัน การติดต่อประสานงาน การได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่ ได้เรียนรู้วิธีการวิจัยหรือวิธีการแสวงหาความรู้และได้เรียนรู้กระบวนการ ขั้นตอนและวิธีที่ตนเองเกิดการเรียนรู้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย. 2551: 251-255) นอกจากนั้นการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนใช้กระบวนการวิจัย เป็นนโยบายเร่งด่วนที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องดำเนินตามกรอบการปฏิรูป การศึกษารอบสอง 4 ด้าน คือ ปฏิรูปครูผู้สอนยุคใหม่ ปฏิรูปนักเรียนยุคใหม่ ปฏิรูปสถานศึกษา ยุคใหม่และปฏิรูปแหล่งเรียนรู้ยุคใหม่ โดยส่งเสริมสนับสนุนให้ทุกเขตพื้นที่การศึกษาดำเนิน โครงการสร้างวัฒนธรรมการวิจัย เพื่อให้หน่วยงานในสังกัดทุกระดับส่งเสริมให้ความรู้ เทคนิคแก่ ครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้ เพื่อยกระดับความรู้ ความเข้าใจและความสามารถในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2554: 1-5) การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งเป็นวิธีคิดอย่าง เป็นระบบที่ดำเนินงานอย่างเป็นขั้นตอน ได้แก่ ปัญหาที่เกิด การวิเคราะห์สภาพปัญหา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา การหาแนวทางแก้ปัญหา การระบุปัญหา การวางแผนการ ดำเนินการแก้ปัญหา การลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลการสรุปผลและ อภิปรายผล การสะท้อนความคิด (ทศนา แชมมณี. 2546: 54) ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ วิทยาศาสตร์อย่างเน้นกระบวนการ โดยนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนทุกขั้นตอน นักเรียน ทำกิจกรรมที่หลากหลาย มีทักษะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และทักษะการคิดที่เป็นระบบ

มีงานวิจัยที่แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งส่งผลดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ณรงค์ ฤทธิเดช. 2553: 75; นิลวรรณ เกษมโศภน. 2552: 79; มานิต กীরตินิตยา. 2552: 55) และส่งผลดีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา (จุฑา ธรรมชาติ. 2552: 89; ชนะศึก โพธิ์นอก. 2554: 76)

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทาง คือ

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลการวิจัย เป็นวิธีการนำผลการวิจัยมาเป็นตัวเสริมเติมเต็มในด้านองค์ความรู้ ข้อค้นพบที่เกี่ยวกับเนื้อหาสาระที่เรียน
2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย เน้นการสืบค้นและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระเนื้อหาที่ตนเองเรียนอยู่เพื่อเติมเต็มและต่อยอดความรู้ในเชิงกว้างและเชิงลึกมากขึ้น
3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย ครูผู้สอนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระและ
4. การจัดการเรียนการสอนโดยการทำวิจัยด้วยตนเอง นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติของตนเอง (ทิตนา แซมมณี. 2548: 70-81) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานมีพื้นฐานสัมพันธ์จากฐานความคิดและความเชื่อของกลุ่มทฤษฎีสรคนิยม (Constructivism) ซึ่งเน้นว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์จากสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ที่เป็นวิธีการสอนเน้นกระบวนการสร้างความรู้ เปลี่ยนบทบาทของนักเรียนจากการเป็นผู้รับความรู้เป็นการเรียนรู้แบบหลากหลาย นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้และแก้ปัญหาได้จริง เปิดโอกาสให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ความรู้และผลงานด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีบทบาทหรือมีส่วนร่วมอย่างเต็มตัวทั้งทางด้านกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคมในกระบวนการเรียนรู้ (อมรวิรัช นาคทรพรพ. 2547: 38) จากแนวทางทั้ง 4 แนวทางสอดคล้องกับการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริงและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ ทำให้เห็นว่ากระบวนการสืบสอบมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงได้ปรับและประยุกต์การจัดการเรียนรู้ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนกับกระบวนการวิจัยเข้าด้วยกันและการกำหนดขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPPEE ขึ้น ดังนี้ ขั้นที่ 1 ก่อเกิดปัญหา (Identification) กระตุ้นความสนใจของและสนับสนุนให้ผู้เรียนนำคำถามที่ตรงประเด็นของปัญหา ไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหาได้ ขั้นที่ 2 ออกแบบแนวทาง (Designing) กระตุ้นให้นักเรียนนึกถึงความรู้หรือประสบการณ์ที่คาดว่าเกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุการคาดเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการ ผูกวิธีออกแบบพิสูจน์ทดสอบการหาคำตอบ ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ (Searching) เรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัยและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผูกให้รู้จักวิธีแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 4 นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation) อภิปรายและสรุปกระบวนการและผลการศึกษาที่เกิดขึ้น ผูกให้มีการขยายความรู้และต่อยอดความรู้ ขั้นที่ 5 เสริมความรู้

(Elaboration) จัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ในการเพิ่มความรู้หรือขยายกรอบความคิด ส่งเสริมให้นำสิ่งที่เรียนรู้ไป ประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ชั้นที่ 6 ประเมินความรู้ (Evaluation) ประเมินความรู้และกระบวนการเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการเรียนรู้และพัฒนาปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

จากความจำเป็นที่ต้องพัฒนานักเรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและมีทักษะในการเรียนรู้ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิตและตอบสนองทักษะแห่งศตวรรษใหม่ ศตวรรษที่ 21 ที่ระบุทักษะการเรียนรู้ในการคิดแก้ปัญหาที่มีความสำคัญ เนื่องจากมนุษย์ส่วนใหญ่เกี่ยวพันกับการแก้ไขปัญหาและการสร้างสรรค์งานอยู่เสมอ รวมทั้งการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นนั้นจะสมบูรณ์ได้ ถ้ามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดี มาจากความรู้สึกรักคิดที่แสดงพฤติกรรมออกทางด้านจิตใจที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้และการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าการนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานจะช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นคนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จึงสนใจทำวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ความสำคัญของการวิจัย

1. ผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อนำมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. ผลจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบถึงการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานแบบ IDSPEE ใช้ในการส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 129 คน จำนวน 3 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 26 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 52 คน และชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5/3 จำนวน 51 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียน สตรีวัดอัมพรสวรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 52 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 2.3 เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการ 22 ชั่วโมง รวมระยะเวลา 8 สัปดาห์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาเคมีที่เป็น รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม สำหรับนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE หมายถึง การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทางและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ 4 แนวทาง

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนนำผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่สอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้มาประกอบ การสอนเพื่อช่วยขยายขอบเขตของความรู้ให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ทันสมัย

ขอบเขตเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาสาระที่มีข้อมูลวิจัยจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับสาระที่กำลังสอนและเลือกผลวิจัยที่เหมาะสมตรงกับสาระที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้

2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนเองเป็นผู้สนใจใฝ่รู้ที่จะหาคำอธิบาย ข้อมูลสนับสนุนสิ่งที่ตนกำลังศึกษาจึงสนใจที่จะสืบค้นและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระเนื้อหาที่ตนเรียนอยู่เพื่อเติมเต็มและต่อยอดความรู้ในเชิงกว้างและเชิงลึกมากขึ้น

ขอบเขตเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาสาระที่มีข้อมูลวิจัยจากหน่วยงานต่าง ๆ ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับสาระที่สอนและกระตุ้นนักเรียนให้สนใจสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง

3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยครูผู้สอนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ

ขอบเขตเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัยในขณะจัดการเรียนรู้

4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนก็ได้แต่ครูผู้สอนมีจุดประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติของตนเอง

ขอบเขตเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาสาระที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้จากการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ลงมือปฏิบัติเอง

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ก่อเกิดปัญหา (Identification) หมายถึง ครูผู้สอนมีบทบาทกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและสนับสนุนให้นักเรียนนำคำถามที่ตรงประเด็นของปัญหา ไปสู่การค้นหา คำตอบของปัญหาได้ นักเรียนมีบทบาทคิดประเด็นปัญหาที่ตนสนใจตั้งคำถามตามประเด็นปัญหาที่ตนสนใจ

ขั้นที่ 2 ออกแบบแนวทาง (Designing) หมายถึง ครูผู้สอนมีบทบาทกระตุ้นให้นักเรียนนึกถึงความรู้หรือประสบการณ์ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุการคาดเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการ ฝึกวิธีออกแบบพิสูจน์ทดสอบการหาคำตอบ นักเรียนมีบทบาทสำรวจความรู้และประสบการณ์ที่คาดว่าจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ คาดคะเนคำตอบตามข้อมูล ออกแบบการทดลองหรือการสืบค้นข้อมูลเพื่อตรวจสอบคำตอบ

ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ (Searching) หมายถึง ครูผู้สอนมีบทบาทให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัยและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้รู้จักวิธีแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆและการเก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนมีบทบาทดำเนินการค้นหาคำตอบตามกิจกรรมที่ออกแบบไว้ ตรวจสอบและปรับปรุงคำตอบ

ขั้นที่ 4 นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation) หมายถึง ครูผู้สอนมีบทบาทร่วมอภิปรายและสรุปกระบวนการและผลการศึกษที่เกิดขึ้น ฝึกให้มีการขยายความรู้และต่อยอดความรู้ นักเรียนมีบทบาททบทวนขั้นตอนการค้นหาคำตอบ การตรวจสอบคำตอบ การปรับปรุงจนได้คำตอบสุดท้ายและนำเสนอในรูปแบบที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 5 เสริมความรู้ (Elaboration) หมายถึง ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ ในการเพิ่มความรู้หรือขยายกรอบความคิด ส่งเสริมให้นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมในการขยายความรู้เพิ่มเติม สร้างคำถามใหม่และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

ขั้นที่ 6 ประเมินความรู้ (Evaluation) หมายถึง ครูผู้สอนประเมินความรู้และกระบวนการเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการเรียนรู้และพัฒนาปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนระบุสิ่งที่ได้เรียนรู้ทั้งด้านกระบวนการและผลผลิต

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา ความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE วิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยวัดจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามแบบวัดความสามารถด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ 6 ชั้น คือ

1. ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุ บอกชื่อ ศัพท์ นิยาม กฎ วิธีดำเนินการและเกณฑ์

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่างและสรุป อ่างอิง

3. การประยุกต์ใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และความเข้าใจไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ตัวอย่าง หรือแก้ปัญหาที่แปลกใหม่

4. การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ

5. การประเมินค่า หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิเคราะห์ ตัดสิน

6. การคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ วางแผน ผลิต นำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

3. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิด แก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้จินตนาการ แนวคิดที่แปลกใหม่ รวมทั้งข้อเท็จจริงที่มีอยู่ โดยคิดอย่างเป็น กระบวนการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลงานที่มีความแปลกใหม่และมี ประสิทธิภาพที่เป็นการเพิ่มความรู้และการนำความรู้ไปใช้ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นแบบวัดอัตนัย ที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ปัญหา 1 สถานการณ์ มีจำนวนคำถาม 4 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยแต่ละข้อให้คะแนน 3 องค์ประกอบคือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในความคิด และความยืดหยุ่นในการคิด อาศัยหลักการให้คะแนนด้วยเกณฑ์รูปรีค

4. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกและการแสดงออกของนักเรียนที่มี ต่อการเรียนรู้ โดยวัดจากความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่เกิดจากการรับรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและ หลังร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ 7 ด้าน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรือความอยากรู้อยากเห็น หมายถึง การสนใจแสวงหา คำตอบที่มีเหตุผลในปัญหาต่างๆ และมีการค้นพบสิ่งใหม่

2. ความรับผิดชอบ มุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม หมายถึง การยอมรับการ กระทำของตนเอง ความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้และหาแนวทางในการแก้ปัญหา ใหม่เมื่อแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง มีความเชื่อมั่นว่าจะมีวิธีการแก้ปัญหาได้

3. ความมีเหตุผล หมายถึง การยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูล มาสนับสนุนอย่างเพียงพอ เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดเมื่อมีเหตุผลมากกว่า

4. ความซื่อสัตย์ หมายถึง บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริงด้วยความ ละเอียดถูกต้อง ปฏิบัติกิจกรรมตามข้อกำหนด

5. ความมีระเบียบและรอบคอบ หมายถึง การจัดระบบการทำงาน นำวิธีการ หลายๆ วิธี มาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ ละเอียด ถี่ถ้วนในการทำงานอย่างมีระเบียบเรียบร้อย มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ

6. ความมีใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น หมายถึง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งข้อคิดเห็นที่มีเหตุผล ของผู้อื่นยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้พร้อมจะ หาข้อมูลเพิ่มเติม

7. การสร้างสรรค์ หมายถึง การสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ในออกแบบการทดลอง การบันทึกผลและการรายงานการทดลอง สร้างหรือจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทดแทนได้อย่างหลากหลาย และประหยัด

โดยการวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยปรับปรุงและประยุกต์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เป็นแบบมาตรฐานค่า 5 ระดับ จำนวน 30 ข้อ

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เป็นการหลอมหลวมขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน และขั้นตอนกระบวนการวิจัย ซึ่งปรากฏในหน้า 27 โดยมีกรอบแนวคิดวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำเสนอตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
2. การประเมินตามสภาพจริง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
5. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

นักวิชาการได้นิยามการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานไว้หลายความหมาย สามารถวิเคราะห์สรุปนิยามได้ว่า (ทิตินา แชมมณี. 2546: 35; อมรวิรัช นครทรพร. 2547: 38-58; อาชัญญา รัตนอุบล. 2547: 61-79) “การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน (Research-based Learning หรือ RBL) หมายถึง การนำกระบวนการวิจัยหรือผลการวิจัยมาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้หรือนำเอากระบวนการวิจัยมาเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการวิจัยและการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองโดยครูผู้สอนใช้วิธีการสอนที่หลากหลายนำไปสู่การสร้างคุณลักษณะที่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน”

1.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ความเป็นมาของการเรียนการสอนแบบวิจัย เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เก่าแก่ที่สุดของโลกแบบหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นตั้งแต่สมัยกรีกโรมัน ที่หาข้อมูลเท็จจริงเชิงประจักษ์ โดยการสอนแนววิจัยมีความคิดพื้นฐานที่สัมพันธ์อย่างมากกับทฤษฎีกลุ่มการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เป็นการพัฒนาการทางเซอวิปัญญาของบุคคลที่มีการปรับตัวผ่านกระบวนการและปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งต่อมาได้มีการพัฒนาแนวคิดมาสู่ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือทฤษฎีปฏิรังสรรค์ (Constructionism) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการสอนแบบวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานจะมีการพัฒนามาจากทฤษฎีดังกล่าวแล้ว การเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัยมีพื้นฐานมาจากการเรียนการสอนแบบสืบสวน (inquiry teaching method) ที่เน้นให้นักเรียนสงสัย สืบสวน ทดลอง ค้นพบคำตอบ

ด้วยตนเอง โดยเน้นกระบวนการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก (problem-based learning) ซึ่งปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความสงสัยอยากรู้ อยากเห็น และเกิดความต้องการค้นคว้าหาคำตอบ ทำให้เกิดกระบวนการการค้นหาและตรวจสอบความรู้เกิดความใฝ่รู้ สามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ และนักเรียนสามารถที่จะเกิดการสรุปองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (ปทีป เมธาคุณวุฒิ. 2547: 21; อมรวิรัช นาคทรพรพ. 2547: 38-47)

ครูผู้สอนทุกระดับต้องทำวิจัย ใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ทั้งของนักเรียนและของครูผู้สอนเป็นหลักคิดที่มีมานานแล้วในวงการศึกษา นับแต่สมัย จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ซึ่งเป็นนักการศึกษาคนแรกที่เสนอแนวคิดของการใช้วิจัยเป็นเครื่องมือสำคัญ สำหรับการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพในการทำงานของครูผู้สอน Kincheloe (Kincheloe. 1991: 64) สรุปข้อเขียนของ จอห์น ดิวอี้ ซึ่งเขียนไว้เมื่อปีค.ศ.1908 ว่า “บุคลากรทางการศึกษาทุกคนไม่ว่าจะเป็นครูผู้สอนในโรงเรียน อาจารย์ในมหาวิทยาลัย บุคลากรผู้สนับสนุนการสอนทุกคนควรต้องทำวิจัยและสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ปรับปรุงในหน้าที่ของตนให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น” และสรุปสาระจากหนังสือ The Sources of a Science of Education ของจอห์น ดิวอี้ พิมพ์เมื่อ ค.ศ.1929 ไว้ว่า การสอนและการวิจัยของครูผู้สอนมีความสัมพันธ์กัน คือ “ครูผู้สอนต้องทำหน้าที่นักวิจัย บทบาทที่สำคัญที่สุดของครูผู้สอนคือ การตรวจสอบวิเคราะห์ปัญหาด้านวิธีการสอนโดยกระบวนการแสวงหาความรู้จากการวิจัย ผลการแสวงหาความรู้ของครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษาทุกคน การวิจัยของครูผู้สอนทุกคนนอกจากมุ่งสร้างเสริมพลังอำนาจ (empowerment) ด้านความรู้และวิธีการวิจัยให้แก่ครูผู้สอนผู้ทำวิจัยเป็นเบื้องต้นแล้วยังมีจุดมุ่งหมายในเบื้องต้นให้ครูผู้สอนขอได้แนวปฏิบัติ วิธีการและทฤษฎีทางการศึกษาที่จะนำไปสู่การพัฒนาผลงานของครูผู้สอนอีกด้วยและมีจุดมุ่งหมายในเบื้องปลายให้เกิดการพัฒนาครูผู้สอน ผู้ร่วมงานและบุคลากรที่เกี่ยวข้องอันนำไปสู่การพัฒนาสถานศึกษาด้วย

การวิจัยถือเป็นงานของครูผู้สอนที่มีความสำคัญเท่ากับงานจัดการเรียนการสอน การวิจัยเป็นพันธกิจหนึ่งในยุคปฏิรูปการศึกษา พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ระบุบทบาทของครูผู้สอนทุกระดับในการศึกษาค้นคว้าและคิดริเริ่มตลอดเวลาเพื่อที่จะสามารถให้คำแนะนำอำนวยความสะดวกและส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ให้นักเรียนได้รับประโยชน์สูงสุดโดยสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ การเรียนการสอนประเภทแรกที่ครูผู้สอนควรใช้ คือ การเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน ซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมด้านการสอนที่เกิดขึ้นในยุคปฏิรูปการเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมที่จุดมุ่งหมายผสมผสานบทบาทของครูผู้สอนด้านการเรียนการสอนและการวิจัย ครูผู้สอนต้องเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างการเรียนการสอนกับการวิจัย (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2554: 1-5) นักการศึกษา Bronislaw และ Vrunda (Bronislaw and Vrunda. 2004: 103) กล่าวว่า ครูผู้สอนส่วนใหญ่เข้าไม่ถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างการเรียนการสอนกับการวิจัย ไม่สามารถบูรณาการการเรียนการสอนกับการวิจัยเข้าด้วยกันได้ ความพยายามในการเผยแพร่แนวทางการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานหรือการกระตุ้นให้ครูผู้สอน

ทำวิจัยเรื่องการเรียนการสอนด้วย จึงไม่ค่อยได้ผลตามเป้าหมายการดำเนินงาน

1.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ที่เป็นแนวทางสำคัญที่ครูผู้สอนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับบริบทการสอนของตนเอง ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญที่สรุปได้ดังนี้

1.3.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของทิสนา แคมมณี

(2548: 70-81)

การวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัย ที่ให้คำจำกัดความของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการวิจัยไว้ว่า “เมื่อกล่าวถึงงานวิจัยจะมีส่วนที่เกี่ยวข้องกันอยู่ 2 ส่วน คือ กระบวนการวิจัย เป็นวิธีวิจัยเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการวิจัยและผลการวิจัยเป็นผลที่ได้มาจากการดำเนินงานวิจัย” ดังนั้นวิธีการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานจึงสามารถเป็นได้ทั้งการใช้ผลการวิจัยและการใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอนโดยมีรูปแบบที่สามารถแบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ กล่าวคือ

รูปแบบที่ 1 ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน โดยครูผู้สอนนำผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่ครูผู้สอนสอนในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้มาประกอบการสอนเพื่อช่วยขยายขอบเขตของความรู้ให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ทันสมัยเป็นปัจจุบันมากขึ้นและคุ้นเคยกับแนวคิดวิจัยด้วย มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

บทบาทนักเรียน

1. รู้จักวิธีการนำผลการวิจัยมาเป็นตัวเสริมเติมเต็มในด้านองค์ความรู้ ข้อค้นพบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่เรียน
2. มีความคุ้นเคยกับการเรียนรู้ที่ใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอนของครูผู้สอน
3. รู้จักวิธีการวิเคราะห์ สังเคราะห์จากผลการวิจัยที่ครูผู้สอนนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน
4. รู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นในประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย กระบวนการวิจัยและความสำคัญของการวิจัยที่นำมาศึกษา

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนศึกษาและสืบค้นข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระที่กำลังสอนและเลือกผลงานวิจัยที่มีความเหมาะสมตรงกับสาระที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และเหมาะสมกับระดับของนักเรียนด้วย
2. จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ครูผู้สอนจะได้ผลการวิจัยมาใช้ประกอบเนื้อหาสาระที่สอนเพื่อสนับสนุนยืนยันหรือขยายองค์ความรู้ให้นักเรียนได้
3. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลการวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องและอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัย กระบวนการวิจัยและความสำคัญของการวิจัยในเรื่องนั้น ๆ

4. ครูผู้สอนทำการวัดและประเมินผลนักเรียนในการเรียนรู้โดยใช้ผลการวิจัยควบคู่กับการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามปกติปัจจุบันเนื่องจากความรู้มีการเปลี่ยนแปลงได้ผลที่ได้

นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการนำผลการวิจัยมาต่อเติมความรู้ของตนเองจากที่ครูผู้สอนเลือกมาประกอบการเรียนการสอน

รูปแบบที่ 2 นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน นักเรียนเป็นผู้สนใจใฝ่รู้ที่จะหาคำอธิบาย ข้อมูลสนับสนุนสิ่งที่ตนกำลังศึกษาจึงสนใจที่จะสืบค้นและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสาระเนื้อหาที่ตนเรียนอยู่เพื่อเติมเต็มและต่อยอดความรู้ในเชิงกว้างและเชิงลึกมากขึ้น มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนใช้ผลการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

บทบาทนักเรียน

1. รู้จักสืบแสวงหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีงานวิจัยภายใต้การแนะนำของครูผู้สอนในเรื่องที่เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่ตนเองสนใจเป็นพิเศษเพื่อเติมเต็มในสิ่งที่อยากรู้และสงสัย

2. ฝึกทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็น เช่น ทักษะการอ่านงานวิจัย การสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลการวิจัย เป็นต้น เพื่อนำสาระที่ได้จากงานวิจัยมาเชื่อมโยงกับสาระการเรียนรู้ที่กำลังการเรียนรู้

3. ร่วมอภิปรายกับครูผู้สอนและเพื่อนๆ ในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย กระบวนการวิจัยและความสำคัญของการวิจัย

4. ประเมินตนเองและประเมินเพื่อนเกี่ยวกับทักษะการอ่านรายงานและการเรียนรู้เกี่ยวกับผลการวิจัยและกระบวนการวิจัย

บทบาทครูผู้สอน

1. ค้นหา สืบค้นแหล่งข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่สอนและกระตุ้นโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนสนใจและเกิดการสงสัย อยากรู้ อยากแสวงหาคำตอบ

2. แนะนำและส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากแหล่งข้อมูลที่ครูผู้สอนเตรียมไว้ให้บ้างแล้วหรือกระตุ้นให้สืบค้นด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลทั้งที่เป็นเอกสาร สื่อ หรืออินเทอร์เน็ตที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและวัยของนักเรียน

3. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการอ่าน ศึกษา วิเคราะห์รายงานวิจัยในด้านองค์ประกอบต่างๆ ตั้งแต่วัตถุประสงค์ วิธีการดำเนินการ ขอบเขต ข้อจำกัด ผลการวิจัย การอภิปรายผลและการอ้างอิง เป็นต้น ให้เหมาะกับระดับการศึกษาของนักเรียน

4. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยเพื่อเชื่อมโยงกับสาระเนื้อหาที่กำลังเรียนอยู่

5. ทำการวัดและประเมินผลเกี่ยวกับทักษะด้านการอ่านรายงานการวิจัยในด้านต่างๆ ควบคู่กับการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ตามปกติ

ผลที่ได้

นักเรียนรู้จักศึกษาค้นหาและคัดสรรผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับสิ่งที่ตนกำลังศึกษาหาความรู้เป็นการขยายผลของความรู้ในขอบเขตที่กว้างและลึกทำให้นักเรียนรู้กว้างและรู้ลึกมากยิ่งขึ้น

รูปแบบที่ 3 ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน รูปแบบนี้ครูผู้สอนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาสาระและวัยของนักเรียนด้วยแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

บทบาทนักเรียน

1. เรียนตามขั้นตอนที่ครูผู้สอนผู้สอนกำหนด
2. ฝึกทักษะกระบวนการวิจัยที่จำเป็นต่อการดำเนินการตามขั้นตอนในกิจกรรมที่ครูผู้สอนกำหนดไว้
3. ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายจากประสบการณ์ของตนเองที่เกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น
4. ประเมินตนเองและประเมินในด้านทักษะกระบวนการวิจัยและผลการวิจัย

ที่ได้รับ

บทบาทครูผู้สอน

1. ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการวิเคราะห์เนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์ที่จะสอนให้แก่แก่นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการวิจัยบางขั้นตอนหรือทุกขั้นตอนตั้งแต่การฝึกให้นักเรียน
2. ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรมตามที่กำหนดและฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินการวิจัยให้แก่แก่นักเรียนก่อนลงมือสอน เช่น ทักษะการระบุปัญหา การเขียนวัตถุประสงค์ การให้คำนิยาม การตั้งสมมติฐาน การคัดเลือกตำแหน่ง การสุ่มตัวอย่างประชากร การสร้างเครื่องมือ การพิสูจน์ทดสอบ การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการวิจัย การอภิปรายผลและการให้ข้อเสนอแนะ
3. ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิจัยของนักเรียนแต่ละคน เพื่อเสริมและเติมเต็มให้แก่แก่นักเรียนสามารถปฏิบัติตามที่ครูผู้สอนกำหนดได้ทุกขั้นตอน
4. วัดและประเมินผลทักษะกระบวนการวิจัยควบคู่ไปกับผลการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระการเรียนรู้ตามปกติ

ผลที่ได้

เข้าใจวิธีการทำงานวิจัยตามขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดให้

รูปแบบที่ 4 นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน นักเรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยครบทุกขั้นตอนหรือใช้เป็นบางขั้นตอนก็ได้แต่ครูผู้สอนมีจุดประสงค์ที่ชัดเจนว่าต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติของตนเองและเพื่อให้ครูผู้สอนมีความชัดเจนกับการสอน มีแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนใช้กระบวนการวิจัยในการเรียนการสอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาการวิจัย

บทบาทนักเรียน

สังเกตจากสิ่งรอบ ๆ ตัวทั้งที่บ้านที่โรงเรียน ชุมชน เพื่อหาประเด็นที่สนใจสนใจ
อยากหาคำตอบ

บทบาทครูผู้สอน

กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ ใฝ่รู้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน บ้าน ชุมชน ท้องถิ่นซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นแหล่งเรียนรู้ที่นักเรียนสามารถหาประเด็นวิจัยได้ พิจารณาและวิเคราะห์สาระ เนื้อหา จากบทเรียนว่ามีส่วนใดที่เอื้อให้นักเรียนสามารถทำวิจัยเพื่อหาคำตอบได้ด้วยตนเอง ตั้งประเด็นคำถามที่นำไปสู่ความสงสัยใคร่รู้คำตอบของนักเรียน อาจเป็นคำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนต้องการให้นักเรียนทำวิจัยเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

ผลที่ได้

นักเรียนได้หัวข้อหรือประเด็นปัญหาวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การตั้งสมมติฐาน

บทบาทนักเรียน

ทำการศึกษาจากสิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เลือกแล้วโดยการอ่านหนังสือที่เป็นหลักการ ทฤษฎีหรือกระบวนการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เรากำลังจะทำวิจัย นำข้อความรู้ที่ได้มากำหนดสมมติฐานวิจัยได้ชัดเจนและเหมาะสม

บทบาทครูผู้สอน

จัดกิจกรรมและแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนได้ไปศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นวิจัยที่สนใจ ร่วมวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการคาดคะเนตัวคำตอบปัญหาการวิจัย ให้นักเรียนแนะนำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากการร่วมวิเคราะห์เขียนเป็นสมมติฐานที่ชัดเจนและสมบูรณ์

ผลที่ได้

สมมติฐานที่ชัดเจนและทดสอบได้

ขั้นตอนที่ 3 การพิสูจน์ทดสอบสมมติฐาน

บทบาทนักเรียน

ระดมความคิดกับสมาชิกในกลุ่มเพื่อหาวิธีหรือแนวทางที่จะทำการพิสูจน์เพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีใดบ้าง เลือกวิธีหรือแนวทางการพิสูจน์ทดสอบสมมติฐานที่มีความเป็นไปได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือกำหนดและกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการทดสอบสมมติฐานตั้งแต่เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะใช้ในการศึกษา

บทบาทครูผู้สอน

จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ฝึกการคาดคะเนคำตอบหรือสมมติฐานจากสถานการณ์ต่างๆ และให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของคำตอบที่คาดคะเนไว้ตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุด

ผลที่ได้

กระบวนการดำเนินการวิจัยเพื่อทดสอบสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 4 – 5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

บทบาทนักเรียน

ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้โดยการลงภาคสนามเพื่อเก็บข้อมูล นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์

บทบาทครูผู้สอน

ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือและ อุปกรณ์ที่ออกแบบไว้ก่อนลงมือทำจริงเพื่อให้เกิดข้อบกพร่องหรือการผิดพลาดน้อยที่สุดครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น

ผลที่ได้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการลงภาคสนามเก็บข้อมูลจริง

ขั้นตอนที่ 6 การสรุปผลการวิจัย

บทบาทนักเรียน

เมื่อได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำเสนอในรูปแบบที่กำหนดและแปลความหมายแล้ว ต้องทำการสรุปผลการวิจัยว่าเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้หรือไม่อย่างไร ถ้าไม่เป็นไปตามสมมติฐานเป็นเพราะเหตุใดและแก้ปัญหาอย่างไร เขียนการอภิปรายผลการวิจัยให้ชัดเจนและมีเหตุผลในการอภิปราย ให้ข้อเสนอแนะ

บทบาทครูผู้สอน

ฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีการเขียนสรุปผลการวิจัยโดยจัดกิจกรรมสร้างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงเพื่อให้เข้าใจง่ายและนำไปปรับปรุงประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของตนเองได้ ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ตั้งแต่เริ่มต้นจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์ในการฝึกการให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากงานวิจัยที่เกิดขึ้น

ผลที่ได้

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ในขณะที่นักเรียนทำการวิจัย ครูผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้และทักษะ กระบวนการวิจัยของนักเรียนควบคู่ไปด้วย ซึ่งต้องวางแผนในการดำเนินการส่วนนี้ว่า จะทำการสังเกตอย่างไร จะใช้เครื่องมือหรือแบบบันทึกการสังเกตนักเรียนแต่ละคนด้วยหรือไม่และจะบันทึกอย่างไร จะแบ่งเวลาให้กับนักเรียนแต่ละคนอย่างไรบ้าง เพื่อให้การวัดและการประเมินทักษะ กระบวนการวิจัยควบคู่กันไปกับผลการเรียนรู้ในสาระการเรียนรู้ปกติ

1.3.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของปทีป เมธาคณวุฒิ

(2547: 26)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีพื้นฐานมาจากกระบวนการสืบสอบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเริ่มเรียนรู้จากปัญหาและการแก้ไขปัญหาอย่างมีทักษะกระบวนการ การเรียนการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐานแบ่งได้เป็น 4 วิธี สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนการสอนโดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ได้ศึกษางานวิจัยที่ตนสนใจ แต่ต้องสอดคล้องกับสาระของวิชานั้นๆ และมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน
2. การเรียนการสอนโดยการสังเคราะห์งานวิจัย เป็นการศึกษาผลงานวิจัยมากกว่าวิธีการแรก โดยต้องให้นักเรียนมีพื้นฐานเกี่ยวกับการสังเคราะห์งานวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ
3. การเรียนการสอนโดยร่วมทำโครงการวิจัย เป็นงานวิจัยที่ทำขณะการเรียนการสอน หรืองานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษา โดยให้นักเรียนมีโอกาสทำงานวิจัยร่วมกันกับครูผู้สอนและผู้อื่น ควรมีการเชื่อมโยงความรู้กันเพื่อการเรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกัน
4. การเรียนการสอนโดยการทำวิจัยด้วยตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือดำเนินการวิจัยด้วยตนเองหลังจากได้ผ่านกระบวนการทั้งสามขั้นมาแล้ว

1.3.3 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของไพฑูรย์ สินลารัตน์

(2545: 35-38)

การสอนที่ใช้วิจัยเป็นฐาน มี 2 แนวคิด คือ

1. เนื้อหาที่เราได้มาจากการวิจัย เป็นเนื้อหาที่นำมาจากงานวิจัยที่มีอยู่แล้วซึ่งมีคำตอบแล้วแต่ยังไม่แน่ใจหรือมีข้อสงสัยและยังไม่มีคำตอบจะมีคำถามทิ้งไว้ให้กับผู้ที่สนใจต่อไป ผลการวิจัยจึงคำตอบและในขณะที่เดียวกันจะนำไปสู่คำถามต่อไปอีกส่วนหนึ่ง
2. กระบวนการวิจัย กระบวนการที่นำคำตอบของงานวิจัยมาวิเคราะห์จนกระทั่งได้คำถามและให้นักเรียนไปหาคำตอบเอง ในกระบวนการวิจัยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนรู้จัก

ที่จะตั้งคำถามเอง รู้จักวิเคราะห์ปัญหาที่เผชิญเอง ให้รู้วิธีให้ได้มาซึ่งคำตอบและเมื่อได้คำตอบแล้ว จะต้องมาวิเคราะห์ พิจารณาและประเมินหาคำตอบใหม่ต่อไป การสอนแบบวิจัยเป็นฐานจึงมี โครงสร้าง 4 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 การสอนเพื่อนำความรู้ไปใช้ มุ่งให้นักเรียนจดจำ ปฏิบัติและใช้ประโยชน์ ครูผู้สอนจะนำการวิจัยมาบรรยายให้นักเรียนฟังเป็นการตอบคำถามที่มีอยู่

รูปแบบที่ 2 ครูผู้สอนนำผลการวิจัยจากที่วิจัยเองมาอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ๆ เป็นการตั้งคำถามให้มากขึ้น

รูปแบบที่ 3 ครูผู้สอนมีบทบาทในการแนะนำให้นักเรียนฝึกปฏิบัติกระบวนการวิจัย เพื่อให้มีความรู้ใหม่เพิ่มมากขึ้น

รูปแบบที่ 4 ครูผู้สอนจะเป็นเพียงแค่ผู้จัดการ ให้คำปรึกษา ให้นักเรียนทำการ วิจัยค้นคว้าด้วยตนเอง เน้นการตั้งปัญหาหรือคำถามและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ

จากรูปแบบทั้ง 4 รูปแบบจะพบว่ารูปแบบแรก ครูผู้สอนเป็นผู้ปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้มา บอกนักเรียน จากนั้นรูปแบบที่ 2-4 ผู้สอนเริ่มเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งรูปแบบที่ 4 ครูผู้สอนเป็น ผู้จัดการ ที่ทำหน้าที่ประเมินและให้คำปรึกษาเป็นหลัก

1.3.4 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยกิปฟิท

(2013: ออนไลน์)

Griffiths ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ สรุปได้ดังนี้

1. การสอนสาระความรู้จากการวิจัย (research-led) เน้นการนำสารสนเทศจากการ วิจัยมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจองค์ความรู้มากกว่าเน้น กระบวนการวิจัย ดังนั้นผู้สอนจึงต้องมีความเชี่ยวชาญในด้านการวิจัยหรือสนใจโดยเฉพาะ

2. การสอนกระบวนการวิจัย (research-oriented) เป็นการสอนทักษะกระบวนการ แสวงหาความรู้ การสืบสอบ ในด้านสาขาวิชาที่เรียน เน้นการใช้ประสบการณ์ด้านการวิจัยของ ครูผู้สอนในการชี้แนะและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน

3. การใช้วิจัยเป็นฐานในการสอน (research-based) การสอนที่ใช้กิจกรรมด้านทักษะ สืบสอบมากกว่าการสอนความรู้โดยการบูรณาการประสบการณ์และทักษะการวิจัยของครูผู้สอนให้ เข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้

4. การสอนด้วยการวิจัย (research-informed) เป็นการสอนที่ใช้การสืบสอบใน กระบวนการสอนและการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับรายวิชา

1.3.5 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของมหาวิทยาลัยวารวิค ประเทศอังกฤษ (2003: ออนไลน์)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน โครงสร้างสำคัญที่ทางมหาวิทยาลัยวารวิค ประเทศอังกฤษได้สร้างขึ้น 4 ประการ สรุปได้ดังนี้

1. ผลลัพธ์ทางการเรียนตามหลักสูตร (outcomes) เป็นการเรียนรู้จากสาขาที่ตนเองสนใจหรือตามความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน โดยนักเรียนจะได้ระบบการถ่ายทอดความรู้และการกระตุ้น

2. วิธีการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย (process) นักเรียนสำรวจประเด็นกำหนดปัญหาในการค้นคว้าหาคำตอบ หรือวิธีการแก้ปัญหา และประเมินผลได้ เปิดโอกาสให้มีการเรียนรู้แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกหัวข้อหรือกรณีศึกษาที่เป็นประเด็นในการวิจัยด้วยตนเอง

3. การเรียนรู้การใช้เครื่องมือในการวิจัย (tools) เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้างานวิจัย วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การใช้เครื่องมือเฉพาะด้าน เป็นต้น

4. การพัฒนาวัฒนธรรมการวิจัย (context) การมีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกันของนักเรียนกับครูผู้สอน ที่ช่วยกันสร้างผลงานวิจัยเป็นส่วนหนึ่งในการขยายองค์ความรู้

1.3.6 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของสมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเต็ม (2536: 492-495)

รูปแบบการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานพิจารณาจากการวิจัยในมหาวิทยาลัยที่เป็นด้านเอกสารการวิจัย แต่สามารถใช้การวิจัยดังกล่าวเป็นเครื่องมือหรือวิธีการสอนและเมื่อพิจารณา รูปแบบการสอนซึ่งเป็นโครงสร้างที่สำคัญ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา ขั้นตอน การสอน การประเมินผล รวมทั้งกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถแบ่งเป็นกลวิธีการสอนได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. การสอนโดยใช้วิจัยเป็นวิธีการสอน คือการให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติทำวิจัย เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาเป็นรายกรณี การทำโครงการ การทำโครงการต่างๆ เป็นต้น

2. การสอนโดยให้นักเรียนร่วมทำโครงการวิจัยร่วมกับครูผู้สอนหรือเป็นผู้ช่วย

3. การสอนโดยให้นักเรียนศึกษางานวิจัยของนักวิจัยชั้นนำในศาสตร์ที่ศึกษา เพื่อเรียนรู้วิธีการตั้งปัญหา วิธีการแก้ปัญหา ผลการวิจัย หลักการและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัยนั้นๆ และเรียนรู้ในการนำผลวิจัยไปใช้และการวิจัยต่อไป

4. การสอนโดยใช้ผลการวิจัยประกอบการสอน เป็นการให้นักเรียนได้รับรู้ทฤษฎี ข้อความรู้ใหม่ๆ ในศาสตร์ของตน

ระดับการสอน จากระดับต่ำสุดไปยังระดับสูงสุด สรุปได้ดังนี้

ระดับที่ 1 นักเรียนศึกษาความรู้เบื้องต้น จากเอกสาร สื่อต่างๆ หรือคำบรรยายของผู้สอน และมีการนำมาอภิปรายในชั้นเรียน

ระดับที่ 2 เรียนรู้ผลการวิจัยจากการศึกษาด้วยตนเองหรือครูผู้สอนเตรียมให้ โดยการนำงานวิจัยของผู้อื่นมาวิเคราะห์ วิพากษ์ พุดคุย สนทนาแบบวิชาการ เป็นต้น

ระดับที่ 3 เรียนรู้โดยศึกษาจากงานวิจัยโดยตรง เป็นการศึกษาระบวนการวิจัย นักเรียนจะได้ศึกษางานวิจัยในด้านเนื้อหาสาระและระเบียบวิธีวิจัยที่ถูกต้อง

ระดับที่ 4 เป็นการทำรายงานเชิงวิจัย เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้จากตัวอย่างงานวิจัยแล้ว นักเรียนควรทำรายงานวิจัยด้วยตนเองได้ อาจเป็นกรณีศึกษา การสำรวจ เป็นต้น

ระดับที่ 5 เป็นการทำวิจัยเล็กๆ เพื่อให้นักเรียนคุ้นเคยกับกระบวนการวิจัยที่ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง แต่ไม่เน้นความรู้ใหม่ เป็นเพียงแบบฝึกหัดในการทำวิจัยเท่านั้น

ระดับที่ 6 เป็นการทำวิจัยใต้การนิเทศก์ หรือเป็นผู้ช่วยโครงการของครูผู้สอน นักเรียนได้มีโอกาสสัมผัสกับงานวิจัยจริงๆ และได้รับการนิเทศจากครูผู้สอนหรือเจ้าของโครงการ

ระดับที่ 7 เป็นการทำปริญญานิพนธ์หรือทำวิจัยด้วยตนเอง ซึ่งถือเป็นเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบใช้วิจัยเป็นฐาน

1.3.7 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของอมริวิชช นาคทรพรพ

(2547: 77-79)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานเป็นการผสมผสานทฤษฎีหลายทฤษฎีด้วยกัน เช่น ทฤษฎีปฏิสังสรรค์ของพีเจท์ หรือทฤษฎีการเรียนรู้แบบประมวลผลข้อมูล (information processing theory of learning) ของกาเย่ โดยสรุปแนวคิดการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานได้ดังนี้

1. การสอนวิจัยมีความเชื่อมาจากกลุ่มทฤษฎีปฏิสังสรรค์ ที่มีความเชื่อในกระบวนการค้นหาความรู้และสร้างความรู้ของคนเราและการสอนแบบวิจัยนี้เป็นสิ่งที่ส่งเสริมกระบวนการค้นหาความรู้ สร้างความรู้ด้วยตนเองและส่งเสริมการเรียนรู้ให้ยั่งยืน

2. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงหรือประสบการณ์ภาคปฏิบัติ ที่ทำให้นักเรียนได้รับองค์ความรู้ที่มีคุณค่าและถาวร โดยอาศัยการวิจัยเป็นสื่อสร้างความรู้ในเรื่องที่นักเรียนสนใจ

3. กระบวนการวิจัยมีระเบียบแบบแผนของการวิจัยเป็นการเรียนรู้วิจัยสรุปได้ดังนี้

- 3.1 ข้องใจ (ศึกษาและกำหนดปัญหาในการวิจัย)
- 3.2 หมายคำตอบ (ศึกษาและกำหนดสมมติฐานและขอบเขตการวิจัย)
- 3.3 สอบสวน (รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมด)
- 3.4 ครวญไคร่ (ประมวลและวิเคราะห์ข้อมูล)
- 3.5 ไขความจริง (สรุปและอภิปราย)

4. การสอนแบบวิจัยเป็นการบูรณาการเนื้อหา วิธีการสอน และใช้แนวทางการสอน

ที่อิงปัญหาในชีวิตและสังคม

5. การสอนแบบวิจัยสามารถสอดแทรกการเรียนแบบการวิจัยเข้าไปในหลักสูตรและเนื้อหาวิชาใช้ในการบูรณาการสาระต่างๆ เช่น ส่งเสริมการสอบแบบทีม เป็นต้น

1.3.8 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ของ Thorsten jungmann

(Jungmann, Thorsten. 2011: ออนไลน์)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ ดร.ทอสเตน จังแมน ได้อธิบาย การวิจัยเป็นฐานในหลักการการศึกษาแบบบูรณาการกับการเรียนการสอนและการประเมินผล ด้านวิศวกรรมที่ให้ความสำคัญคือ ครูผู้สอนไม่ใช่ผู้สร้างการเรียนรู้เท่านั้นแต่นักเรียนเองที่จะสร้างการเรียนรู้ จึงให้ความสำคัญในการใช้การวิจัยเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับวิธีการสอนอื่นๆ หลายประเภท ดังนี้

1. การเรียนรู้จากการลงมือทำ
2. การเรียนรู้แบบร่วมมือ
3. การเรียนรู้จากประสบการณ์เป็นหลัก
4. การเรียนรู้จากการมุ่งเน้นการปฏิบัติ
5. การเรียนรู้โดยการค้นพบ
6. การเรียนรู้ด้วยโครงการเป็นฐาน
7. การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นโครงการ
8. การเรียนรู้จากกรณีศึกษา

ทอสเตน จังแมน ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ตามภาพประกอบดังนี้



ที่มา: Jungmann, Thorsten. (2011). *Research Based Learning*. Institute of Education, University of London. (Online).

จากแผนภาพรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นการสอนที่มีรูปแบบ 4 รูปแบบ ซึ่งมีความแตกต่างกัน สรุปได้ดังนี้

1. การสอนจากสาระความรู้ในวิจัย (research-led) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัย มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจะมุ่งเน้นผลลัพธ์ที่นักเรียนได้ คือองค์ความรู้ และการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้ฟังจากครูผู้สอน
2. การสอนกระบวนการวิจัย (research-oriented) เป็นการสอนทักษะกระบวนการ แสวงหาความรู้ ซึ่งจะมุ่งเน้นกระบวนการ และการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้ฟังจากครูผู้สอน
3. การสอนด้วยการวิจัย (research-tutored) เป็นการสอนที่ใช้ระบบการสืบสอบ ในกระบวนการสอนและการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องกับธรรมชาติรายวิชา ซึ่งจะมุ่งเน้นผลลัพธ์ ที่นักเรียนและนักเรียนมีส่วนร่วม
4. การใช้วิจัยเป็นฐานในการสอน (research-based) การสอนที่ใช้กิจกรรมด้านทักษะ สืบสอบมากกว่าการสอนความรู้ โดยเป็นการบูรณาการประสบการณ์และทักษะการวิจัยของ ครูผู้สอนให้เข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งจะมุ่งเน้นกระบวนการและนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้

1.3.9 แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ Kauchak and Eggen

(Eggen, P. D; & Kauchak, D. P. 1998: 311-317)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของ Kauchak และ Eggen ที่ได้เน้นความสำคัญ ของการสอนในรูปแบบการวิจัยในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญ สรุปได้ดังนี้

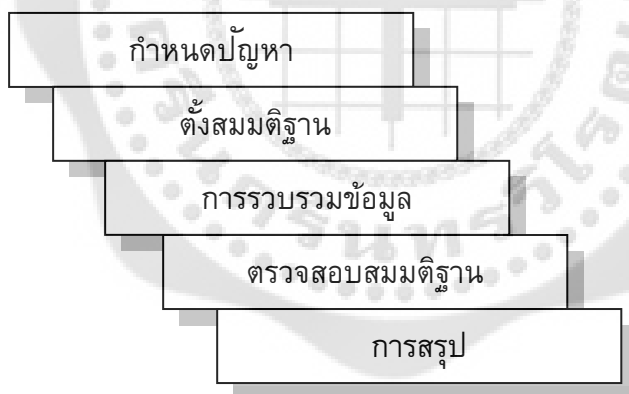
1. การแนะนำปัญหาที่เป็นบริบทสำคัญ โดยชี้ให้นักเรียนเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เช่น การจำลองสถานการณ์จำลอง ที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมหรือเชื่อมโยงจากประสบการณ์เดิม
2. การยกตัวอย่างที่หลากหลาย โดยยกตัวอย่างของเหตุการณ์ แล้วให้นักเรียน วิเคราะห์หลักการทั่วไป สาเหตุการเกิด ทฤษฎีหรือกฎที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาสรุปเป็นความคิด รวบรวม และมีการอภิปรายร่วมกัน เน้นให้นักเรียนค้นหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองจากประสบการณ์ เดิม การยกตัวอย่างเหตุการณ์ให้กับนักเรียนช่วยทำให้มีการพัฒนาทักษะความรู้และเพิ่มประสบการณ์ ในการแก้ปัญหาและจะมีการจดจำปัญหาที่ตนพบมาแล้ว
3. การแลกเปลี่ยนรายละเอียดของปัญหา โดยการสนทนาแลกเปลี่ยนความน่าสนใจ ในรายละเอียดของปัญหา หากเป็นงานกลุ่มจะมีข้อตกลงร่วมกันในการกำหนดปัญหาและหาวิธีการ แก้ปัญหาต่อไป โดยใช้การศึกษาค้นคว้าทางการวิจัย ที่จะช่วยเพิ่มความเข้าใจและที่สำคัญคือ ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนได้สนทนาแลกเปลี่ยนกับเพื่อน เพื่อที่จะนำเสนอจุดอ่อนและจุดเด่น ของการแก้ปัญหานั้นๆ
4. การฝึกฝนกำหนดปัญหาด้วยตนเอง สิ่งสำคัญที่จะแก้ปัญหาคือ ระบุปัญหา ที่จะต้องฝึกฝนให้เชี่ยวชาญในการระบุปัญหาให้ชัดเจนและเหมาะสมกับสาขาที่สนใจ และตั้งปัญหา ด้วยตนเอง

5. ช่วยเหลือนักเรียนที่เริ่มต้นแก้ปัญหา การเริ่มต้นในการเรียนรู้แบบวิจัยนั้นบางครั้งเกิดความเข้าใจผิดในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนจึงต้องกระตุ้นความคิดของนักเรียน แนะนำ ชี้แนะ ในสิ่งที่ถูกต้องและเหมาะสม เช่น ยกตัวอย่างแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ ระบุปัญหา หาวิธีแก้ปัญหา จากนั้นก็เพิ่มปัญหามากขึ้น แล้วให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้นักเรียนจดบันทึกสิ่งที่ตนเองจะแก้ปัญหาแล้วเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างจากของเพื่อน

6. การอธิบายปัญหาให้เห็นชัดเจน ความรู้ที่ไม่มีขอบเขตที่แน่นอน ในการแก้ปัญหา นั้นจึงเกิดอุปสรรคได้ในการวิจัย สิ่งที่สำคัญคือความชัดเจนของข้อมูลที่สนับสนุนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และวิธีการที่ถูกต้องในการแก้ปัญหานั้นๆ ถ้าปัญหาไม่ชัดเจนจะทำให้วิธีการแก้ปัญหาไม่เกิดประโยชน์

7. การไม่เฉพาะเจาะจงในการแก้ปัญหา ความเป็นมาของปัญหา เป็นสิ่งสำคัญที่จะหาวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสมและการแก้ปัญหานั้นไม่ควรจำกัดขอบเขตของการแก้ปัญหา แต่ผู้สอนควรชี้แนะไม่ให้หลุดออกจากปัญหาที่ระบุไว้

นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนการระบุปัญหาแล้ว ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการวิจัยการใช้การวิจัยในการเรียนการสอนยังมีพื้นฐานมาจากกระบวนการสืบสอบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเริ่มเรียนรู้จากปัญหาและการแก้ไขปัญหามีทักษะกระบวนการ ตามภาพประกอบดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนของกระบวนการสืบสอบ

ที่มา: Eggen, P. D; & Kauchak, D. P. (1998). *Learning and teaching : research-based Methods*. (Online).

ตาราง 1 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ชื่อ แนวทาง	แนวทาง 1 การจัดการ เรียนการสอน โดยใช้ ผลการวิจัย	แนวทาง 2 การจัดการ เรียนการสอน โดยศึกษา ผลการวิจัย	แนวทาง 3 การจัดการเรียน การสอนโดย กระบวนการวิจัย	แนวทาง 4 การจัดการ เรียนการสอน โดยการวิจัย ด้วยตนเอง
ทิตนา เขมมณี (พ.ศ.2546)	✓	✓	✓	✓
ปทีป เมธาคุณวุฒิ (พ.ศ.2547)	✓	✓	✓	✓
ไพฑูรย์ สินลรัตน์ (พ.ศ.2543)	✓	✓	✓	✓
มหาวิทยาลัยกฬพิท (พ.ศ.2556)	✓	-	-	✓
มหาวิทยาลัยวารวิค (พ.ศ.2546)	✓	✓	✓	✓
สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเต็ม (พ.ศ.2536)	✓	✓	✓	✓
อมรวิรัช นาคทรพรพ (พ.ศ.2547)	-	-	-	✓
Eggen and Kauchak (พ.ศ.2541)	✓	✓	-	✓
Thorsten jungmann (พ.ศ.2554)	-	-	-	✓
ผู้วิจัย	✓	✓	✓	✓

จากการศึกษาเอกสารสาระสำคัญดังกล่าว จะเห็นได้ว่า แนวคิดต่างๆ เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการการเรียนรู้จากวิจัย ที่ประกอบไปด้วย 4 แนวทางหลักคือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลการวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลงานวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย และการจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง แนวคิดเหล่านี้ล้วนแต่มีประโยชน์ต่อศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียน และการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับวิธีการสอนหลายประเภทที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริงและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ

ดังนั้น ผู้วิจัยเห็นว่ากระบวนการสืบสอบมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน จึงศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ ที่ใช้กระบวนการและทักษะต่างๆทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะเห็นว่ามีมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับกระบวนการวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ปรับและประยุกต์ ใช้ในการกำหนดขั้นตอนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ดังนี้

ตาราง 2 เปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน กับขั้นตอนกระบวนการวิจัย

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). 2554: 13-23)	ขั้นตอนของกระบวนการวิจัย (ทีศนา เขมมณี. 2546: 54)
1. สร้างความสนใจ เรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรือความสนใจของตัวนักเรียนเอง	1. การเลือกปัญหาวิจัย ที่เกิดจากความสงสัย 2. การวิเคราะห์สภาพปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เป็นไปได้ 3.การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เลือกสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น
2. สืบหาและค้นหา การสำรวจทดลอง ค้นหาและรวบรวมข้อมูล วางแผน กำหนดการสำรวจ ตรวจสอบ หรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ	4.การหาแนวทางแก้ปัญหา คิดหาวิธีการแก้ปัญหา 5. การระบุปัญหาวิจัย ระบุประเด็นปัญหาหรือคำถาม 6.การวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา ออกแบบการดำเนินการ 7. การลงมือปฏิบัติ เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล

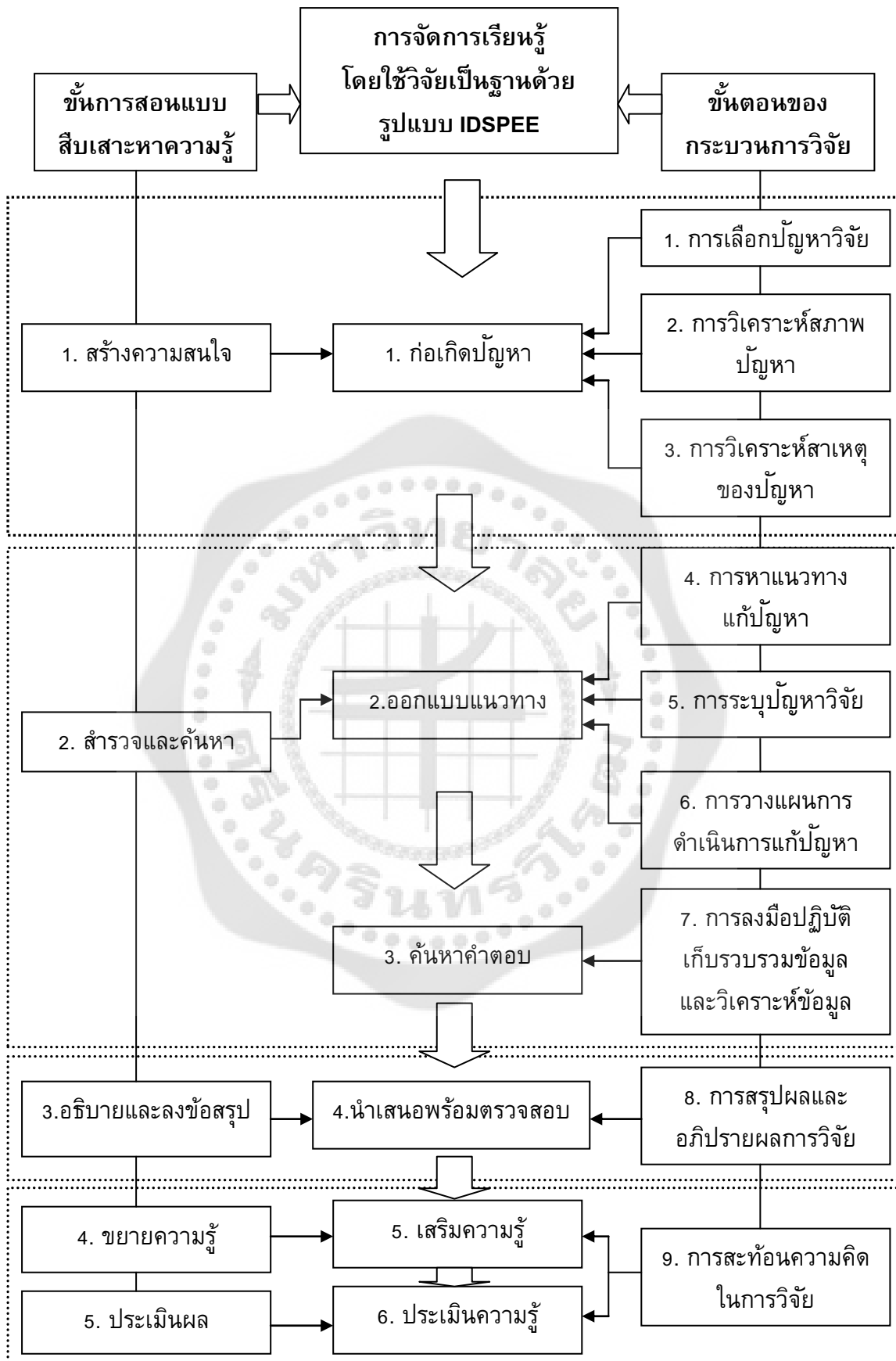
ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	ขั้นตอนของกระบวนการวิจัย
3. อธิบายและลงข้อสรุป สรุปและอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ	8. การสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย สรุปและอภิปรายจากการวิจัย
4. ขยายความรู้ ขยายกรอบความคิดกว้างขึ้น หรือเชื่อมโยงความรู้เดิมสู่ความรู้ใหม่หรือนำไปสู่ การศึกษาค้นคว้า 5. ประเมินผล การตรวจสอบความถูกต้อง ของความรู้ที่ได้ ถ้าเกิดปัญหาให้ศึกษาเพิ่มเติม และเปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบ ความรู้ใหม่กับความรู้เดิม	9. การสะท้อนความคิดในการวิจัย พินิจพิเคราะห์และพิจารณาในกระบวนการวิจัยที่ ผ่านไปแล้ว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุง ตนเอง ปรับปรุงงาน และการแก้ปัญหาต่างๆได้ อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากการศึกษาขั้นตอนการสอนทั้งสองแบบ จะเห็นได้ว่าขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับขั้นตอนของกระบวนการวิจัยมีความสัมพันธ์กันในแต่ละขั้นตอน ผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ ขั้นตอนการสอนทั้ง 2 แบบ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. ก่อเกิดปัญหา (Identification)
2. ออกแบบแนวทาง (Designing)
3. ค้นหาคำตอบ (Searching)
4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation)
5. เสริมความรู้ (Elaboration)
6. ประเมินความรู้ (Evaluation)

ดังภาพประกอบ ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ตาราง 3 บทบาทครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
1. ก่อเกิดปัญหา (Identification) ระบุปัญหาหรือคำถามที่นำไปสู่การค้นหาคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดความสงสัยใคร่หาคำตอบ จากการตั้งคำถาม สาธิต ทดลอง เล่าเรื่อง อภิปราย พูดคุย สนทนาใช้เกม สร้างสถานการณ์ ที่น่าสนใจแปลกใจ ครูผู้สอนสนับสนุนให้นักเรียนนำคำถามที่ตรงประเด็นของปัญหา ซึ่งคาดว่าจะนำไปสู่การค้นหาคำตอบของปัญหาได้ไปทำการศึกษา 	<ul style="list-style-type: none"> คิดประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้นของครูผู้สอน ตั้งคำถามตามประเด็นปัญหาที่ตนสนใจ
2. ออกแบบแนวทาง (Designing) ออกแบบการศึกษาหาความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนนึกถึงความรู้หรือประสบการณ์ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่จะศึกษา ครูผู้สอนฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลหาสาเหตุการคาดเดาคำตอบของปัญหาอย่างมีหลักการ ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนวิธีออกแบบพิสูจน์ทดสอบการหาคำตอบ 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนสำรวจความรู้และประสบการณ์ที่คาดว่าจะนำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ นักเรียนคาดคะเนคำตอบตามข้อมูลที่มีอยู่และออกแบบการทดลองหรือการสืบค้นข้อมูลเพื่อตรวจสอบคำตอบ
3. ค้นหาคำตอบ (Searching) การแสวงหาความรู้หรือดำเนินการทดสอบเพื่อให้ได้คำตอบ	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอนให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัยและกระบวนการวิทยาศาสตร์ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักวิธีแสวงหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ และการเก็บรวบรวมข้อมูล 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบ ตามกิจกรรมที่ออกแบบไว้ ตรวจสอบและปรับปรุงจนได้คำตอบที่ไม่มีข้อขัดแย้งและไม่ขัดกับหลักฐานเชิงประจักษ์

ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	บทบาทครูผู้สอน	บทบาทนักเรียน
<p>4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation)</p> <p>การนำเสนอคำตอบที่ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า การสรุปและอภิปรายร่วมกัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกัน อภิปราย สรุปกระบวนการและ ผลที่เกิดขึ้นจากการศึกษา ครูผู้สอนยกตัวอย่างวิธีนำเสนอ ผลการค้นหาคำตอบ และกระตุ้น การนำเสนอที่แปลกใหม่ที่น่าสนใจ ครูผู้สอนให้การเสริมแรง โดยการชื่นชมและให้กำลังใจ 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนทบทวนขั้นตอน การค้นหาคำตอบ ตรวจสอบคำตอบ และการปรับปรุงจนได้ คำตอบสุดท้าย และ นำเสนอในรูปแบบที่ น่าสนใจ เหมาะสมกับวัย และเป็นผู้ฟัง ผู้แสดง ความคิดเห็นที่ดี
<p>5. เสริมความรู้ (Elaboration)</p> <p>การเพิ่มเติมหรือขยาย ความรู้จากที่เรียนหรือการ ประยุกต์ใช้ความรู้</p>	<ul style="list-style-type: none"> ครูผู้สอนจัดกิจกรรมหรือ สถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนมี ความรู้เพิ่มขึ้น หรือขยายกรอบ ความคิด ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่ นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ หรือขยายความรู้และทักษะใน สถานการณ์ใหม่ 	<ul style="list-style-type: none"> นักเรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรม เช่น อธิบายและ ขยายความรู้เพิ่มเติมมี ความละเอียดมากขึ้น สร้างคำถามใหม่และ ออกแบบการสำรวจ ค้นหาค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ ใหม่
<p>6. ประเมินความรู้ (Evaluation)</p> <p>การตรวจสอบความรู้และ กระบวนการที่ได้จากการ เรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนา</p>	<ul style="list-style-type: none"> ประเมินความรู้และกระบวนการ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ การเรียนรู้และ พัฒนา ปรับปรุง กระบวนการเรียนรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> ระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทั้งด้านกระบวนการและ ผลผลิต วิเคราะห์วิจารณ์ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกัน และกัน

ตาราง 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ทั้ง 4 แนวทาง

แนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน
<p>1. การจัดการเรียนการสอน โดยใช้ผลการวิจัย (แทรกในชั้นที่ 5 เสริม ความรู้)</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระ 2. ครูผู้สอนเลือกงานวิจัยที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและวัย ของนักเรียน <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้ (แทรกในชั้นที่ 5 เสริมความรู้)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนนำผลการวิจัยมาใช้ประกอบกับเนื้อหาที่สอนเพื่อให้ นักเรียนได้รับความรู้และองค์ความรู้ใหม่ๆ ที่มาเสริมกับเนื้อหาสาระ ปกติ 2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องร่วมทั้งอภิปรายผลการวิจัยและความสำคัญของการวิจัยใน การแก้ปัญหาต่างๆ <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>ครูผู้สอนทำการวัดและประเมินผลจากการผลการวิจัยควบคู่กับ เนื้อหาสาระปกติ</p>
<p>2. การจัดการเรียนการสอน โดยศึกษาผลงานวิจัย (แทรกในชั้นที่ 5 เสริม ความรู้)</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนสืบค้น และแสวงหาแหล่งข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับเนื้อหาสาระ 2. ครูผู้สอนเลือกแหล่งข้อมูลงานวิจัยที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และวัยของนักเรียนและหลากหลาย เพื่อคอยแนะนำและช่วยเหลือ ระหว่างจัดการเรียนรู้ (แทรกในชั้นที่ 5 เสริมความรู้) <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนกระตุ้นโดยการตั้งคำถาม สร้างสถานการณ์จำลอง เกี่ยวกับปัญหา ให้นักเรียนสนใจ อยากรู้ อยากเห็น อยากแสวงหา คำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหา 2. ครูผู้สอนแนะนำและชี้แนะแนวทางให้นักเรียนสืบค้นจาก แหล่งข้อมูลต่างๆ หรือแหล่งข้อมูลที่ครูผู้สอนจัดเตรียมไว้ 3. ครูผู้สอนแนะนำวิธีการศึกษา และการอ่านงานวิจัย คัดเลือก งานวิจัย รวมทั้งการวิเคราะห์งานวิจัยในด้านองค์ประกอบหลัก ของงานวิจัย เพื่อให้ นักเรียนวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น รู้วิธีได้มา ซึ่งคำตอบ

ตาราง 4 (ต่อ)

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน
2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลงานวิจัย(ต่อ)	<p>4. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับผลการวิจัยสามารถวิเคราะห์ วิพากษ์ พุดคุย สนทนาแบบวิชาการและเชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระที่เรียน</p> <p>5. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและความสำคัญของกระบวนการวิจัยที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>ครูผู้สอนทำการวัดและประเมินผลด้านการอ่านงานวิจัยและการเรียนรู้ผลการวิจัยควบคู่กับเนื้อหาสาระปกติ</p>
3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย (ชั้นสอน 6 ชั้น)	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <p>1. ครูผู้สอนพิจารณาเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับการใช้กระบวนการวิจัยในชั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>2. ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมโดยใช้กระบวนการวิจัยระหว่างจัดการเรียนรู้ (เน้นกระบวนการวิจัยทุกขั้นตอน)</p> <p>1. ครูผู้สอนดำเนินกิจกรรม และฝึกทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินการวิจัยให้กับนักเรียน รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะ ช่วยเหลืออำนวยความสะดวก และให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการฝึกกระบวนการวิจัยที่ทำให้เกิดความรู้ใหม่และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการแก้ปัญหาและค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง</p> <p>2. นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้และอภิปรายผลจากประสบการณ์ของตนเองในกระบวนการวิจัยและผลที่เกิดขึ้นร่วมกันในชั้นเรียน ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>1. ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิจัยเพื่อจุดด้านที่ต้องแก้ไขของนักเรียน</p> <p>2. วัดและประเมินผลที่ได้จากทักษะกระบวนการวิจัยควบคู่กับเนื้อหาสาระปกติ</p>

ตาราง 4 (ต่อ)

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน	แนวทางการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอน
<p>4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง (แทรกในชั้นที่ 5 เสริมความรู้และชั้นที่ 6 ประเมินความรู้)</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนพิจารณาเนื้อหาสาระที่เหมาะสมกับการการทำวิจัยด้วยตนเองของนักเรียน 2. ครูผู้สอนออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสทำวิจัยด้วยตนเอง <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้ (แทรกในชั้นที่ 5 เสริมความรู้และชั้นที่ 6 ประเมินความรู้)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจด้านปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่เรียน เพื่อให้นักเรียนสนใจกับปัญหาและหาวิธีการแก้ปัญหา หรือครูผู้สอนสร้างสถานการณ์ขึ้นมาให้นักเรียนสนใจ 2. ครูผู้สอนเป็นผู้จัดการ ช่วยแนะนำ ให้คำปรึกษาโดยจัดกิจกรรมที่ ส่งเสริมการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนตั้งปัญหา ค้นพบปัญหาและสนใจที่จะแสวงหาความรู้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะเปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง รวมทั้งชี้แนะแนวทางการบวนการวิจัย 3. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดขึ้น <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ทักษะกระบวนการวิจัยของนักเรียน 2. วัดและประเมินผลที่ได้จากทักษะกระบวนการวิจัยควบคู่กับเนื้อหาสาระปกติ

1.4 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

ปรียพันธ์ สิทธิจินดา (2552: 56) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ดังนี้

1. ประโยชน์ต่อนักเรียน โดยนักเรียนได้รับการพัฒนาการเกิดทักษะการใช้การวิจัยในการแสวงหาความรู้ เรียนรู้ทฤษฎี แนวคิด หลักการและข้อค้นพบที่มีความหมายมีความเที่ยงตรง รู้จักวิเคราะห์ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหาหรือการพัฒนา เก็บรวบรวมข้อมูล สรุปผลนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้นักเรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาทักษะการคิด (Thinking Skills) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving and Resolution Skills) ทักษะการบริหารจัดการเวลา (Time Management Skills) ทักษะการสื่อสาร (Communication Skills) ทักษะประมวลผล (Computer Skills) และทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Life Long Learning Skills)

2. ประโยชน์ต่อครูผู้สอน ทำให้ครูผู้สอนมีการวางแผนทำงานในหน้าที่ของตนอย่างเป็นระบบ ได้แก่ วางแผนการสอน ออกแบบกิจกรรม โดยให้นักเรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน ประเมินผลการทำงานเป็นระยะโดยมีเป้าหมายชัดเจนว่าจะทำอะไรเมื่อไร เพราะอะไร และทำให้ทราบผลการกระทำว่าบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร

3. ประโยชน์ต่อการศึกษา ซึ่งผลของการจัดเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐานสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ของครูผู้สอนเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนที่ครูผู้สอนแต่ละคน ซึ่งครูผู้สอนแต่ละคนสามารถจะประยุกต์และนำไปใช้ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนอย่างต่อเนื่อง

การเรียนการสอนโดยใช้การวิจัยเป็นฐานช่วยให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการแสวงหาความรู้ จนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในการค้นคว้าหาความรู้ที่มีอยู่รอบตัวและเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หรือเรียกว่าเป็นการศึกษาตลอดชีวิต นักเรียนจึงต้องเรียนรู้ที่จะแสวงหาความรู้ได้ด้วยวิธีการของตนเอง การเรียนรู้ที่ตัวเนื้อหาแต่อย่างเดียวยังไม่ใช่เป้าหมายสำคัญของการเรียนการสอนในยุคปฏิรูปการศึกษาอีกต่อไป

1.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานทั้งในประเทศและต่างประเทศ มีดังนี้

จุฑา ธรรมชาติ (2552: 85) ได้ศึกษาการวิจัยและพัฒนา รูปแบบใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาการวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 102 คน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์สงขลานครินทร์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้านความรู้พื้นฐานการวิจัย ทักษะการคิดแก้ปัญหา และเจตคติต่อการวิจัยสูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ณรงค์ ฤทธิเดช (2553: 75) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้วิชาโครงการ โดยใช้วิจัยเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ปวช. ปี 3 จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการหาค่าคะแนนที่ (T-score) จากการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน ของนักเรียน มีคะแนนที่เฉลี่ย (Average T-Score) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนพัฒนาดีขึ้น คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 48.39 ผลการหาค่าคะแนนที่ จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปลายภาคเรียน มีการพัฒนาการทางการเรียนดีขึ้นคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 47.97 และความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ออกสารประกอบการสอน อยู่ในระดับมากที่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.37

ชนะศึก โพธิ์นอก (2554: 76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 37 คน โรงเรียนจตุรัสวิทยาคาร ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนใจ มีความสุขสนุกสนานในการเรียน นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีความมั่นใจในตนเอง และกล้าแสดงออก ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีผ่านเกณฑ์ของโรงเรียน กล่าวคือจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 86.49 และ 83.48 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

เดลกาโด ซีเซอ (Delgado, Ceser. 2009: Online) ได้ศึกษาการพัฒนาความก้าวหน้าในการรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานสำหรับโรงเรียนมัธยม ในเนื้อหาของ size และ scale ผ่านนักศึกษา ระดับปริญญาตรี เนื่องจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและระดับปริญญาตรีมีความเข้าใจจาก 2 คำนี้ คลาดเคลื่อนในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ จึงมีการพัฒนาการสร้างรูปแบบการสอนโดยใช้วิจัยเป็นฐาน เพื่อใช้ทดลองกับระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้ และสามารถออกแบบสื่อการเรียนรู้เรื่อง size และ scale สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ทวีพร จันทรักษ์ (2554: 42-44) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ความเข้มเสียงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน โรงเรียนไชยวานวิทยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและนักเรียนคิดเป็นจำนวนร้อยละ 77.5 ของนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

นิลวรรณ เกษมโคตร (2552: 79) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรีเขต 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน โรงเรียนบ้านน้ำพุ ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงของสาร มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 การวัดความพึงพอใจ นักเรียนมีความพึงพอใจ โดยมีความพึงพอใจในระดับมาก ทุกด้าน กล่าวคือด้านเนื้อหาสาระ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบของสื่อและด้านความรู้สึกรู้สึกต่อคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ

เบรندان คูแรน (Curran, Brendan. 2011: Online) ซึ่งได้ศึกษาการเรียนรู้และความเข้าใจและเพื่อส่งเสริมความคิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เรื่องพันธกรรม ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีการวางแผนและการทดลอง การปฏิบัติดีขึ้น และสามารถพัฒนาทักษะของการใช้ทฤษฎีกับสถานการณ์ได้ดี

มานิต กิรตินิตย (2552: 81) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการวิจัย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุ สาระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอน มีทักษะกระบวนการวิจัย สามารถนำเสนอผลงานที่มีคุณภาพ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.28

วรรณภา ชื่นนอก (2554: 1-8) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องลมฟ้าอากาศ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน โรงเรียนทุ่งโพธิ์วิทยา พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรารุช ชัยยง (2552: 90-99) ได้ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ การวิจัยเป็นฐาน ด้านความคิดเห็นและพฤติกรรมของนักเรียน ระดับความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนชิ้นงานกับระดับความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน

ที่ได้ รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 47 คน โรงเรียนราชประชา

นุเคราะห์ 31 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมดีขึ้นในด้านการเรียน ความสนใจ และการทำกิจกรรมกลุ่ม มีเจตคติทางบวกในและมีระดับความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี

จากการประมวลผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ก็คือ การจัดให้นักเรียนได้เรียนรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ใหม่ หรือคำตอบที่เชื่อถือได้ โดยอาศัยกระบวนการสืบสอบในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องศึกษาวิจัย เป็นการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็น

สำคัญ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามสภาพจริง ได้ลงมือปฏิบัติเป็นรายบุคคลและกระบวนการกลุ่มโดยวิธีการตามกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. การประเมินผลตามสภาพจริง

นอกจากการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านพุทธิปัญญา จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่นิยมใช้กันทั่วไปแล้ว ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญนั้นยังมุ่งเป้าหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามสภาพจริงอีกด้วย

นักวิชาการได้นิยามการประเมินผลตามสภาพจริง ไว้หลายความหมายสามารถสังเคราะห์สรุปนิยามได้ว่า (กรมวิชาการ. 2539: 11; ทรงศรี ตุ่นทอง. 2545: 26-27; สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 198; สุปรารถนา ยุกตะนันท์. 2546: 7-8) การประเมินผลตามสภาพจริง หมายถึง กระบวนการตัดสินใจเพื่อพัฒนานักเรียนในระหว่างเรียนและหลังเรียนที่อาศัยสารสนเทศจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการวัดผลด้วยวิธีการที่หลากหลายสอดคล้องกับบริบทของกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามสภาพจริง ผลของการประเมินสามารถบ่งชี้ระดับความสามารถทางวิชาการที่เป็นความสามารถทางสติปัญญาและความสามารถนอกวิชาการที่เป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนักเรียนหรือพฤติกรรมทางสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนานักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้

สุปรารถนา ยุกตะนันท์ (2546: 12-31) กล่าวถึง แนวคิดของการประเมินตามสภาพจริง องค์ประกอบที่สำคัญของการประเมินตามสภาพจริงและวิธีการประเมินตามสภาพจริง มีดังนี้

2.1 แนวคิดสำคัญที่เกี่ยวกับหลักการประเมินผลตามสภาพจริง

2.1.1 การแสดงความสามารถของนักเรียนรายบุคคล เป็นวิธีการประเมินที่เน้นงานที่นักเรียนแสดงออกในภาคปฏิบัติ เน้นการสังเกตกระบวนการเรียนรู้

2.1.2 การบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างแท้จริง จุดมุ่งหมายของหลักสูตรการศึกษาทุกระดับชั้นต้องการให้นักเรียนเกิดความสามารถทั้งด้านความรู้ ทักษะ เจตคติ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในแต่ละด้านตามธรรมชาติของการเรียนรู้ในแต่ละวิชา ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลต้องดำเนินการควบคู่กันไป

2.1.3 การบูรณาการวิธีการและเครื่องมืออย่างหลากหลาย ต้องอาศัยการบูรณาการความรู้กับวิธีการและกระบวนการเรียนรู้หลากหลายวิธี เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถออกมาตามสภาพจริง

2.1.4 การสะท้อนความสามารถด้านต่างๆ และการประเมินระดับความสามารถที่แท้จริง ที่สะท้อนความสามารถทางด้านทักษะความคิดและความสามารถนักเรียนแต่ละคน

2.1.5 ส่งเสริมการเรียนรู้จากสภาพจริง การประเมินนักเรียนที่ประเมินทางด้านปฏิบัติและแสดงพฤติกรรมบริบทของความเป็นจริงในชีวิตประจำวัน

2.2 องค์ประกอบที่สำคัญของการประเมินผลตามสภาพจริง

2.2.1 เป้าหมายและกระบวนการจัดการศึกษาของชาติ ที่คำนึงถึงการจัดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อชีวิตจริงของนักเรียน มีการผสมผสานความรู้หลายๆด้าน โดยเน้นกระบวนการบูรณาการเข้าด้วยกัน

2.2.2 กระบวนการปฏิบัติในสภาพจริง งานที่มอบหมายเป็นงานที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถสูงสุด

2.2.3 กระบวนการวัดและประเมินผล ระบบการวัดและประเมินต้องเน้นกระบวนการและผลการกระทำ เน้นความเป็นจริงที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

2.2.4 เกณฑ์ที่ใช้สำหรับประเมิน กำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ประเมินผลการเรียนรู้ให้ชัดเจนและเป็นที่ยอมรับของนักเรียน รวมทั้งผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ

2.2.5 การประเมินตนเอง นักเรียนต้องมีการประเมินตนเองระหว่างปฏิบัติภาระงาน เพื่อให้นักเรียนสร้างแรงจูงใจใฝ่เรียนรู้ด้วยตนเอง

2.2.6 การนำเสนอผลงาน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงผลงานที่เป็นผลการเรียนรู้ของตนเองหรือกลุ่ม

2.3 วิธีการประเมินผลตามสภาพจริง

2.3.1 การสังเกต เป็นวิธีการที่อาจกำหนดเครื่องมือและเกณฑ์ในการสังเกตหรืออาจไม่มีเครื่องมือก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการประเมินนักเรียน สามารถใช้ประเมินผลทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจ ด้านทักษะกระบวนการ ด้านคุณธรรมจริยธรรม เป็นต้น

2.3.2 การสัมภาษณ์ การตั้งคำถามง่ายๆ ไม่ซับซ้อนทั้งรูปแบบทางการและไม่เป็นทางการใช้ประเมินผลการเรียนรู้ด้านความเข้าใจในระดับที่สูงกว่าความจำ

2.3.3 บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ความคิด ความถนัด ความสนใจ

2.3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง เป็นการสร้างข้อสอบโดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ เช่น ข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในสถานการณ์ที่กำหนด ข้อสอบการวัดทักษะการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสาร เป็นต้น

2.3.5 การรายงานตนเอง ให้นักเรียนเขียนบรรยายความรู้สึก เพื่อประเมินความรู้สึกนึกคิด ความเข้าใจ ความต้องการ

2.3.6 การใช้แฟ้มสะสมผลงาน ใช้เป็นหลักฐานแสดงความสามารถของนักเรียนด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ที่นักเรียนพัฒนาได้สำเร็จ

2.4 คุณลักษณะการประเมินผลตามสภาพจริง

สมศักดิ์ ภูวิภาดาธรรม (2544: 101-104) ได้จำแนกคุณลักษณะการประเมินผลตามสภาพจริงเป็น 4 ลักษณะดังนี้

2.4.1 การปฏิบัติในสภาพจริง (Performance in the field) เป็นการประเมินตามสภาพจริง งานที่ให้นักเรียนทำต้องเป็นงานที่สัมพันธ์กับชีวิตความเป็นจริง ทำทนายการใช้สติปัญญาที่ซับซ้อน และต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านแบบการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน ความถนัดและความสนใจของนักเรียนเพื่อใช้ในการพัฒนาความสามารถ และค้นหาจุดเด่นของนักเรียน

2.4.2 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน (Criteria) เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผยและรับรู้กันอยู่ในโลกของความเป็นจริงของทั้งตัวนักเรียนเองและผู้อื่น ไม่ใช่เกณฑ์ที่เป็นความลับปกปิด เนื่องจากเกณฑ์เป็นเรื่องที่นำมาจากการปฏิบัติ เกณฑ์จึงเป็นข้อชี้แนะสำหรับการเรียนการสอนและการประเมินที่สะท้อนให้เห็นเป้าหมาย และกระบวนการศึกษาอย่างแจ่มชัด จึงให้ครูผู้สอนอยู่ในบทบาทของผู้ฝึกและนักเรียนอยู่ในบทบาทของผู้ปฏิบัติ พร้อมกับเป็นผู้ประเมินตนเอง

2.4.3 การประเมินตนเอง (Self - Evaluation) การประเมินตนเองมีความสำคัญมากต่อการปฏิบัติจริงโดยวัตถุประสงค์ของการประเมินสภาพจริงก็คือ

2.4.3.1 เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการประเมินงานของตน โดยเทียบวัดกับมาตรฐานทั่วไปของสาธารณชน

2.4.3.2 เพื่อปรับปรุง และขยับขยายทิศทางการดำเนินงาน

2.4.3.3 เพื่อริเริ่มในการวัดความก้าวหน้าของตนในแบบต่างๆ ด้วยการประเมินตนเอง

2.4.4 การนำเสนอผลงาน เป็นการเสนอผลงานด้วยปากเปล่า กิจกรรมการนำเสนอให้นักเรียนได้สะท้อนความรู้สึกของตนว่ารู้อะไร และนำเสนอเพื่อให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้ในหัวข้อนั้นอย่างแท้จริง ที่ตอบสนองต่อเป้าประสงค์ที่สำคัญหลายประการ ดังนี้

2.4.4.1 เป็นสัญญาณบ่งบอกว่า งานเขียนของนักเรียนมีความสำคัญมากพอที่จะให้ผู้อื่นรับรู้และชื่นชมได้

2.4.4.2 เปิดโอกาสให้ผู้อื่น เช่น ครูผู้สอน เพื่อนนักเรียน ผู้ปกครอง ได้เรียนรู้ ตรวจสอบปรับปรุง และชื่นชมในความสำเร็จด้วยอย่างต่อเนื่อง

2.4.4.3 เป็นตัวแทนของการบรรลุถึงเป้าหมายในการวัดทางการศึกษาอย่างแท้จริง การประเมินสภาพจริงจะต้องคำนึงถึงนักเรียนและเป้าหมาย คือความก้าวหน้าของนักเรียน

ซึ่งจะบรรลุเป้าหมายได้ต้องอยู่บนพื้นฐานชีวิตจริง และการประเมินการปฏิบัติจริงต้องมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอน ซึ่งทุกฝ่ายจะต้องมีส่วนร่วมในการประเมินซึ่งการประเมินเป็นการประเมินที่มุ่งเน้นจะปรับปรุงแก้ไข และเพื่อสรุปความก้าวหน้าของนักเรียน

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 198-200) กล่าวถึง จุดมุ่งหมาย ข้อตกลงเบื้องต้นและประโยชน์ของการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง ไว้ดังนี้

2.5 จุดมุ่งหมายของการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง

2.5.1 เพื่อหาข้อบกพร่องและปัญหาของนักเรียนทั้งทางด้านสติปัญญา พฤติกรรม และทักษะทางสังคม

2.5.2 เพื่อประเมินความก้าวหน้าและศักยภาพทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ ความต้องการ ความถนัด และความสนใจของนักเรียน

2.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง

2.6.1 การประเมินต้องทำในสภาพจริงหรือใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน จึงส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนต้องดำเนินการในสภาพจริงหรือใกล้เคียงชีวิตจริง การประเมินจึงดำเนินการควบคู่กันไปกับการเรียนการสอน

2.6.2 การประเมินตามสภาพจริงต้องประเมินอย่างหลากหลายรอบด้านและบ่อยๆ ยิ่งใกล้เคียงกับสภาพจริงเท่าไรก็จะค้นพบข้อบกพร่องของนักเรียนได้มากและตรงยิ่งขึ้นเท่านั้น

2.7 ประโยชน์ของการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามสภาพจริง

2.7.1 เพื่อปรับปรุงความก้าวหน้าทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อครูผู้สอนพบข้อบกพร่อง

2.7.2 เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนตามสมรรถภาพหรือศักยภาพทางการเรียนรู้ของนักเรียน

2.7.3 เพื่อจัดโปรแกรมซ่อมเสริม ด้วยการประเมินผลตามสภาพจริงครูผู้สอนสามารถจัดการซ่อมให้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้ หรือการจัดเสริมสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์

2.7.4 เพื่อปรับปรุงและวางแผนการสอน การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นการดำเนินระหว่างการจัดการเรียนการสอน หรือระหว่างภาคเรียนอย่างต่อเนื่องจึงทำให้ครูผู้สอนใช้ข้อมูลจากการประเมินผล เพื่อปรับปรุงและพัฒนาวิธีการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนและเพื่อออกแบบการสอนและวางแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยต่อไป

2.7.5 เพื่อพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียน การประเมินผลตามสภาพจริงเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนรอบด้าน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ของนักเรียน และค้นพบปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้สามารถปรับปรุง

และพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการได้นิยามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายความหมาย สามารถสังเคราะห์สรุปนิยามได้ว่า (บังอร ภัทรโกมล. 2541: 31; สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2540: 71; อาชัญญา รัตน์อุบล. 2547: 61-79) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม สมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา ความรู้ความเข้าใจ ซึ่งความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียน การสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัยและจิตพิสัย

3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ของสมรรถภาพของสมอง ซึ่งเป็นผลจากการได้รับการฝึกฝนอบรมในช่วงที่ผ่านมาและการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาดังนี้ (ไพศาล หวังพานิช. 2523: 137)

3.2.1 การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความสามารถในการปฏิบัติ หรือทักษะของนักเรียน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน ได้แสดงความสามารถจากการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ (Performance Test)

3.2.2 การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาซึ่งเน้น ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้ โดยใช้ข้อสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test)

3.3 ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักวิชาการได้นิยามแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้หลายความหมาย สามารถสังเคราะห์สรุปนิยามได้ว่า (บุญชม ศรีสะอาด. 2545: 53; เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2540: 14; สมนึก ภัททิยธนี. 2546: 73) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอน อาจจำแนกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์มีคะแนนเกณฑ์ สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้มีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นสิ่งสำคัญของข้อคำถามในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุม หลักสูตรจึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนก ผู้สอบตามความเก่ง อ่อนได้ดีเป็นหัวใจสำคัญของข้อคำถามในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัย คะแนนมาตรฐาน ซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึง ความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในรูปแบบปรนัย ได้สร้างตามลำดับขั้น ของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูมที่ปรับปรุงใหม่ 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ (ชวลิต ชูกำแพง. 2549: ออนไลน์. วิทวัฒน์ ชัตติยะมาน และ นครศิริ ปิยะพิมลศิลป์. 2549: ออนไลน์; Northern Illinois University. 2009: ออนไลน์)

1. จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุนุ บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้
2. เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่าง สรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ ประยุกต์ใช้ แก้ไขปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้
4. วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียน สามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้
5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจาร์ณ ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้

ในการประเมินด้านพุทธิพิสัย เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางจุดมุ่งหมายของบลูมที่ปรับเปลี่ยนเกี่ยวกับลักษณะของพฤติกรรมที่ปรากฏเป็นผลผลิตจากการมีความรู้ความเข้าใจในสาระ ที่ต้องการจัดการเรียนรู้ จึงมีคำสำคัญเกี่ยวกับการประเมินพฤติกรรมและผลผลิต ดังนี้

ตาราง 5 คำสำคัญและพฤติกรรมของกระบวนการทางปัญญาทั้ง 6 ขั้น

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
1. จำ (Remembering) ความรู้ที่มีอยู่ในความจำ การรับรู้ของข้อมูลที่ เฉพาะเจาะจง	- ระบุนุ - การตั้งชื่อ - ตระหนักถึง	- สามารถเล่าเหตุการณ์หรือเรื่องราวได้ - เขียนรายการข้อมูลที่อยู่ในความทรงจำได้ - บอกคำคำนิยาม

ตาราง 5 (ต่อ)

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
2. เข้าใจ (Understanding) การแปลความหมาย ความเข้าใจในการระบุข้อมูล	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบาย - นำเสนอ - แปล - ถอดความ - การจำแนก - เปรียบเทียบ - การอนุมาน - การตีความ - ลงความเห็น - สรุป 	<ul style="list-style-type: none"> - แสดงความคิดหลักของข้อความ - แสดงภาพประกอบความหมายของสิ่งต่างๆ - เล่าเรื่องราวจากกลุ่มคำที่กำหนดให้ - เขียนสรุปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น - ใช้ตัวอย่างที่กำหนดให้แล้วสรุปอ้างอิงไปยังหลักการหรือทฤษฎี
3. ประยุกต์ใช้ (Applying) การนำไปใช้ และประยุกต์ใช้ความรู้	<ul style="list-style-type: none"> - ดำเนินการให้สำเร็จ 	<ul style="list-style-type: none"> - เขียนสรุปรายงานประจำเดือน - เขียนเอกสารเกี่ยวกับหัวข้อที่น่าสนใจ
4. วิเคราะห์ (Analysing) การบอกความแตกต่าง และเปรียบเทียบความแตกต่างของส่วนต่าง ๆ ของสิ่งที่กำหนด	<ul style="list-style-type: none"> - จำแนก - บอกความแตกต่าง - คัดเลือก - จุดเน้น - เปรียบเทียบ - การบูรณาการงาน - สรุปความ - หาสิ่งเหมือน 	<ul style="list-style-type: none"> - บอกความแตกต่างระหว่างของสองสิ่งขึ้นไป - สร้างตารางนำเสนอข้อมูล - เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของหลายสิ่ง - งานเขียน

ตาราง 5 (ต่อ)

กระบวนการทางปัญญา	คำสำคัญ	พฤติกรรมและผลผลิต
5. ประเมินค่า (Evaluating) ตรวจสอบ ค้นหาความไม่สอดคล้องหรือความขัดแย้งภายในกระบวนการหรือผลผลิต วิจาร์ณ ค้นหาความเหมาะสมของกระบวนการที่มีปัญหา การตัดสินใจคุณค่าของความคิด	- ค้นหา - ทดสอบ - ตัดสิน - การตรวจสอบ - ตั้งสมมติฐาน	- เขียนข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง - ตัดสินวิธีการ 2 วิธีว่าวิธีไหนช่วยแก้ปัญหาได้ดีที่สุด
6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) การวางแผน (Planning) และร่วมกันวางความคิดหรือองค์ประกอบในการพัฒนาความคิดเดิม	- สมมติฐาน - ออกแบบ - ก่อตั้ง - สร้าง - การวางแผน	- จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างไร - ออกแบบสร้างบ้านในฝัน - เขียนบทละครหรือเรื่องราว - นำเสนอแนวคิดใหม่ ๆ - ประดิษฐ์ชิ้นงานที่สนใจ

จากตาราง 5 สรุปได้ว่าในกระบวนการประเมินด้านพุทธิพิสัย เกี่ยวกับพฤติกรรมที่แสดงออกว่าเป็นกระบวนการทางปัญญาในแต่ละด้าน ดังนั้น การสร้างเครื่องมือในการประเมินดังกล่าว เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ในรูปแบบตามลำดับขั้นทั้ง 6 ชั้นของบลูม

4. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4.1 ความหมายของการคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหาตามที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้สามารถสังเคราะห์และสรุปความได้ว่า (จิราภา เต็งไตรรัตน์. 2543: 7; สมบัติ การจนารักพงศ์. 2545: 8; สุวิทย์ มูลคำ. 2549: 15) การคิดแก้ปัญหา หมายถึง กระบวนการหรือวิธีดำเนินการที่ซับซ้อนซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องหาวิธีการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ โดยอาศัยสติปัญญา ทักษะการคิด

แบบวิเคราะห์ ความรู้และความเข้าใจในสถานการณ์ ความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมและตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ เพื่อจะได้ความรู้หรือแนวทางใหม่ๆ ในการบรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

4.2 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ตามที่นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้สามารถสังเคราะห์และสรุปความได้ว่า (กรมวิชาการ. 2534: 2; อารี พันธุ์มณี. 2545: 6; อารี รังสินันท์. 2528: 5) ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่หรือจากการคิดแก้ปัญหา จากการมองเห็นสัมพันธ์เชื่อมโยงของสิ่งต่างๆ โดยมีสิ่งเร้าและประสบการณ์เดิมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่แล้วแปลความคิดออกมาเป็นผลผลิตหรือผลงานจากความคิด

4.3 ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

นักวิชาการได้นิยามความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้หลายความหมาย สามารถสังเคราะห์และสรุปความได้ว่า (ยูดา รักษาไทย และชนิกานต์ มาณะศิริานนท์. 2542: 8; Crabbe, A. B. 1989: 27-29; Robert C. B. 1992: 436-437; Lundssteen, S. W. 1986: 23) การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้จินตนาการ แนวคิดที่แปลกใหม่ รวมทั้งข้อเท็จจริงที่มีอยู่ โดยคิดอย่างเป็นกระบวนการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลงานที่มีความแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

4.4 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้หลายรูปแบบ สามารถสังเคราะห์และสรุปความได้ว่า (กรมวิชาการ. 2534: 9-10; วิชัย วงษ์ใหญ่. 2541: 23-25; อารี พันธุ์มณี. 2540: 33-39; อารี รังสินันท์. 2532: 29; อ้างอิงจาก Guilford, et.al. 1971: 143) ประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ใช้ความคิดธรรมดา โดยการนำความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม
2. ความคล่องในความคิด (Fluency) เป็นการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน แบ่งเป็น 3 ประเภท
 - 2.1 ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ
 - 2.2 ความคล่องแคล่วทางการโยนสัมพันธ์ โดยคิดหาคำตอบที่เหมือนกันคล้ายคลึงกันมากที่สุดตามเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก

3. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดขึ้นหลายๆด้าน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. ความคิดละเอียดละออ (Elaboration) เป็นความคิดที่ขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายที่สมบูรณ์และขยายความคิดในครั้งแรกให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นซึ่งจัดเป็นความคิดที่มีความสำคัญต่อสร้างผลงานที่มีความแปลก

4.5 กระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ทอร์เรนซ์ กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอน เป็นกระบวนการที่ไวต่อความรู้สึกของปัญหาหรือสิ่งที่ขาดหายไปและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ใหม่จากความรู้และประสบการณ์เดิม เพื่อมองหาแนวทางการแก้ปัญหา ด้วยการตั้งสมมติฐาน และสุดท้ายจะเป็นการแจ้งผลที่ค้นพบ ซึ่งเป็นกระบวนการการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ (ทอร์เรนซ์ เรียกว่า Creative Problem Solving) สามารถแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้ดังนี้ (อารี รังสินันท์. 2530: 3-4; อ้างอิงจาก Torrance. 1965)

1. การพบความจริง (Fact - finding) ขั้นนี้จะเกิดความรู้สึกกังวล มีความสับสนจากปัญหาที่เกิดขึ้น จึงค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่อยู่ในสถานการณ์ของปัญหา
2. การค้นพบปัญหา (Problem - finding) พิจารณาสິงที่เกิดขึ้นและเข้าใจว่าเกิดอะไรขึ้น โดยระบุปัญหาที่แท้จริง
3. การตั้งสมมติฐาน (Idea - finding) การใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการหาวิธีแก้ปัญหาพยายามตั้งสมมติฐานและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อใช้ทดสอบสมมติฐาน
4. การค้นพบคำตอบ (Solution - finding) พบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานร่วมกับพิจารณาหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา
5. การยอมรับผลจากการค้นคว้า (Acceptance - finding) ยอมรับคำตอบจากการแก้ปัญหาที่ได้ ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วและการค้นพบการแก้ปัญหาที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่อไป

4.6 หลักการในการส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

หลักการในการส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สามารถสังเคราะห์และสรุปความได้ว่า (อารี พันธุ์มี. 2545: 89; อารี รังสินันท์. 2528: 66-67)

1. ความรู้สึกปลอดภัยทางจิต ต้องสร้างจากกระบวนการที่สัมพันธ์กัน 3 ประเภท คือ ยอมรับในคุณค่าของบุคคล ต้องสร้างบรรยากาศที่ไม่มีการวัดและประเมินผลจากภายนอกและความเข้าใจความรู้สึก

2. ความเป็นอิสระทางจิต เป็นการให้อิสระภาพทางความคิด จะเป็นการส่งเสริมการแสดงออก

3. การส่งเสริมการถามและให้ความสนใจกับคำถามแปลกๆ

4. กระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมให้ใช้จินตนาการของตนเองและยกย่องชมเชย

4.7 ลักษณะกิจกรรมของการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ทอแรนซ์ (อาร์ี รังสินันท์. 2530: 9-13; อ้างอิงจาก Torrance. 1965) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะพื้นฐานของกิจกรรม ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สรุปได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

ลักษณะที่ 1 ความไม่สมบูรณ์ การเปิดใจกว้าง (Incompleteness Openness)

ความไม่สมบูรณ์ เป็นการเปิดรับประสบการณ์ เป็นลักษณะพื้นฐานอันดับแรกในกระบวนการเรียนรู้และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อนักเรียนรู้สึกว่างงานที่ตนเองทำนั้นยังไม่สมบูรณ์ ยังมีข้อบกพร่องบางประการจะทำให้นักเรียนคิดที่จะค้นคว้า พยายามทำให้สมบูรณ์ ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้มีการสร้างสรรค์งานขึ้นมา กลวิธีการสอนที่จะส่งเสริมให้เกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยความไม่สมบูรณ์เป็นแรงจูงใจ สรุปได้ดังนี้

ตาราง 6 กลวิธีการสอนที่ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยอาศัยความไม่สมบูรณ์

ช่วงเวลา	กลวิธี
1. ก่อนเริ่มบทเรียน	<ol style="list-style-type: none"> 1. เผชิญกับสิ่งที่คลุมเครือ ไม่ชัดเจนและไม่แน่นอน 2. การคาดการณ์ล่วงหน้า 3. ทำสิ่งที่คุ้นเคยให้ดูแปลก โดยใช้การอุปมาอุปมัย 4. การพิจารณาสิ่งหนึ่งสิ่งในหลายแง่มุม เช่น กายภาพ ความรู้สึก 5. การใช้คำถามที่ทำทนาย กระตุ้นให้คิดหาคำตอบ 6. พยากรณ์ ทำนาย จากข้อมูลที่จำกัด 7. วางโครงสร้างของงานหรือทิศทางของงาน 8. ส่งเสริมให้นักเรียนอยากรู้อื่นที่แตกต่างจากที่เรียนรู้แล้ว
2. ระหว่างจัดกิจกรรม	<ol style="list-style-type: none"> 1. การคาดการณ์ล่วงหน้า 2. ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ 3. สำรวจสิ่งที่ขาด หาดนทางที่เป็นไปได้ และคิดไตร่ตรอง 4. ใช้คำถามปลายเปิด

ตาราง 6 (ต่อ)

ช่วงเวลา	กลวิธี
	5. ทำสิ่งแปลกๆเพิ่มมากขึ้น และใช้อย่างรอบคอบ 6. ส่งเสริมการมองเห็นเหตุการณ์ สถานที่ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ
3. หลังจบบทเรียน	1. คิดหาคำตอบที่สร้างสรรค์ หาวิธีที่ดีกว่า 2. ค้นคว้าให้ลึกไปอีก และมองให้ไกลนอกจากสิ่งที่ปรากฏ 3. ขยายหรือตกแต่งความคิด ต่อยอดความคิด 4. ตั้งสมมติฐานหลายๆ อย่างเพื่อให้มีทางเลือก 5. จัดรูปแบบหรือความคิดรวบยอดที่ได้รับมาใหม่

ลักษณะที่ 2 การสร้างหรือผลิตบางสิ่งบางอย่างขึ้นมารวมทั้งการใช้ให้เป็นประโยชน์
(Producing something and Using it)

ให้นักเรียนได้สร้างชิ้นงานบางอย่างขึ้นมาด้วยตนเอง ต่อจากนั้นใช้ชิ้นงานนั้น
ให้เกิดประโยชน์ ซึ่งสรุปได้ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

ขั้นที่ 1 นักเรียนจะได้รับอนุญาตให้ทำกิจกรรมร่วมกันเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อสร้าง
ความคิดขึ้น

ขั้นที่ 2 นักเรียนแต่ละคนคิดให้ลึกซึ่งด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นจากการที่เขาคิดไว้ในขั้นที่ 2

ลักษณะที่ 3 การใช้คำถามของเด็ก (Using Pupil question)

ความอยากรู้และความสงสัยของเด็กทำให้เกิดปัญหาหรือคำถามขึ้นมากมาย และ
ส่วนมากคำถามของผู้สอนนั้นมักเป็นคำถามที่ผู้สอนไม่ต้องการคำตอบเพราะจะรู้คำตอบอยู่
แล้ว คำถามที่ดีควรเป็นคำถามใหม่ๆ และมีการร่วมกันคิดคำตอบร่วมกันระหว่างผู้สอนกับนักเรียน

การพัฒนาทักษะการตั้งคำถาม คือความสามารถที่ครูผู้สอนจะยอมรับคำถามที่นักเรียน
ถามและควรให้รางวัลแก่นักเรียน รางวัลที่สำคัญคือให้นักเรียนได้คิดค้นและค้นพบคำตอบได้ด้วย
ตนเอง ผู้สอนควรมีเทคนิควิธีการในการส่งเสริมบรรยากาศในการตั้งคำถามหรือปัญหาและ
การค้นหาคำตอบให้น่าสนใจยิ่งขึ้น

4.8 การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

การวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในงานวิจัยนี้ วัดจาก
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามสถานการณ์สมมติที่กำหนดให้ ที่มีการให้

คะแนนจาก 3 องค์ประกอบคือ ความคิดริเริ่ม ความคล่องในความคิด และความยืดหยุ่นในการคิด โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อาศัยหลักการให้คะแนนด้วยเกณฑ์รูบรีค

การประเมินแบบรูบรีค (Rubrics)

แนวคิดของการสร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูบรีค มีดังนี้

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543: 75-84) กล่าวว่า รูบรีค หมายถึง กฎหรือกติกา ที่เป็นเครื่องมือให้คะแนนที่โดยการระบุเกณฑ์แยกแยะระดับต่าง ๆ เพื่อประเมินชิ้นงานและคุณภาพของความสำเร็จในการเรียนหรือการปฏิบัติของนักเรียนตั้งแต่ดีมากไปจนถึงต้องปรับปรุงแก้ไข

จุดประสงค์ของการสร้างรูบรีค

1. เพื่อประเมินกระบวนการ เช่น การเรียนรู้เป็นทีมในการสร้างกลยุทธ์การสัมภาษณ์
2. เพื่อประเมินผลผลิต เช่น ประเมินแฟ้มสะสมงาน รายงาน นิทรรศการ และผลงานทางศิลปะ เป็นต้น
3. เพื่อประเมินผลการปฏิบัติ เช่น การประเมินการนำเสนอปากเปล่า การสาธิต และการอภิปราย

การสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบรีค

1. ขึ้นเห็นรูปแบบต่าง ๆ โดยให้นักเรียนเห็นตัวอย่างชิ้นงานที่หลากหลาย ทั้งดีและไม่ดีแล้วช่วยกันระบุคุณลักษณะที่ทำให้ชิ้นงานดีและไม่ดี
2. ขึ้นระบุรายการที่เป็นเกณฑ์ โดยให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายชิ้นงาน แล้วนำความเห็นมาสรุปเป็นเกณฑ์ว่าชิ้นงานที่ดีเป็นอย่างไร
3. ขึ้นระบุระดับของคุณภาพ โดยให้นักเรียนบรรยายลักษณะของชิ้นงานที่มี คุณภาพต่ำสุด ปานกลาง และสูงสุด
4. ขึ้นฝึกใช้เกณฑ์ โดยให้นักเรียนฝึกใช้รูบรีคที่สร้างขึ้นประเมินชิ้นงานจาก ข้อที่ 1

5. ขึ้นประเมินตนเองและเพื่อน โดยให้นักเรียนผลิตชิ้นงานขณะทำงานให้หยุดการปฏิบัติแล้วประเมินงานทั้งของตนเองและประเมินงานของเพื่อน
6. ขึ้นแก้ไขปรับปรุง โดยให้นักเรียนแก้ไข ปรับปรุงชิ้นงานจากข้อเสนอแนะของเพื่อน

7. ขึ้นนำมาใช้ในการประเมินงานของนักเรียน

รูปแบบของเกณฑ์การประเมินแบบรูบรีค

กระทรวงศึกษาธิการ (2546: 17) ได้จำแนกเกณฑ์การประเมินผลแบบรูบรีคเป็น

2 ประเภท

1. เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic Rubric) คือ แนวทางการให้คะแนน โดยพิจารณาภาพรวมจากชิ้นงาน ซึ่งมีคำอธิบายลักษณะของงานในแต่ละระดับไว้อย่างชัดเจน เช่น เกณฑ์การประเมิน 3 ระดับ คือ ผ่าน พอใช้ และปรับปรุงการเขียนคำบรรยายลักษณะงานโดยยึด เกณฑ์สูงกว่าค่าเฉลี่ยและต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและเขียนบรรยายลักษณะของงานในแต่ละระดับค่าเฉลี่ย เหมาะกับการประเมินงานเขียน

2. เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) คือ แนวทางการให้คะแนนโดยพิจารณาแต่ละงาน ซึ่งแต่ละส่วนมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนในลักษณะนิยามหรือคำอธิบายลักษณะของงานในส่วนของระดับไว้อย่างชัดเจน เช่น เกณฑ์การประเมินทักษะการเขียนแบ่งเป็นด้านเนื้อหาและการใช้ภาษา ในแต่ละด้านจะให้คะแนน 3 ระดับ คือ ผ่าน พอใช้ และปรับปรุง เป็นต้น ซึ่งเหมาะกับการประเมินการปฏิบัติ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้เลือกใช้เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม (Holistic Rubric) ในการประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3 ด้าน คือความคิดริเริ่ม ความคล่องในความคิด ความยืดหยุ่นในการคิด และโดยพิจารณาจากคะแนนของนักเรียน จากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทั้งในประเทศและต่างประเทศมีดังนี้

กัญญารัตน์ โคจร (2554: 113-115) ได้ศึกษา การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดสร้างสรรค์เชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้กับห้องเรียนที่นักเรียนมีระดับความรู้พื้นฐานที่แตกต่างกันได้

คิม ซอง ฮา (Kim, Sung Ha. 2003: Online) ได้พัฒนาการสอนรูปแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ฮอว์โมนพืช ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การพัฒนากระบวนการพิจารณาการค้นพบ จากการวิเคราะห์ฮอว์โมนพืช 4 ชนิด ได้ศึกษากับกลุ่มทดลอง ผลการศึกษาพบว่า หลังจากได้เรียนรูปแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถปรับตัวมีความคล่องแคล่วในการคิด ความคิดริเริ่มและทักษะเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

จิราภรณ์ เป็นวงศ์ (2546: 45-47) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน

โรงเรียนทางดงรัฐราษฎร์อุปถัมภ์ ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาวินี บุญธิมา (2553: 70-72) ได้ศึกษา การจัดกิจกรรมแนะแนวด้วยเทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 49 คน โรงเรียนสันป่าตองวิทยาคม ผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังเข้าร่วมการจัดกิจกรรมแนะแนวด้วยเทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ ในด้านความคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มาราวิกเลีย และควาสนี (Maraviglia, R.L. ; & Kvashny, A. 2006: Online) ได้ศึกษาผลของการใช้วิธีสอนแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ส่งผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จากการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ หลังจากได้ใช้วิธีสอนแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ที่เพิ่มสูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจในกระบวนการเรียนการสอน

ยุพิน มงคลไพ (2550: 102-106) ได้ศึกษา ผลการสอนโดยให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน โรงเรียนวัดบางแก้ว ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วู้ด คอริน (Wood, Colin. 2006: 21-30) ได้พัฒนาสื่อการสอนและการเรียนรู้รูปแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ ได้ศึกษากับกลุ่มทดลองในลักษณะการติดตามผลการวิจัยหลังจากการสอนแล้ว 6 เดือน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีการพัฒนาดีขึ้น ซึ่งให้เห็นว่า การสอนในรูปแบบการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นรูปแบบการสอนที่มีความคงทนต่อผลของการคิดสร้างสรรค์

จากการประมวลผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นวิธีการของการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น การที่นักเรียนจะเกิดทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้นขึ้นอยู่กับครูผู้สอนที่จะใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมและหลากหลายเพื่อส่งเสริมและพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

5. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของเจตคติ

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติสามารถสังเคราะห์และสรุปได้ดังนี้ (ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2543: 208; สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 20; สุรางค์ โค้วตระกูล. 2533: 12-46) เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือความคิดเห็นของบุคคล ซึ่งพร้อมที่จะมีพฤติกรรมที่แสดงออกตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ด้วยความรู้สึกที่ในทางบวก คือการแสดงออกในลักษณะพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ หรือสนับสนุน ต่อสิ่งนั้นๆ ทางลบ คือลักษณะในทางที่ไม่พึงพอใจ ไม่ชอบ ไม่เห็นด้วย ต่อสิ่งนั้นๆ และเป็นกลาง คือไม่มีความรู้สึกใด ๆ ต่อสิ่งนั้น

5.2 ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สามารถสังเคราะห์และสรุปได้ดังนี้ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2543: 11; สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2543: 20; สุนทรักษ์ วงษ์คำชา. 2544: 12; สรศักดิ์ แพรดำ. 2544: 20; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). 2546: 136; วรณทิพา รอดแรงคำ และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2542: 6-7) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดที่บุคคลนั้นจะแสดงการแสดงผลพฤติกรรมออกทางด้านจิตใจที่เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้และการปฏิบัติแบบนักวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การเป็นคนมีเหตุผล มีความอยากรู้อยากเห็น มีความซื่อสัตย์ในการคิดและปฏิบัติ มีความเพียรพยายามมาเนในการทำงาน มีความละเอียดรอบคอบก่อนการตัดสินใจ มีใจกว้างและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับในการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ เพื่อนำไปสู่การทำงานที่มีประสิทธิภาพและนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

5.3 ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความสำคัญของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้ (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2543: 13; พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตโต). 2536: 202; Gauld. 1992: 111-121) “เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญของนักวิทยาศาสตร์ และบุคคลทั่วไปที่เรียนวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่ช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด และยังเป็นลักษณะของบุคคลที่ทุกคนจะต้องมีและนำไปใช้ในการดำรงชีวิตซึ่งเกิดประโยชน์โดยแท้จริง ส่งผลต่อการมีเจตคติที่ดีต่อไป”

5.4 ชนิดของเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์ (2543: 20-22) ได้กล่าวไว้ว่า ชนิดของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

5.4.1 เจตคติด้านอารมณ์และความรู้สึก (Emotional Attitude) คือ เจตคติที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้สึกพึงพอใจ ซึ่งชอบ ซึ่งนำไปสู่พฤติกรรมทางบวกที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เจตคติด้านอารมณ์และความรู้สึก ได้แก่ ความกระตือรือร้น ความมีเสรีภาพ ความอดทน พากเพียร พยายาม ทศนคติทางบวกต่อความล้มเหลวหรือความผิดพลาด ความมีใจกว้าง รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งเจตคติที่กล่าวมาจะเป็นพื้นฐานในการสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จและการทำงานด้านวิทยาศาสตร์

5.4.2 เจตคติทางด้านปัญญา (Intellectual Attitude) คือ เจตคติที่อยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาความคิดเชิงเหตุผล ที่เกิดขึ้นพร้อมๆ กัน หรือขณะเดียวกับที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการค้นพบหรือสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางด้านปัญญา ได้แก่ ความปรารถนาที่จะได้แหล่งของสารสนเทศที่น่าเชื่อถือ ความสงสัยไม่รู้ การหลีกเลี่ยงที่จะสรุป นอกเหนือหลักฐานที่มีอยู่ ตรวจสอบหลักฐานและข้อมูลในการสรุปผลการศึกษา การปฏิเสธเรื่องที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ การเปิดรับการเปลี่ยนแปลงความคิดเมื่อหลักฐานเปลี่ยน

5.5 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จะช่วยแสวงหาความรู้ได้เป็นอย่างดี นักวิชาการหลายท่านได้รวบรวมลักษณะและพฤติกรรมของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ดังนี้

โบโนสกี, เดียเตอร์ริส, วาเรย์ และ เซอร์แรท (ประมวล คิริพันธ์แก้ว, ออนไลน์; อ้างอิงจาก The Kansas School Naturalist. 1989 (Vol.35)) กล่าวว่า หัวใจของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากทำให้นักเรียนเข้าใจและสรุปองค์ความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ได้พัฒนาการคิดระดับสูง สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กับชีวิตจริงได้แล้ว ยังต้องทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ดังนี้

1. ชอบทำการทดลองหรือสำรวจตรวจสอบ (Empiricism) นักวิทยาศาสตร์ชอบค้นหาให้พบความจริง
2. ตกลงใจอย่างมีเหตุผล (Determinism) ทุกสิ่งทุกอย่างมีเหตุผล
3. เชื่อว่าทุกปัญหามีคำตอบ (A belief that problems have solutions) ปัญหาหลักทั้งหลายได้รับการแก้ไขมาแล้วในอดีต ล้วนแต่มีสาเหตุที่แท้จริง และสามารถแก้ไขได้ แม้บางทีจะไม่ใช่วางง่าย แต่ก็เป็นไปได้
4. แสวงหาสิ่งที่ง่าย (Parsimony) ชอบสิ่งที่ง่ายมากกว่าสิ่งที่ซับซ้อน เช่น เมื่อมีคำอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์โดยกล่าวถึง 2 ระบบคือ ระบบซับซ้อนที่ยึดว่าโลกเป็นศูนย์กลางของวงโคจร และระบบอย่างง่ายที่ถือว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของวงโคจร เราจะเลือกคำอธิบายที่ง่าย

5. การปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific manipulation) ความคิดใดๆ แม้ว่าจะเป็นเรื่องง่าย ๆ และสอดคล้องกับผลที่สังเกตได้จะต้องสามารถยืนยันได้โดยการปฏิบัติ เพื่อให้เห็นว่าไม่ใช่ความบังเอิญที่เกิดขึ้นด้วยสาเหตุอื่นๆ

6. ช่างสงสัย (Skepticism) ข้อความเกือบทั้งหมดถือเป็นสมมติฐานที่ต้องพิสูจน์

7. ความแม่นยำ (Precision) นักวิทยาศาสตร์จะไม่อดทนต่อข้อความที่หละหลวม

8. ยอมรับกระบวนทัศน์ (Respect for paradigms) ความเข้าใจในภาพรวมเกี่ยวกับโลกแห่งความเป็นจริง

9. ยอมรับพลังของโครงสร้างเชิงทฤษฎี (A respect for power of theoretical structure) Diederich กล่าวว่านักวิทยาศาสตร์มักจะไม่เห็นด้วยกับทัศนคติที่ว่า “มันเป็นจริงในเชิงทฤษฎีแต่มันไม่เป็นจริงในทางปฏิบัติ” ทฤษฎีจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อมันเป็นไปได้ในทางปฏิบัติเท่านั้น

10. เต็มใจที่จะเปลี่ยนความคิดเห็น (Willing to change opinion)

11. เคารพต่อความจริง (Royalty to reality)

12. ไม่เชื่อในไสยศาสตร์หรืออำนาจลึกลับ และเห็นชอบคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์อย่างอัตโนมัติ (Aversion to superstition and automatic preference for scientific explanation)

13. กระหายความรู้ ซึ่งเป็นแรงขับเคลื่อนทางปัญญา (A thirst for knowledge, an intellectual drive) Diederich ให้ข้อคิดไว้ว่านักวิทยาศาสตร์ยินดีจะมีชีวิตอยู่กับความไม่สมบูรณ์มากกว่า “การที่จะเป็นผู้เติมเต็มช่องว่างด้วยคำอธิบายที่ไม่มีหลักฐาน”

14. ชะลอการตัดสินใจ (Suspended judgment) ไม่แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นปัญหาที่ได้รับมอบหมาย จนกว่าจะได้สำรวจตรวจสอบแล้ว

15. ความตระหนักในเงื่อนไข (Awareness of assumptions)

16. ความสามารถในการแยกแยะแก่นทัศน์พื้นฐานออกจากสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่สำคัญ (Ability to separate fundamental concepts from irrelevant or unimportant)

17. ยอมรับข้อมูลเชิงปริมาณ และซาบซึ้งในคณิตศาสตร์ในฐานะที่เป็นภาษาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ (Respect for quantification and appreciation of mathematics as a language of science)

18. ความซาบซึ้งในความน่าจะเป็นและสถิติ (An appreciation of probability and statistics) คนที่มีประสบการณ์น้อยทางสถิติจะมีความยากลำบากในการเข้าใจแก่นทัศน์ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยบังเอิญ

19. เข้าใจว่าความรู้ทั้งหมดมีข้อจำกัดในด้านความคงทน (An understanding that all knowledge has tolerance limits)

20. การยอมรับข้อจำกัดของมนุษย์ (Empathy for the human condition)

ภพ เลหาไพบูลย์. (2542: 4-5) ได้เสนอพฤติกรรมของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น ต้องมีความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ เพื่อแสวงหาคำตอบที่มีเหตุผลในปัญหาต่าง ๆ จะมีความยินดีมากที่ได้ค้นพบความรู้ใหม่
2. ความเพียรพยายาม ต้องมีความเพียรพยายาม ไม่ท้อถอยเมื่อมีอุปสรรค หรือมีความล้มเหลวในการทดลอง มีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้ เมื่อคำตอบที่ไม่ถูกต้อง ก็จะต้องหาแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่และความล้มเหลวที่เกิดขึ้นนั้นก็ถือว่าเป็นข้อมูลที่ต้องบันทึกไว้
3. ความมีเหตุผล ต้องเป็นผู้มีเหตุผล ยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ หากความสัมพันธ์ของเหตุและผลที่เกิดขึ้น ตรวจสอบความถูกต้อง สมเหตุสมผลของแนวคิดต่าง ๆ กับแหล่งข้อมูลเชื่อถือได้ แสวงหาหลักฐานและข้อมูลจากการสังเกตหรือการทดลอง มีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอเสมอจนจะสรุปผล เห็นคุณค่าในการสรุปผล เห็นคุณค่าในการใช้เหตุผล
4. ความซื่อสัตย์ ต้องเป็นผู้มีความซื่อสัตย์ บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง ด้วยความละเอียดถูกต้อง ผู้อื่นสามารถตรวจสอบได้ในภายหลัง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลด้วยความเป็นจริง
5. ความมีระเบียบรอบคอบ ต้องเห็นคุณค่าของความมีระเบียบรอบคอบว่ามีประโยชน์ในการวางแผนการทำงานและจัดระบบการทำงาน นำวิธีการหลาย ๆ วิธี มาตรวจสอบผลการทดลองหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง ละเอียดถี่ถ้วนในการทำงาน มีความละเอียดรอบคอบก่อนตัดสินใจ
6. ความมีใจกว้าง ต้องเป็นผู้มีใจกว้างที่จะรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น ยอมรับการเปลี่ยนแปลง ยอมรับพิจารณาข้อมูลหรือความคิดเห็นที่ยังสรุปไม่ได้พร้อมจะหาข้อมูลเพิ่มเติม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) (2546: 136-139) ได้กำหนดคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 6 ด้าน

1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรือความอยากรู้อยากเห็น คือ ความสนใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ ความกระตือรือร้น ชอบสนทนาซักถาม การฟังและอ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม คือ ยอมรับภาระทำของตนเอง มีความพยายาม อดทนในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและทำให้สมบูรณ์ตามกำหนดเวลา
3. ความมีเหตุผล คือยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนสามารถอธิบายตามวิธีวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลและรวบรวมข้อมูลเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่าง ๆ
4. ความมีระเบียบรอบคอบ คือ เห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ

นำวิธีการหลาย ๆ วิธีมาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ในการทำงาน มีการวางแผนการทำงานและตรวจสอบความเรียบร้อย

5. ความซื่อสัตย์ คือ เสนอความเป็นจริงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น บันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงไม่ใส่ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้องและไม่แอบอ้างงานของผู้อื่น

6. มีใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คือรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นรับฟังความคิดเห็นที่ตนเองไม่เข้าใจ และพร้อมที่จะทำความเข้าใจและยอมพิจารณาข้อมูลที่ยังสรุปแน่นอน

สรศักดิ์ แพรด้า (2544: 20-21) ได้จำแนกลักษณะสำคัญของบุคคลที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 9 ประการ คือ

1. ความมีเหตุผล ที่สามารถอธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล สามารถหาความสัมพันธ์ของเหตุผลที่เกิดขึ้นมีหลักฐานข้อมูลอย่างเพียงพอและเห็นคุณค่าในการให้เหตุผล

2. ความอยากรู้อยากเห็น โดยการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง มีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่ ๆ โดยการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และตระหนักถึงความสำคัญของการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม

3. ความรับผิดชอบ สามารถปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายจนเสร็จสิ้นและตรงตามเวลา ใช้และเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์อย่างมีระบบระเบียบ ไม่ทอดทิ้งเมื่อการทำงานมีอุปสรรคหรือล้มเหลว

4. ความร่วมมือในการทำงาน ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้และอาสาในการทำงาน สละเวลาในการทำงาน และการศึกษาค้นคว้ามีความอดทน ความพยายาม และร่วมกิจกรรมด้วยความชื่นชมและมีความตั้งใจแน่วแน่ต่อการแสวงหาความรู้

5. ความใจกว้าง เป็นบุคคลที่รับฟังความคิดเห็น คำวิพากษ์วิจารณ์ หรือข้อขัดแย้ง ยอมรับความเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ ยอมรับความคิดเห็นเมื่อผู้อื่นมีเหตุผล

6. ความซื่อสัตย์ ทำรายงานหรือนำเสนอผลการทดลองหรือการศึกษาตามความเป็นจริงปฏิบัติกิจกรรมตามข้อกำหนด บันทึกข้อมูลตามความจริงและละเอียดถูกต้อง เห็นคุณค่าของการเสนอข้อมูลตามความเป็นจริง

7. ความมีระเบียบรอบคอบ ปฏิบัติตามระเบียบ ข้อตกลงหรือกติกาของกลุ่ม ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ปฏิบัติการทดลองตามคำแนะนำ ใช้วิจรณ์ญาณก่อนที่จะตัดสินใจ

8. ประหยัด การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม หาง่าย ราคาถูกใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัดหรือเท่าที่จำเป็น รู้จักการซ่อมแซมและบำรุงรักษาวัสดุอุปกรณ์

9. การสร้างสรรค์ สามารถออกแบบการทดลอง การบันทึกผลและการรายงาน การทดลองสร้างหรือจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทดแทนได้อย่างหลากหลาย ตั้งคำถาม บอกประโยชน์และคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นให้มากที่สุด

ตาราง 7 สรุปคุณลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ในแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรม	ประมวล ศิริผืนแก้ว (ออนไลน์)	ภพ เลาห์ไฟบูลย์ (พ.ศ.2542)	สสวท. (พ.ศ.2546)	สรศักดิ์ แพรดำ (พ.ศ.2544)	ผู้วิจัย
1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรือ อยากรู้อยากเห็น	✓	✓	✓	✓	✓
2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม	✓	✓	✓	✓	✓
3. ความมีเหตุผล	✓	✓	✓	✓	✓
4. ความซื่อสัตย์	✓	✓	✓	✓	✓
5. มีระเบียบและรอบคอบ		✓	✓	✓	✓
6. ความมีใจกว้าง ร่วม แสดงความคิดเห็นและรับ ฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	✓	✓	✓	✓	✓
7. การประหยัด				✓	
8. การสร้างสรรค์				✓	✓

จากการศึกษาเอกสารดังกล่าวผู้วิจัยได้เลือกใช้อัตราพฤติกรรม 7 ข้อ คือ 1. ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรืออยากรู้อยากเห็น 2. ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทนและเพียรพยายาม 3. ความมีเหตุผล 4. ความซื่อสัตย์ 5. มีระเบียบและรอบคอบ 6. ความมีใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 7. การสร้างสรรค์ ประเด็นพิจารณาของผู้วิจัย ประกอบด้วย 3 ข้อ คือ

1. ด้านการสร้างสรรค์ผู้วิจัยเลือกมาใช้ในการวัด เนื่องจากเป็นความสามารถออกแบบการทดลอง การบันทึกผลและการรายงานการทดลองสร้างหรือหลากหลาย ตั้งคำถาม บอกประโยชน์ และคาดคะเนในสิ่งที่จะเกิดขึ้นให้มากที่สุด ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. ด้านการประหยัดผู้วิจัยไม่ได้เลือกมาใช้ในการวัด เนื่องจากการประหยัดจะเน้นวัดจากการปฏิบัติการทดลอง การใช้อุปกรณ์การเลือกใช้วัสดุ การซ่อมแซมวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้การทดลองที่ใช้วัสดุอุปกรณ์มีน้อยจึงไม่ได้ทำการวัดด้านการประหยัด

3. ผู้วิจัยสร้างข้อคำถามที่สอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) โดยนำมาประยุกต์ใช้ในแบบวัด เนื่องจากมีความละเอียดและสอดคล้องกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. กำหนดแบบแผนงานวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. จัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

กำหนดประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดอัมรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 129 คน จำนวน 3 ห้องเรียน ดังนี้

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 26 คน เป็นห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 52 คน เป็นนักเรียนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เก่ง ปานกลาง และอ่อน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 51 คน เป็นนักเรียนที่มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง และอ่อน

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสตรีวัดอัมรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 52 คน โดยมีเหตุผล ดังนี้

1. โรงเรียนสตรีวัดอัมรินทร์ได้รับนโยบายโครงการพัฒนาธรรมวิจัยจากคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ ดังนั้นคณะผู้บริหารและคณะครูผู้สอนจึงสนับสนุนและเห็นความสำคัญของการทำวิจัย
2. เป็นโรงเรียนที่มีแหล่งสืบค้นข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 เป็นนักเรียนในแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ต้องเรียนวิชาเคมี เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 เป็นห้องเรียนที่มีทั้งเด็กกลุ่มเก่ง กลาง และอ่อน

กำหนดแบบแผนงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการทดลอง One-Group Pretest Posttest Design ดังนี้

กลุ่ม	ทดสอบก่อน	วิธีสอน	ทดสอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂
เมื่อ	E แทน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	
	X แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE	
	T ₁ แทน	คะแนนการทดสอบก่อนเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	
	T ₂ แทน	คะแนนการทดสอบหลังเรียน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์	

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ขั้นเตรียมการ

1.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร เพื่อกำหนดคำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้

1.1.2 กำหนดเนื้อหาและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ตาราง 8 แนวทางการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ 10 แผน

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อเรื่อง	แนวทางการจัดการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	อุตสาหกรรมแร่ทองแดง แร่สังกะสีและแคดเมียม แร่ดีบุก แร่โคลัมไบต์ และแร่แทนทาลัม	แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย	3
2	อุตสาหกรรมแร่สังสเทิน แร่พลวง แร่เซอร์คอน		2
3	ผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์		1
4	อุตสาหกรรมเซรามิกซ์ (ขั้นตอนการทำ)	แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย	2
5	อุตสาหกรรมแร่รัตนชาติ		2
6	การผลิตโซดาแอช	แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย	1
7	การผลิตสารฟอกขาว		2
8	การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน		3
9	การผลิตโซเดียมคลอไรด์	แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง	3
10	อุตสาหกรรมปุ๋ย		3
รวม			22

1.2 ชั้นสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เวลา สำคัญ สำคัญ การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ การวัดและการประเมินผล และบันทึกหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียด

- 1.2.1 ชื่อเรื่อง เป็นชื่อเรื่องที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้
- 1.2.2 เวลา เป็นการกำหนดช่วงเวลาใน 1 แผนการจัดการเรียนรู้
- 1.2.3 สาระสำคัญ เป็นแก่นของเรื่อง ตรงกับเนื้อหาที่จะสอนหรือเป็นสาระที่จะต้องติดตัวนักเรียนอย่างถาวรหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องนั้น
- 1.2.4 สาระการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาและหัวข้อที่ใช้ในการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้
- 1.2.5 จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อความที่ระบุวัตถุประสงค์การสอนที่มุ่งหวังให้นักเรียนเกิดผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ ประกอบด้วย ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 1.2.6 สมรรถนะสำคัญ เป็นคุณภาพนักเรียนด้านสมรรถนะสำคัญของนักเรียน 5 ข้อ ยึดตามกรอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วย ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ว่าตรงกับสมรรถนะสำคัญข้อใด
- 1.2.7 กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้
- 1.2.8 สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นสิ่งที่ใช้ประกอบการเรียนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ใบบาง หนังสือ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น
- 1.2.9 วัสดุอุปกรณ์ วัสดุเป็นสิ่งที่ใช้แล้วสิ้นเปลือง ได้แก่ สารเคมี ส่วนอุปกรณ์ เป็นสื่อที่มีลักษณะถาวร ได้แก่ อุปกรณ์ปฏิบัติการทดลอง
- 1.2.10 การวัดและการประเมินผล เป็นการระบุเครื่องมือวัดผล สิ่งที่วัด วิธีการวัดและประเมินผล
- 1.2.11 บันทึกหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นที่สำหรับบันทึกข้อสังเกตต่างๆ ที่เกิดขึ้นขณะมีการจัดการเรียนรู้
- 1.3 ชั้นหาคคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน
- ผู้วิจัยดำเนินการหาคคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ด้วยรูปแบบ IDSPEE ตามขั้นตอนดังนี้
- 1.3.1 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ วิชาเคมี 3 คน เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัด IC (Index of Consistency) โดยตรวจอย่างอิสระเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.97 โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นอาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 10 ปี

1.3.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 10 แผน ไปทดลองใช้กับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาความเหมาะสมด้านระยะเวลา และผลกระทบ ด้านอื่นๆ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย ใช้วัดผลการเรียนรู้ พุทธิพิสัย 6 ด้าน คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ชั้นเตรียมการ

2.1.1 ผู้วิจัยเตรียมการ โดยวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จากแผนการจัดการเรียนรู้ และสร้างตารางโครงสร้างของแบบทดสอบ

2.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินผล ที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน

2.2 ชั้นสร้างแบบทดสอบปรนัย

2.2.1 สร้างแบบทดสอบปรนัย แบบเลือกตอบ มีคำตอบ 4 ตัวเลือก เกณฑ์ให้ คะแนน ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 80 ข้อ เพื่อเลือกใช้จริง 30 ข้อ

2.2.2 นำไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเหมาะสม ของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัด IC ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.80 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประกอบด้วย

2.2.2.1 อาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดผลระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 10 ปี 1 คน

2.2.2.2 อาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา ตอนปลายไม่ต่ำกว่า 10 ปี 2 คน

2.3 ชั้นตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบปรนัย

2.3.1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียน เนื้อหามาแล้วและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความยากง่ายและ อำนาจจำแนก โดยการวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 27 ของจุง เตห์ฟาน และ คัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.27-0.79 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-0.67 ไว้

2.3.2 นำข้อสอบในแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 จำนวน 50 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสูตรของครูเดอร์และริชาร์ดสัน (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.78

3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 ขั้นเตรียมการ

ผู้วิจัยเตรียมการ โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัย การวัดและการประเมินผล ที่เกี่ยวกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

3.2 ขั้นสร้างแบบวัด

3.2.1 สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จำนวน 1 สถานการณ์ ประกอบด้วย 4 ข้อ

3.2.2 สร้างเกณฑ์ให้คะแนนแบบรูปรีค กำหนดให้คุณภาพเท่ากับ 4 คะแนน 3 คะแนน 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน

3.2.3 นำแบบวัดไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัด IC ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.90 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ประกอบด้วย

3.2.3.1 อาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดผลระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 10 ปี 1 คน

3.2.3.2 อาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้อริวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไม่ต่ำกว่า 10 ปี 2 คน

3.3 ขั้นตรวจสอบคุณภาพแบบวัด

3.3.1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความยากง่ายและอำนาจจำแนก ทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิคร้อยละ 25 ของวิทนีย์และซาเบอร์ และคัดเลือกข้อคำถามที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.40-0.55 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25-0.41 ไว้

3.3.2 นำข้อคำถามที่คัดเลือกไว้ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 51 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.71

4. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 ชั้นเตรียมการ

ผู้วิจัยเตรียมการ โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัย การวัดและการประเมินผล ที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

4.2 ชั้นสร้างแบบวัด

4.2.1 สร้างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยประยุกต์พฤติกรรมเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) 7 คุณลักษณะ ได้แก่ ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ความรับผิดชอบความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม ความมีเหตุผล ความซื่อสัตย์ ความมีระเบียบและรอบคอบ ความมีใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 60 ข้อ

4.2.2 สร้างเกณฑ์ให้คะแนน กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนโดยใช้ 5 ระดับ ดังนี้

ข้อความเชิงบวก

มากที่สุด	ให้	5	คะแนน
มาก	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	2	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	1	คะแนน

ข้อความเชิงลบ

มากที่สุด	ให้	1	คะแนน
มาก	ให้	2	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
น้อย	ให้	4	คะแนน
น้อยที่สุด	ให้	5	คะแนน

การแปลความหมายของคะแนนผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ความหมายค่าเฉลี่ยของคำตอบ โดยนำมาจากแนวคิดของ บุญชม ศรีสะอาดและบุญส่ง นิลแก้ว (2535: 23-24) แปลความหมายตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

มากที่สุด	ช่วงคะแนน	4.51-5.00	คะแนน
มาก	ช่วงคะแนน	3.51-4.50	คะแนน
ปานกลาง	ช่วงคะแนน	2.51-3.50	คะแนน
น้อย	ช่วงคะแนน	1.51-2.50	คะแนน
น้อยที่สุด	ช่วงคะแนน	1.00-1.50	คะแนน

4.2.3 นำแบบวัดไปตรวจสอบความเป็นปรนัย ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตามแบบวัด IC โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.95 ประกอบด้วย

4.2.3.1 อาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านการวัดผลระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 10 ปี 1 คน

4.2.3.2 อาจารย์ที่มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้อุच्चระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไม่ต่ำกว่า 10 ปี 2 คน

4.3 ชั้นตรวจสอบคุณภาพแบบวัด

4.3.1 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 51 คน นำแบบวัดมาตรวจให้คะแนน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาอำนาจจำแนก(ค่า) โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคัดเลือกให้ได้ 30 ข้อ

4.3.2 นำแบบวัดมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน มาวิเคราะห์ความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยใช้วิธีสูตรของสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.95

ดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม เวลา 60 นาที แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เวลา 30 นาที และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เวลา 30 นาที

2. จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ให้กลุ่มตัวอย่าง เนื้อหาที่ใช้ทดลองจัดการเรียนรู้ คือ สารการเรียนรู้เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เตรียมไว้ 10 แผน ได้แก่ 1. อุตสาหกรรมแร่ทองแดง แร่สังกะสีและแคลเซียมแร่ดีบุก แร่โคลัมไบต์ และแร่แทนทาลัม 2. อุตสาหกรรมแร่ทั้งสแตน แร่พลวง แร่เซอร์คอน 3. ผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์ 4. อุตสาหกรรมเซรามิกซ์(ขั้นตอนการทำ) 5. อุตสาหกรรมแร่รัตนชาติ 6. การผลิตโซดาแอช 7. การผลิตสารฟอกขาว 8. การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน 9. การผลิตโซเดียมคลอไรด์ 10. อุตสาหกรรมปุ๋ย ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 22 ชั่วโมง ทดลองการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยผู้วิจัยเอง

3. กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากเรียนจบแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 10 แผนแล้ว ดังนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม เวลา 60 นาที แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เวลา 30 นาที และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เวลา 30 นาที

4. ผู้วิจัยตรวจและบันทึกคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

จัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543: 137) ได้แก่
 - 1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 - 1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์
2. สถิติใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
 - 2.1 ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลัง วิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for dependent samples
 - 2.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ใช้สถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ขึ้นไป และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเทียบเกณฑ์ในระดับมากขึ้นไป วิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one group

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัย นำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE
2. ผลการทดสอบสมมติฐานการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ส่วนที่ 1 ข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

การนำเสนอผลระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE แบ่งเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ตาราง 9 ปัญหา อุปสรรค และวิธีการแก้ปัญหาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ทั้ง 4 แนวทาง

แนวทางการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ ผลการวิจัย : ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ แผนที่ 1 อุตสาหกรรมแร่ทองแดง แร่สังกะสีและแคดเมียม แร่ดีบุก แร่โคลัมไบต์ และแร่แทนทาลัม จำนวน 3 ชั่วโมง แผนที่ 2 อุตสาหกรรมแร่ทังสแตน แร่พลวง แร่เซอร์คอน จำนวน 2 ชั่วโมง	การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้ -งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระที่เรียนมีมากและมีความยากง่ายต่างกัน ระหว่างจัดการเรียนรู้ -นักเรียนบางคนยังไม่มีสมาธิ สนใจในกระบวนการวิจัยและรู้สึกว่าเป็นเรื่องยากเกินไปในการทำความเข้าใจ	การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้ -เลือกงานวิจัยที่มีความยากง่ายพอเหมาะ และในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหางานวิจัยร่วมกับนักเรียนและเป็นเรื่องที่น่าสนใจก่อนเพื่อเสริมกำลังใจในการเรียน ระหว่างจัดการเรียนรู้ -ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมและการตรวจงาน และคัดเลือกนักเรียนที่ไม่สนใจในกระบวนการวิจัยมาสอนเสริมก่อนที่จะเรียนในแผนต่อไป

ตาราง 9 (ต่อ)

แนวทางการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
<p>แผนที่ 3 ผลิตกณฑ์เซรา มิกซ์ จำนวน 1 ชั่วโมง</p>	<p>ประเมินผลการเรียนรู้ -งานวิจัยที่นำมามีหลายเรื่อง จึงทำให้นักเรียนต้องอ่านข้อมูล จากงานวิจัยเพื่อนำมาใช้วัดผล การเรียนรู้ จึงทำให้ภาระงาน นักเรียนมากเกินไป ซึ่งอาจ ส่งผลต่อคะแนนของนักเรียนได้</p>	<p>ประเมินผลการเรียนรู้ -เลือกงานวิจัยเพียง 2 เรื่อง โดยระบุให้นักเรียนทราบก่อน เพื่อที่จะได้อ่านทบทวนและ ครูผู้สอนจึงทำการวัดผลการ เรียนรู้</p>
<p>แนวทางที่ 2 การจัดการ เรียนการสอนโดยศึกษา ผลการวิจัย : ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้</p> <p>แผนที่ 4 อุตสาหกรรมเซรา มิกซ์ (ขั้นตอนการทำ) จำนวน 2 ชั่วโมง</p> <p>แผนที่ 5 อุตสาหกรรมแร่ รัตนชาติ จำนวน 2 ชั่วโมง</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการ เรียนรู้</p> <p>-ครูผู้สอนผู้สอนต้องมีเวลาการ เตรียมงานวิจัยที่หลากหลาย และสืบค้นแหล่งข้อมูลที่มาของ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ สอนและเหมาะสมกับนักเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบค้น ข้อมูลของนักเรียน</p> <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้</p> <p>-การสืบค้นข้อมูลงานวิจัยที่ นักเรียนสนใจและต้องสืบค้น เองต้องใช้เวลามาก และใน กรณีสืบค้นทางอินเทอร์เน็ตมี นักเรียนบางคนที่ไม่สะดวกและ ไม่พร้อม</p> <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>-ผลการสืบค้นของนักเรียน</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <p>-ครูผู้สอนต้องใช้เวลาและ ความสำคัญของการสืบค้นหา แหล่งข้อมูลให้กับนักเรียนเพื่อ เป็นแนวทาง เช่น การหาซื้อเว็บ ไซต์ ที่รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับขอบเขตที่ต้องการให้นักเรียน ศึกษา และคอยให้คำปรึกษา นอกเวลาเรียนสำหรับนักเรียน ที่ต้องการคำปรึกษาในการสืบค้น ข้อมูล</p> <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้</p> <p>-งานแรก จะให้นักเรียนศึกษา สืบค้นเป็นคู่เพื่อที่จะช่วยเหลือ และปรึกษากันได้ งานชิ้นต่อไป จึงมอบหมายเป็นงานเดี่ยว เพื่อดูความสามารถรายบุคคล โดยครูผู้สอนชี้แนะแหล่งข้อมูล</p> <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>-ให้นักเรียนประเมินผลงาน</p>

ตาราง 9 (ต่อ)

แนวทางการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
	<p>มีความแตกต่างและหลากหลาย ทำให้เนื้อหาสาระที่ได้มาก จึงค่อนข้างยากที่จะให้ศึกษา ของเพื่อนได้ทั้งหมด</p>	<p>ของเพื่อนที่ตนเองชอบ 3 งาน และครูผู้สอนให้นักเรียนเขียนสิ่งที่ได้จากงานวิจัยของเพื่อน</p>
<p>แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย : ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้</p> <p>แผนที่ 6 การผลิตโซดาแอส จำนวน 1 ชั่วโมง</p> <p>แผนที่ 7 การผลิตสารฟอกขาว จำนวน 2 ชั่วโมง</p> <p>แผนที่ 8 การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน จำนวน 2 ชั่วโมง</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <p>-การพิจารณาเนื้อหาสาระที่เหมาะสมในการจัดการเรียนสอนที่ใช้กระบวนการวิจัย และความเหมาะสมด้านเวลา</p> <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้</p> <p>-นักเรียนบางคนไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้</p> <p>-นักเรียนบางคนยังมีปัญหาด้านการปฏิบัติการทดลองที่ยังขาดความคล่องตัว จึงส่งผลต่อเวลาที่กำหนดไว้</p> <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>-ชิ้นงานที่มอบหมายไม่เพียงพอต่อการวัดและประเมินการเกิดทักษะกระบวนการวิจัย</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <p>-ครูผู้สอนศึกษาเนื้อหาสาระทั้งหมดและเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาจัดกระบวนการวิจัยในชั้นเรียน และจัดเวลาที่เหมาะสม</p> <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้</p> <p>-ในแผนการจัดการเรียนรู้แรก ครูผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่ดี และกระตุ้นการทำงานของนักเรียนตลอดเวลาในทุกๆขั้นตอน และให้คำชี้แนะในเวลาที่นักเรียนเกิดปัญหาขณะเรียน ซึ่งในแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไปครูผู้สอนคอยดูแลและชี้แนะเพียงบางขั้นตอน</p> <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>-ครูผู้สอนต้องสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะเรียน เพื่อเป็นการประเมินตามสภาพจริงที่เกิดขึ้น และชี้แจงจุดเด่นจุดอ่อนของแต่ละกลุ่ม เพื่อปรับปรุงในครั้งต่อไปให้ดีขึ้น</p>

ตาราง 9 (ต่อ)

แนวทางการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
<p>แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง :</p> <p>ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้</p> <p>แผนที่ 9 การผลิตโซเดียมคลอไรด์ จำนวน 3 ชั่วโมง</p> <p>แผนที่ 10 อุตสาหกรรมปุ๋ย จำนวน 3 ชั่วโมง</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <p>-การพิจารณาเนื้อหาสาระที่เหมาะสมในการจัดการเรียนสอนที่นักเรียนจะทำการวิจัยได้ด้วยตนเอง โดยเน้นกระบวนการกลุ่ม และให้นักเรียนได้เปิดโอกาสทางความคิดมากขึ้น</p> <p>-ความเหมาะสมของเวลาซึ่งแนวทางนี้ต้องใช้เวลาในการศึกษามากกว่าแนวทางอื่น</p> <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้</p> <p>-การคิดประเด็นที่จะศึกษาเพื่อจะทำการวิจัยนั้น นักเรียนแต่ละคนมีความคิดแตกต่างกันในสิ่งที่ตนเองสนใจ และบางคนยังไม่สามารถคิดประเด็นที่ครูผู้สอนตั้งขอบเขตไว้ได้</p>	<p>การเตรียมก่อนการจัดการเรียนรู้</p> <p>-ครูผู้สอนต้องพิจารณาเนื้อหาสาระที่เหมาะสมที่สุดในการจัดการสอนเพื่อให้นักเรียนสามารถทำงานวิจัยได้ จึงได้เลือก การผลิตโซเดียมคลอไรด์ และอุตสาหกรรมปุ๋ย เพราะสามารถศึกษาค้นคว้าเพื่อทำการวิจัยได้หลากหลาย</p> <p>-เวลาที่ใช้ในเวลาเรียนในชั้นเรียนจะเรียนตามกระบวนการที่ครูผู้สอนจัดและตั้งหัวข้อการวิจัยร่วมกันในชั้นเรียนให้เสร็จสิ้น และใช้เวลาในห้องเรียน ออกแบบการทำงานกลุ่มร่วมกัน</p> <p>ระหว่างจัดการเรียนรู้</p> <p>-ครูผู้สอนกำหนดขอบเขตแล้วให้นักเรียนคิดหัวข้อทุกคน แล้วนำหัวข้อของแต่ละคนที่คล้ายคลึงกันจับเป็นกลุ่มเดียวกัน หากนักเรียนคนใดที่มีปัญหาด้านการคิดประเด็นที่จะศึกษา ครูผู้สอนช่วยแนะนำและกระตุ้นความคิด หรือจัดกิจกรรมกลุ่ม แลกเปลี่ยนความคิดเห็น</p>

ตาราง 9 (ต่อ)

แนวทางการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
	<p>-เวลาในการศึกษาข้อมูล ที่ค่อนข้างจำกัดและภาระงาน ของนักเรียนที่ค่อนข้างมาก ทำให้งานล่าช้า</p> <p>-การนำเสนอที่มีความ แตกต่างกันของแต่ละกลุ่ม และเวลาที่มีจำนวนจำกัดทำ ให้นำเสนอไม่ครบถ้วนและการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้น้อยลง</p> <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>-การทำงานวิจัยของนักเรียน ที่เป็นกระบวนการกลุ่มของแต่ละ กลุ่มมีความหลากหลาย โดย วัดผลจากชิ้นงานของนักเรียน และให้นักเรียนช่วยประเมิน เพื่อน แต่นักเรียนบางคนมี ความลำเอียงในการให้คะแนน เพื่อน</p>	<p>-เวลาที่ค่อนข้างจำกัดและงาน ล่าช้า แก้ไขโดยครูผู้สอน นัดนักเรียนเพื่อสอบถามการ ทำงานของนักเรียนตลอดเวลา และหากนักเรียนมีข้อสงสัย ต้องการสอบถามครูผู้สอน จะชี้แนะแนวทางให้</p> <p>-เวลาที่นำเสนอค่อนข้างจำกัด เมื่อถึงกำหนดส่งงาน ก่อน นำเสนอให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำ งานของตนเองส่งให้เพื่อนกลุ่ม อื่นศึกษาก่อนวันที่จะนำเสนอจริง</p> <p>ประเมินผลการเรียนรู้</p> <p>-การให้คะแนนโดยเพื่อนร่วมให้ คะแนนนั้น ครูผู้สอนจะไม่บอก ล่วงหน้าจะไม่ให้ประเมินทั้งห้อง แต่จะสุ่มนักเรียนที่เป็นตัวแทน เช่น ครั้งละ 5 คน</p>

2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ตาราง 10 ปัญหา อุปสรรค และวิธีการแก้ปัญหาของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 6 ขั้นตอน

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
<p>1. ก่อเกิดปัญหา (Identification)</p> <p>ระบุปัญหา คำถามที่นำไปสู่การค้นหาคำตอบ</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <p>-สถานการณ์ที่ครูผู้สอนจะกระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน บางสถานการณ์นักเรียนบางคนบอกไม่เห็นภาพ จึงส่งผลต่อการคิดประเด็นปัญหาต่อไป</p> <p>ส่งผลต่อนักเรียน</p> <p>-นักเรียนบางคนไม่สามารถคิดประเด็นปัญหาได้หรือคิดประเด็นปัญหาที่นอกขอบเขตที่กำหนด</p>	<p>-ครูผู้สอนใช้ภาพประกอบหรือวิดีโอ ที่เป็นสถานการณ์ที่จะเชื่อมโยงถึงการตั้งประเด็นปัญหา</p> <p>-ให้นักเรียนได้รู้จักการตั้งประเด็นปัญหาร่วมกันในกลุ่มก่อนแล้วนำเสนอ ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนได้ฝึกการตั้งประเด็นปัญหารายบุคคล หากเป็นการตั้งประเด็นปัญหาที่นอกขอบเขตที่เรียนครูผู้สอนต้องให้คำแนะนำและให้กำลังใจ</p>
<p>2. ออกแบบแนวทาง (Designing)</p> <p>ออกแบบการศึกษาหาความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <p>-การออกแบบแนวทางในการศึกษาหาความรู้ร่วมกัน เพราะเวลาทำงานกลุ่มนักเรียนจะมีปัญหาการจัดการบริหารงานกันภายในกลุ่ม</p> <p>ส่งผลต่อนักเรียน</p> <p>-นักเรียนบางคนไม่กล้าจะออกแนวคิดในการออกแบบการศึกษางานตามหน้าที่ตนเอง</p>	<p>-ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องมีวิธีการกระตุ้นนักเรียนที่แตกต่างกันในการทำงาน เช่น วิธีการกำหนดหน้าที่รับผิดชอบสลับบทบาทหน้าที่กันทำงาน ทำงานเป็นคู่ทีม 3 คน เป็นต้น</p> <p>-ครูผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการออกแบบการศึกษาและคาดคะเน</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
	<p>เนื่องจากกลัวการผิดพลาด และถ้าเป็นงานกลุ่มจะไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของการคาดคะเนคำตอบเพราะหากผิดแล้วกลัวเพื่อนในกลุ่มจะตำหนิ</p>	<p>คำตอบ และครูผู้สอนไม่เอาผลของการคาดคะเนคำตอบมาเป็นคะแนนหรือมาพูดอภิปรายในชั้นเรียนให้นักเรียนรู้สึกผิด แต่จะใช้คำพูดที่เน้นให้กำลังใจและช่วยแก้ไข</p>
<p>3. ค้นหาคำตอบ (Searching)</p> <p>การแสวงหาความรู้หรือดำเนินการทดสอบเพื่อให้ได้คำตอบ</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <ul style="list-style-type: none"> -ในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยาก เพราะต้องสังเกตเป็นรายบุคคลเพื่อจะได้ชี้แนะ แนะนำแนวทางการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องของนักเรียนแต่ละคน <p>ส่งผลต่อนักเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> -นักเรียนบางคนไม่ค่อยช่วยเพื่อนเวลาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม -นักเรียนบางกลุ่มค้นหาคำตอบโดยไม่เป็นไปตามที่ออกแบบแนวทางร่วมกันไว้ เพราะต้องการความรวดเร็วมากกว่าการทำงานที่เป็นระบบ 	<ul style="list-style-type: none"> -ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมและให้คะแนนเป็นภาพรวม เช่น การประเมินการทำงานกลุ่ม เป็นต้น หากเป็นงานเดี่ยว หรือทีม 3 คน ครูผู้สอนจะต้องสังเกตพฤติกรรมค่อนข้างมาก และเร่งแก้ไขพฤติกรรมนักเรียนที่มีปัญหา มากๆก่อน -ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมนักเรียนที่ไม่ชอบช่วยเพื่อนในการเรียนครั้งต่อไปครูผู้สอนให้นักเรียนปรับกลุ่มใหม่และให้นักเรียนที่ไม่ค่อยช่วยเพื่ออยู่กลุ่มเดียวกัน ซึ่งทำให้นักเรียนต้องช่วยกันทำงานเพราะถ้าไม่ทำงานจะไม่สำเร็จ -ครูผู้สอนสังเกตกลุ่มที่ไม่ทำงานตามแนวทางที่ออกแบบไว้ ครูผู้สอนให้ความคิดเห็นและแสดงความแตกต่างของผลงานที่ได้เปรียบเทียบกับงานของกลุ่มที่ทำตามแนวทางที่ออกแบบ

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
<p>4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation)</p> <p>การนำเสนอคำตอบที่ได้มาจากการศึกษาค้นคว้า การสรุปและอภิปรายร่วมกัน</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <p>-นักเรียนบางกลุ่มการนำเสนอ งานยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร</p> <p>ส่งผลต่อนักเรียน</p> <p>-นักเรียนบางคนไม่ให้ความสำคัญของการนำเสนอ งานของเพื่อน จึงทำให้ไม่สามารถสรุปกระบวนการศึกษา และผลของการศึกษาของกลุ่มอื่นได้</p>	<p>-ครูผู้สอนให้ความสำคัญของการนำเสนอ และกระตุ้นให้นักเรียนในห้องให้ความสำคัญว่าเป็นการแสดงศักยภาพของกลุ่มตนเองให้เพื่อนได้รู้ และครูผู้สอนหาวิธีการที่ให้คะแนนที่แปลกใหม่ เช่น การให้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนตัวเลข เป็นต้น</p> <p>-การอภิปรายร่วมกันเป็นการสรุปกระบวนการศึกษาและผลที่ได้ของแต่ละกลุ่ม ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนทุกกลุ่มมีส่วนร่วมในการอภิปรายร่วมกันเปิดโอกาสให้ทุกคนแสดงความคิดเห็นในขอบเขตที่เหมาะสม</p> <p>-ครูผู้สอนใช้การตั้งคำถามหลังจากเพื่อเสนองาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจฟัง และใช้วิธีการอื่นๆ เช่น การจัดสรุป การให้คะแนน และการนำเสนอโดยติดบอร์ดแทนการพูดหน้าชั้นเรียน</p>
<p>5. เสริมความรู้ (Elaboration)</p> <p>การเพิ่มเติม ขยายความรู้จากที่เรียนหรือการประยุกต์ใช้ความรู้</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <p>-การเสริมความรู้ที่เน้นการให้ความรู้จากงานวิจัยที่หลากหลาย และหาวิธีการให้นักเรียนเข้าใจถึงกระบวนการวิจัย ที่นักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์ปัญหา</p>	<p>-ครูผู้สอนสังเกตนักเรียนที่มีปัญหาของการวิเคราะห์งานวิจัยที่ครูผู้สอนนำมาเสริมความรู้ โดยการนัดเรียนเพิ่มเติมเรื่องงานวิจัย เพื่อให้ นักเรียนมีพื้นฐานที่ดีในการเรียน</p>

ตาราง 10 (ต่อ)

ขั้นการจัดการเรียนรู้	ปัญหา อุปสรรค	วิธีการแก้ปัญหา
	<p>กระบวนการ ผลที่ได้ และ ความสำคัญของงานวิจัย ซึ่งนักเรียนบางคนไม่เข้าใจ</p> <p>ส่งผลต่อนักเรียน</p> <p>-นักเรียนบางคนไม่เข้าใจการ เชื่อมโยงหรือการประยุกต์ใช้ ความรู้ในสิ่งที่ตนเองเรียน</p>	<p>-ครูผู้สอนต้องกระตุ้นหลังเรียน ทุกครั้งว่าสิ่งที่เรียนนำไป เชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้กับ ชีวิตประจำวันอย่างไร โดยใช้ วิธีการ ยกตัวอย่างประกอบ สุ่มถามนักเรียนรายบุคคล เป็นต้น</p>
<p>6. ประเมินความรู้ (Evaluation)</p> <p>การตรวจสอบความรู้และ กระบวนการที่ได้จากการ เรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนา</p>	<p>ปัญหาที่พบ</p> <p>-ภาระงานที่จะวัดและประเมิน ค่อนข้างมาก</p> <p>-เมื่อนักเรียนบางคนนำเสนอ งานของตนเองแล้ว เมื่อเพื่อน แสดงความคิดเห็นและบอกว่า มีสิ่งที่ไม่ถูกต้อง นักเรียนรู้สึก ไม่พอใจ</p> <p>ส่งผลต่อนักเรียน</p> <p>-นักเรียนมีภาระงานมาก จึงทำให้งานไม่เสร็จตาม เวลาที่กำหนด</p> <p>-นักเรียนบางกลุ่มไม่นำ ความคิดเห็นของเพื่อน ไปปรับปรุงและพัฒนา</p>	<p>-การลดภาระงานให้น้อยลง โดยการให้งานเป็นกลุ่ม หรือเป็นทีม 3 คน การทำงานให้ เสร็จภายในห้องเรียน เช่น แบบฝึกหัด</p> <p>-ครูผู้สอนใช้คำพูดกระตุ้น ให้เห็นความสำคัญของการแสดง ความคิดเห็นของคนอื่น และให้ รู้จักการปรับปรุงและพัฒนา งาน โดยมีการให้คะแนน สำหรับงาน ที่มีการพัฒนาและปรับปรุง</p>

3. ผลการเขียนอนุทินของนักเรียน

ขณะที่ผู้วิจัยทำการจัดการเรียนรู้ได้ให้นักเรียนทำแบบประเมินตนเองหลังเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงนำสรุปเป็นหัวข้อที่นักเรียนได้เขียนโดยออกแบ่งเป็น 4 แนวทางการจัดการเรียนรู้

แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย โดยใช้แนวทางนี้ในการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากที่เรียนในครั้งนี้

ตัวอย่าง 1 “ได้เรียนรู้เกี่ยวกับประเภทของแร่ การถลุงแร่ ปฏิบัติการเคมีที่เกี่ยวข้อง ได้เรียนรู้งานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องว่ามหากาฬที่ช่วยปรับสภาพพื้นดิน และแนวโน้มการทำอุตสาหกรรมถลุงทองแดงที่ประเทศลาว ทำให้เข้าใจถึงการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อให้การทำอุตสาหกรรมถลุงทองแดงบรรลุผลสำเร็จ”

ตัวอย่าง 2 “ได้เข้าใจถึงอุตสาหกรรมแร่ทั้งสแตน พลวง เซอร์คอน ได้เรียนรู้งานวิจัยและกระบวนการวิจัยของการผลิตแอนติโมนีไตรออกไซด์จากแร่พลวง รวมทั้งวิธีการแก้ปัญหการผลิตแร่ที่เป็นระบบ”

ตัวอย่าง 3 “ได้เรียนรู้ถึงการผลิตเซรามิกส์ การอนุรักษ์เซรามิกส์ของภาคตะวันตกที่ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่กำลังจะหมดไป ได้เรียนรู้การวิจัยการทำปูนซีเมนต์ผสมเถาวัลล์น้ำมัน ที่เป็นการแก้ปัญหาดต้นทุนโดยใช้สิ่งอื่นที่ไม่มีประโยชน์มาทดแทนได้”

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

ตัวอย่าง 1 “มีส่วนร่วม เพราะได้ทำงานกับเพื่อนในกลุ่มที่ได้ระดมความคิดในการทำงาน ก่อนที่จะนำเสนอหน้าชั้นเรียน ได้ศึกษางานวิจัยแล้วนำมาวิเคราะห์แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับครูผู้สอนและเพื่อน และรู้วิธีการแก้ปัญหาและขั้นตอนกระบวนการวิจัย”

ตัวอย่าง 2 “มีส่วนร่วม เพราะครูผู้สอนได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาจากการทำงานที่เกิดขึ้นและทุกคนมีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหานั้นร่วมกัน และวางแผนการทำงานกันเองจึงทำให้รู้ว่าการทำงานเป็นระบบและกลุ่มจะมีปัญหาที่ต้องแก้ไขตลอดเวลา ซึ่งทำให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน”

ตัวอย่าง 3 “มีส่วนร่วม เพราะได้ใช้ความรู้เดิมที่มีเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ ได้แสดงความคิดเห็นในกลุ่ม ได้ใช้ความคิดในการแก้ปัญหาในการทำงานร่วมกัน ได้ศึกษาความรู้และงานวิจัยร่วมกับเพื่อนทำให้เข้าใจมุมมองและความคิดเห็นของแต่ละคน”

3. นักเรียนชอบทำกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหา อุปสรรคในการเรียนหรือไม่

ตัวอย่าง 1 “ชอบ เพราะได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นปัญหาหรือที่สงสัย แล้วพยายามหาคำตอบที่เราสงสัย เป็นการเรียนที่สนุก ไม่เครียด เพราะได้พูดคุยแสดงความคิดเห็นและเป็น

เรื่องที่แปลกใหม่ เช่น งานวิจัยต่างๆ ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนที่เรียนและครูผู้สอน ไม่พบปัญหา อุปสรรคในการเรียน เนื่องจากถ้าไม่เข้าใจสามารถปรึกษาครูผู้สอน และพูดคุยกับเพื่อนได้”

ตัวอย่าง 2 “ชอบ เพราะทำให้เข้าใจมากขึ้น เพราะได้เรียนรู้จากสิ่งที่สงสัย และเรียนรู้จากที่เพื่อนสงสัย จึงทำให้เข้าใจมากขึ้น พบปัญหา อุปสรรคในการเรียนเกี่ยวกับกระบวนการวิจัยที่ค่อนข้างยากแต่พอได้ศึกษาและถามครูผู้สอนทำให้มีความเข้าใจมากขึ้น”

ตัวอย่าง 3 “ชอบ เพราะได้เรียนรู้เรื่องใหม่ๆ จากงานวิจัยที่นอกเหนือจากที่เรียนในเนื้อหาปกติ”

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

ตัวอย่าง 1 “ไม่มี”

ตัวอย่าง 2 “ยังมีวิธีการเขียนปฏิบัติการเคมีที่ยังต้องกลับไปทบทวนเพิ่มเติม ซึ่งเป็นความรู้เดิมจากที่เคยเรียนมาแล้ว”

ตัวอย่าง 3 “ขั้นตอนกระบวนการวิจัยของงานวิจัยที่จะต้องกลับไปทบทวนบางขั้นตอนที่ยังไม่ค่อยเข้าใจ”

แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย โดยใช้แนวทางนี้ในการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-5

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากที่เรียนในครั้งนี้

ตัวอย่าง 1 “ได้เรียนรู้ขั้นตอนการผลิตเซรามิกซ์ ได้รู้จักวิธีการแก้ปัญหาและวิธีการวางแผนการทำผลิตภัณฑ์”

ตัวอย่าง 2 “ได้รู้จักลำดับขั้นตอนการผลิตเซรามิกซ์ ได้ฝึกกระบวนการกลุ่มความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้ศึกษากระบวนการวิจัยด้วยตนเอง”

ตัวอย่าง 3 “ได้รู้ว่าคุณสมบัติที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ รู้จักเกณฑ์ต่างๆที่ใช้จำแนกแร่รัตนชาติ และรู้ถึงองค์ประกอบทางเคมีของแร่รัตนชาติ”

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

ตัวอย่าง 1 “มีส่วนร่วมในการคิดออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์ ได้ระดมความคิดกับเพื่อนว่าจะผลิตอย่างไร จะวางแผนการขายอย่างไร ถ้าเกิดปัญหาจะแก้ไขอย่างไร ได้ช่วยกันสืบค้นงานวิจัยที่สนใจ”

ตัวอย่าง 2 “มีส่วนร่วม คือ ได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบผลงาน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของกลุ่มทำให้งานประสบความสำเร็จ และได้ลงมือค้นคว้างานวิจัยที่ตนสนใจด้วยตนเอง”

ตัวอย่าง 3 “ได้ทำกิจกรรมการศึกษาหาคำตอบเป็นคู่ ร่วมทั้งการให้คะแนนงานของเพื่อนๆ ศึกษาปัญหาเพิ่มเติมจากงานวิจัยที่เป็นการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความไม่สมบูรณ์และการเพิ่มคุณภาพของแร่รัตนชาติ”

3. นักเรียนชอบทำกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหา อุปสรรคในการเรียนหรือไม่

ตัวอย่าง 1 “ชอบ เพราะได้ทำงานแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆที่มีความแตกต่างกันจากงานของตนเองมาก มีการเรียนรู้ด้วยตนเองและทำงานพร้อมกันไปทั้งกลุ่มและมีความสุขสนาน”

ตัวอย่าง 2 “ชอบ เพราะได้คิดอะไรที่แปลกใหม่ ได้คิดขั้นตอนเอง ทำให้รู้ว่าใช้วัสดุอะไรจะทำให้เซรามิกซ์สมบูรณ์ อุปสรรค คือ ตอนที่คิดทำผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์มีความกลัวที่จะผิดพลาดในสิ่งที่ทำ จึงทำให้ออกแบบได้ไม่เต็มที่”

ตัวอย่าง 3 “ชอบ เพราะเป็นกิจกรรมที่ได้ออกแบบปฏิบัติการเคมีเอง จากการทำข้อมูลบรรยายทั่วไป และงานนี้ทำเป็นคู่จึงทำให้ได้แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน แล้วทำให้ฝึกคิดแผนผังซึ่งเป็นปัญหามากสำหรับตัวเอง แต่เมื่อมีเพื่อน เพื่อนก็ช่วยให้คำปรึกษา”

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

ตัวอย่าง 1 “ไม่มี”

ตัวอย่าง 2 “มีบางหัวข้อที่ยังต้องไปศึกษาค้นคว้างานวิจัยเพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการผลิตเซรามิกซ์ เพราะต้องการความรู้และประสบการณ์มากขึ้นกว่านี้”

ตัวอย่าง 3 “ยังจำแนกเกณฑ์จำแนกแร่ไม่ค่อยได้ เพราะค่อนข้างเยอะต้องใช้เวลาจำและเข้าใจอย่างมาก ต้องกลับไปทบทวนเพิ่มเติม”

แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย โดยใช้แนวทางนี้ในการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6-8

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากที่เรียนในครั้งนี้

ตัวอย่าง 1 “รู้ถึงประโยชน์ของโซดาแอชในการใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม รู้ถึงปัญหาของโซดาแอชที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และเข้าใจถึงขั้นตอนและกระบวนการผลิตโซดาแอช”

ตัวอย่าง 2 “รู้ถึงการเตรียมสารฟอกขาวไฮโปคลอไรต์ว่าเตรียมอย่างไร และรู้สามารถนำสารอื่นๆมาผลิตสารฟอกขาวได้หลายชนิด ประโยชน์ที่ใช้และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง รู้วิธีใช้และวิธีการป้องกัน”

ตัวอย่าง 3 “ได้เรียนรู้กระบวนการผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน รวมทั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น และรู้ถึงประโยชน์ที่ใช้ จากการศึกษาความรู้อย่างเป็นกระบวนการและขั้นตอน”

2. นักเรียนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

ตัวอย่าง 1 “ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน ได้แก้ปัญหาค้นหาในการเรียนร่วมกัน ร่วมแสดงผลงานของตนเอง และเห็นผลงานของเพื่อน”

ตัวอย่าง 2 “ได้ตอบคำถามของปัญหาที่เกิดขึ้น และได้มาอธิบายร่วมกับเพื่อน เกี่ยวกับการทดลองการผลิตสารฟอกขาว และนำมาสื่อสารกับเพื่อนในห้อง”

ตัวอย่าง 3 “ได้ทำงานและออกแบบวางแผนร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม ได้สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมกับเพื่อน 3 คน”

3. นักเรียนชอบทำกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหา อุปสรรคในการเรียนหรือไม่

ตัวอย่าง 1 “ชอบ เพราะได้ทำงานกับเพื่อน ช่วยเพิ่มความสนใจในการทำงาน อุปสรรค คือ ยังเขียนสมการเคมีไม่ค่อยมากนัก ต้องทบทวนเพิ่มเติม”

ตัวอย่าง 2 “ชอบ เพราะเป็นการแสดงความคิดเห็นในการเรียนรู้ ทำให้เข้าใจมากขึ้น ผีการหาความรู้ใหม่ๆ”

ตัวอย่าง 3 “ชอบ เพราะมีการหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองและนำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนกัน”

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

ตัวอย่าง 1 “ไม่มี”

ตัวอย่าง 2 “สิ่งที่เรียนคือโทษของสารฟอกขาว แต่อยากทำการทดลองว่าหากใช้ในปริมาณมากจะเป็นอย่างไร”

ตัวอย่าง 3 “อยากรู้การแยกสารละลายด้วยไฟฟ้าให้มากขึ้น โดยเป็นสารละลายตัวอื่น”

แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง โดยใช้แนวทางนี้ในการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9-10

1. นักเรียนได้เรียนรู้อะไรบ้างจากที่เรียนในครั้งนี้ พบว่า

ตัวอย่าง 1 “รู้วิธีการและหลักการของการผลิตเกลือ รู้ถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตเกลือ ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการอยากรู้เพิ่มเติมในการผลิตเกลือ และได้ทำกระบวนการวิจัยครบขั้นตอน”

ตัวอย่าง 2 “รู้วิธีการการผลิตเกลือ เข้าใจผลที่เกิดขึ้นกับต่อสิ่งแวดล้อม ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการอยากรู้ต่อไป และได้ทำกระบวนการวิจัยเป็นกลุ่ม”

ตัวอย่าง 3 “รู้ขั้นตอนการผลิตปุ๋ยเคมี ประโยชน์และโทษที่มีปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง”

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

ตัวอย่าง 1 “ได้ศึกษาการผลิตเกลือและผลกระทบที่เกิด การคิดถึงปัญหาที่เราอยากรู้เพิ่มเติม แล้วมาจับกลุ่มในเรื่องที่เราสงสัยคล้ายกันร่วมทำงานวิจัยร่วมกัน”

ตัวอย่าง 2 “ได้คิดถึงปัญหาที่เราต้องการรู้ แล้วนำมาทำการวิจัยที่เราต้องหาคำตอบเอง สืบค้นข้อมูลเอง วิเคราะห์และสรุปความรู้เอง”

ตัวอย่าง 3 “ได้ร่วมกันทำวิจัยตามหัวข้อของกลุ่มตนเอง ได้สืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายเกี่ยวกับปัญหาและการแก้ไข รวมทั้งได้นำเสนอผลงานของตนเอง”

3. นักเรียนชอบทำกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหา อุปสรรคในการเรียนหรือไม่

ตัวอย่าง 1 “ชอบ เพราะได้มีโอกาสศึกษางานวิจัยเอง ทำให้ทราบถึงข้อเท็จจริงในงานวิจัย ที่เป็นเนื้อหาที่นอกเหนือจากเรื่องที่เรียน”

ตัวอย่าง 2 “ชอบ เพราะได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมสิ่งที่เราต้องการอยากรู้ และได้ร่วมศึกษาความรู้กับเพื่อนที่สงสัยในเรื่องเดียวกัน จึงช่วยกันหาคำตอบโดยใช้กระบวนการวิจัย”

ตัวอย่าง 3 “ชอบ มีการสืบค้นข้อมูลและวางแผนการทำงานร่วมกัน ปัญหาและอุปสรรค คือ เวลาที่มีจำกัดจึงทำให้ข้อมูลที่ศึกษาไม่มากเพียงพอกับความต้องการ”

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

ตัวอย่าง 1 “ไม่มี”

ตัวอย่าง 2 “อยากทราบข้อมูลเพิ่มเติมของแหล่งทำเกลือในประเทศเพิ่มอีก”

ตัวอย่าง 3 “ต้องทบทวนเรื่องปฏิกิริยาเคมีเพิ่มเติม”

ส่วนที่ 2 ผลการทดสอบสมมติฐานการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ

IDSPEE

สมมติฐานการวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษา ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ทางสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

2. ทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ใช้สถิติ t-test for dependent samples

ทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ใช้สถิติ t-test for one group

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 11 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายด้านพุทธิพิสัย 6 ด้าน ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

รายการ	จำนวน ข้อ	ก่อน(n=52)		หลัง(n=52)		t
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
1.ความจำ	1	.13	.35	.69	.47	6.29*
2.ความเข้าใจ	7	1.77	1.20	4.96	1.17	12.68*
3.การประยุกต์ใช้	4	1.15	.83	2.67	.68	10.19*
4.การวิเคราะห์	8	2.25	1.36	4.81	1.12	11.98*
5.การประเมินค่า	7	1.90	1.35	4.02	1.40	9.03*
6.การสร้างสรรค์	3	.75	.76	1.90	.80	8.34*

*p<.01

จากตาราง 11 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 12 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

รายการ	ก่อน(n=52)		หลัง(n=52)		t	เกณฑ์	t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	8.21	2.66	19.10	2.58	23.21*	18.00	3.06*

(ร้อยละ60)

*p<.01

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 13 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

รายการ	ก่อน(n=52)		หลัง(n=52)		t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
ความคิดริเริ่ม	4.79	3.13	10.15	2.32	11.82*
ความคล่องในความคิด	6.79	1.87	10.27	2.68	11.32*
ความยืดหยุ่นในการคิด	5.23	1.53	10.06	1.77	14.46*
รวม	16.81	5.06	30.48	3.73	21.27*

*p<.01

จากตาราง 13 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ด้านความคิดริเริ่ม ความคล่อง-ในความคิดและความยืดหยุ่นในการคิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 14 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

รายการ	ก่อน(n=52)		หลัง(n=52)		t	เกณฑ์	t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
ความสามารถในการคิด แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	16.81	5.06	30.48	3.73	21.27*	29.00 (ร้อยละ60)	2.86*

*p<.01

จากตาราง 14 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลต่อเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 15 เปรียบเทียบคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

รายการ	ก่อน(n=52)		หลัง(n=52)		t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
1.ความสนใจใฝ่เรียนรู้	13.23	1.85	14.98	2.02	6.47*
2.ความรับผิดชอบ มุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม	17.13	2.60	18.71	2.75	4.61*
3.ความมีเหตุผล	14.48	1.86	15.65	1.95	3.56*
4.ความซื่อสัตย์	10.85	1.80	11.92	2.08	3.30*
5.ความมีระเบียบ รอบคอบ	20.81	3.09	22.54	2.85	3.78*
6.ความมีใจกว้าง	14.63	2.17	15.85	2.00	3.57*
7.การสร้างสรรค์	13.71	2.15	15.06	2.72	3.50*
รวม	104.84		114.71		

*p<.01

จากตาราง 15 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 7 ด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และด้านที่มีการพัฒนาสูงขึ้นจากก่อนเรียนมาก 3 อันดับแรก คือ ด้านความสนใจใฝ่เรียนรู้ ด้านความมีระเบียบรอบคอบ และด้านความรับผิดชอบ มุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม

ตาราง 16 เปรียบเทียบคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE และเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

รายการ	ก่อน(n=52)		หลัง(n=52)		t	เกณฑ์	t
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.			
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	3.50	0.13	3.83	0.10	15.01*	3.51	5.56*

(ระดับมาก)

*p<.01

จากตาราง 16 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ด้วยรูปแบบ IDSPEE เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่องธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายคือ 1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด และสมมติฐานของการวิจัยคือ 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ One-Group Pretest Posttest Design กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์ จำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ระยะเวลาทดลองจำนวน 22 คาบเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE จำนวน 10 แผน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบปรนัย มีคุณภาพรายข้อคือค่าความยาก(p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.27-0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.67 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.78

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นสถานการณ์ปัญหา 1 สถานการณ์ประกอบด้วย 4 ข้อ มีคุณภาพรายข้อคือค่าความยาก(p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.40-0.55 และค่าอำนาจจำแนก(r) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.41 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.71

4. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ มีอำนาจจำแนกมีค่าการทดสอบที (t-test) อยู่ระหว่าง 1.97-6.51 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.95

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ สถิติ t-test for dependent samples เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ก่อนและหลังเรียน และสถิติ t-test for one group เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60=21 คะแนน) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 60=29 คะแนน) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ค่าเฉลี่ย= 3.51)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีพื้นฐานสัมพันธ์จากฐานความคิดและความเชื่อของกลุ่มทฤษฎีสรรรคนิยม (Constructivism) ซึ่งเน้นว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล บุคคลเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์จากสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานของนักการศึกษาสรุปได้ว่า แนวคิดต่างๆ เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการการเรียนรู้จากวิจัย ที่ประกอบไปด้วย 4 แนวทางหลักคือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลการวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลงานวิจัย การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย และการจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง แนวคิดเหล่านี้ล้วนแต่มีประโยชน์ต่อศักยภาพการเรียนรู้ของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานมีความสัมพันธ์กับวิธีการสอนหลายประเภทที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความรู้ด้วยตนเองที่นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริงและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเน้นกระบวนการสืบสอบ ผู้วิจัยเห็นว่ากระบวนการสืบสอบมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน จึงศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2554: 13-23) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่ใช้กระบวนการและทักษะต่างๆ ทางวิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้ และมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับกระบวนการวิจัยของทีศนา แคมมณี (2546: 54) ผู้วิจัยจึงได้ปรับและประยุกต์ ใช้ในการกำหนดขั้นจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

ดังนี้ 1. ก่อเกิดปัญหา (Identification) 2. ออกแบบแนวทาง (Designing) 3. ค้นหาคำตอบ (Searching) 4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Presentation) 5. เสริมความรู้ (Elaboration) 6. ประเมินความรู้ (Evaluation) ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ประกอบด้วย 4 แนวทาง และมีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นตอน นั้นสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้ ผู้วิจัยมีประเด็นอภิปรายดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลทำให้คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ จริยา สมาคม (2552. ออนไลน์) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน วิชาเคมี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ นิลวรรณ เกษมโศภน (2552: 79) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และสอดคล้องกับเบรนแดน คูแรน(Brendan Curran. 2011. Online) ได้ศึกษาการเรียนรู้และความเข้าใจและเพื่อส่งเสริมความคิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เรื่อง พันธุกรรม ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีการวางแผนและการทดลองการปฏิบัติดีขึ้น และสามารถพัฒนาทักษะของการใช้ทฤษฎีกับสถานการณ์ได้ดี

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้ใช้กระบวนการวิจัยและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ใหม่ หรือคำตอบที่น่าเชื่อถือ และเน้นกระบวนการคิดฝึกการเชื่อมโยงผ่านกระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ที่เริ่มจากครูผู้สอนนำผลการวิจัยมาขยายขอบเขตของความรู้ นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลงานวิจัยเพื่อต่อยอดความรู้ ครูผู้สอนจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย และนักเรียนใช้กระบวนการวิจัยเพื่อสร้างสรรค์ผลงานของตนเอง ซึ่งกิจกรรมนี้ได้เริ่มจากประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น หาวิธีทางที่จะตอบประเด็นปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูลโดยเรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัย จนกระทั่งสามารถทำวิจัยในเรื่องที่ตนสนใจได้ ซึ่งนักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติจริง ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ได้ประสบการณ์ที่มีมากกว่าหนังสือและการสอนในห้องเรียนของครูผู้สอน ทำให้นักเรียนได้จดจำในสิ่งที่ตนเองเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี จึงส่งผลต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แฉมมณี (2555: 144-145) ที่กล่าวว่า กระบวนการวิจัยเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ การให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการวิจัยในการศึกษาหาความรู้ต่างๆ จะช่วยให้นักเรียนมีเครื่องมือในการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเฉพาะการให้นักเรียนได้เรียนรู้จาก

ประสบการณ์ตรง จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและมีความหมายต่อตนเอง และจากการเขียนประเมินตนเองของนักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้หยิบยกมาเป็นตัวอย่างดังนี้

“การสรุปและการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังประกอบกับรูปภาพที่ครูผู้สอนเน้นให้ทำ ทำให้มีความเข้าใจมากขึ้น ทั้งในเนื้อหาที่เรียนและการวิเคราะห์งานวิจัย”

“การทำกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติจริง ๆ มีการออกแบบงานเอง และคิดถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น กิจกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์ ทำให้ฝึกการคิดที่รอบด้าน”

“กิจกรรมที่ทำให้เข้าใจการเขียนปฏิริยามากขึ้น เป็นกิจกรรมที่เริ่มจากปัญหาที่เราตั้งขึ้น แล้วครูผู้สอนได้ให้แลกเปลี่ยนความรู้เป็นคู่ โดยมีคำใบ้ในการเขียนสมการปฏิริยาที่ง่ายขึ้น ทำให้เราได้เรียนรู้วิธีการเขียนที่เป็นกระบวนการขั้นตอนและสรุปออกมาในรูปของแผนผังได้เอง”

“ได้ศึกษางานวิจัยด้วยตนเองจากแหล่งต่าง ๆ ตามที่ครูผู้สอนชี้แนะทั้งเรื่องแร่รัตนชาติ และผลิตภัณฑ์เซรามิกซ์ทำให้ได้ความรู้ และรู้จักการหาสิ่งที่ต้องการรู้ได้จากงานวิจัย”

2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPREE มีผลทำให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับวรรณภา ชื่นนอก (2554: 1-9) พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับเมทิว ฟาเยอร์ (Matthew Fayers. 2011. Online) ได้ศึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระและงานวิจัยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน พบว่านักเรียนเกิดเทคนิคที่จำเป็นสำหรับการทำวิจัยอิสระและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุม

เนื่องจากการเรียนโดยใช้วิจัยเป็นฐานได้เน้นความสำคัญของการสอนในรูปแบบการวิจัยในการคิดแก้ปัญหา นักเรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนการระบุปัญหา ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการวิจัยการใช้การวิจัยในการเรียนการสอนยังมีพื้นฐานมาจากกระบวนการสืบสอบที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเริ่มเรียนรู้จากปัญหาและการแก้ไขปัญหาอย่างมีทักษะกระบวนการ (Kauchak and Eggen. 1998: 311-317) ซึ่งผู้วิจัยได้จัดแนวทางการสอน 4 แนวทาง

1. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย ที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ถึงปัญหาและกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
2. การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย นักเรียนสามารถเรียนรู้ศึกษาตัวอย่างปัญหาที่ตนเองสนใจและวิธีการแก้ปัญหา
3. การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากสถานการณ์สมมติ
4. การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง นักเรียนเป็นผู้ใช้กระบวนการวิจัยเรียนรู้ด้วยการกระทำหรือทำวิจัยเพื่อสร้างความรู้ ค้นหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติของตนเอง

จาก 4 แนวทางนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนจากแนวทางที่ 1-2 ที่เริ่มศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ผู้อื่นศึกษาไว้ แนวทางที่ 3 นักเรียนรู้จักประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยจริง และแนวทางที่ 4 นักเรียนสามารถที่จะสร้างองค์ความรู้เองจากกระบวนการวิจัยที่ได้รับจากการฝึกฝนมา ซึ่งสอดคล้องกับ ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2545: 35-38) ที่กล่าวว่า ผู้สอนจะนำการวิจัยนักเรียนได้ศึกษาเพื่อให้ได้ความรู้ใหม่ๆ พอนักเรียนจากนั้นผู้สอนต้องเริ่มเปลี่ยนบทบาทเป็นการแนะนำให้นักเรียนได้ศึกษาเองและฝึกปฏิบัติกระบวนการวิจัยเพื่อให้มีความรู้ใหม่เพิ่มมากขึ้นผู้สอนจะเป็นเพียงแค่ผู้จัดการ ให้คำปรึกษา และขั้นสุดท้ายนักเรียนทำการวิจัยค้นคว้าด้วยตนเอง เน้นการตั้งปัญหาในการแก้ปัญหาและการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ จากกิจกรรมการเรียนที่บ่งบอกถึงการเรียนรู้จากการคิดแก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้จินตนาการ แนวคิดที่แปลกใหม่ ที่เป็นความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และจากการเขียนประเมินตนเองหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้หยิบยกมาเป็นตัวอย่างดังนี้

“มีส่วนร่วมในการคิดคำถามต่างๆ แล้ววิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับแร่ และรูปภาพที่ครูผู้สอนให้วิเคราะห์ และได้ศึกษางานวิจัยที่ร่วมกันวิเคราะห์ในกลุ่ม”

“กิจกรรมที่ครูผู้สอนจัดมีการระดมสมองในการตั้งปัญหา ตั้งคำถามที่เกิดจากการสงสัยจึงทำให้ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่ม จึงทำให้มีความเป็นอิสระในการคิดและคิดได้มากขึ้น”

“ชอบกิจกรรมที่เป็นการระดมความคิด ศึกษาค้นคว้าเป็นกลุ่มอย่างสร้างสรรค์ ทำให้ได้วิธีการแก้ปัญหาต่างๆมากขึ้นกว่าเดิม”

“ได้ค้นหาความรู้เพิ่มเติมสิ่งที่เราต้องการรู้นอกเหนือจากในห้อง โดยการทำวิจัยร่วมกับเพื่อนที่มีความต้องการรู้ในเรื่องเดียวกันที่เกี่ยวกับไซเตียมคลอไรด์ โดยได้ทำงานกับเพื่อนใหม่ๆ ทำให้ได้ความรู้ที่หลากหลาย”

3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE มีผลทำให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับชนะศึก โพธิ์นอก (2554: 76) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน สนใจ มีความสุขสนุกสนานในการเรียน นักเรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง มีความมั่นใจในตนเองและกล้าแสดงออก

เนื่องจากการเรียนนี้เป็นการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย เน้นกิจกรรมที่นักเรียนได้เรียนรู้และพบข้อสงสัยและปัญหาจากประสบการณ์จริงหรือข่าวสารที่ได้รับ เช่น ปัญหามลพิษจากการถลุงแร่ การใช้ปุ๋ยเคมี เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่สงสัยและได้ประสบการณ์ใหม่ๆ จากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีความสนใจกับกิจกรรม สอดคล้องกับแนวคิดของ ทอสเตน จังแมน (Thorsten jungmann. 2011: ออนไลน์) ที่กล่าวว่า ครูผู้สอนไม่ใช่ผู้สร้างการเรียนรู้เท่านั้นแต่นักเรียนเองที่จะสร้างการเรียนรู้ จึงให้ความสำคัญในการใช้การวิจัยเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้ ที่มีความสัมพันธ์กับวิธีการสอนอื่นๆ หลายประเภท เช่น การเรียนรู้จาก การลงมือทำ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นโครงงาน การเรียนรู้จากกรณีศึกษา เป็นต้น ที่ส่งผลให้การจัดกิจกรรมบรรลุเป้าหมาย ดังนั้น การจัดกิจกรรมที่หลากหลายช่วย ส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุขในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วม และปฏิบัติ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นเจตคติ ที่เป็นความรู้สึกนึกคิดจะทำให้แสดง พฤติกรรมออกมา ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้อย่างเป็นทางการตามแบบแนวทางวิทยาศาสตร์ จาก กิจกรรมการเรียนรู้ที่บ่งบอกถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และจากการเขียนประเมินตนเองหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้หยิบยกมาเป็นตัวอย่างดังนี้

“กิจกรรมการสอนเรื่องการถลุงแร่และประเภทของแร่ ได้รู้จักการวางแผน การรับฟัง ผู้อื่น รับฟังสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ และได้ศึกษาไปพร้อมกัน”

“เป็นกิจกรรมที่ต้องศึกษาด้วยตนเอง จึงทำให้มีความกระตือรือร้นในการศึกษา หาคำตอบมากขึ้น”

“กิจกรรมนี้ทำให้ได้มีส่วนร่วมในการออกแบบและตกแต่งการนำเสนอผลงานได้เต็มที่”

“มีส่วนร่วมในการออกข้อเสนอนะเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน”

“ได้แสดงฝีมือในการทำงานร่วมกันกับเพื่อนๆ และสร้างความสามัคคีในกลุ่ม ได้อย่างเต็มที่ พร้อมกับมีครูผู้สอนที่คอยชี้แนะในสิ่งที่ถูกต้อง”

“ได้สืบค้นข้อมูลในการทำวิจัยกับเป็นกลุ่ม และการหาข้อมูลที่มาจากที่ต่างๆ แล้ว นำมารวมกันทำให้ต้องคิดเสมอถึงที่มาของข้อมูลและต้องใส่เอกสารอ้างอิง”

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการทดลองครั้งนี้

1. จรรยาบรรณนักวิจัยที่ดี

ขณะทดลองสังเกตจากพฤติกรรมของนักเรียนบางคนจากการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย ที่นักเรียนต้องศึกษางานวิจัย จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ แล้วสรุป วิเคราะห์งานวิจัย นักเรียนบางคนคัดลอกงานจากเพื่อน ไม่สนใจ ในการสืบค้นงานวิจัยเอง ทำให้นักเรียนขาดจิตสำนึกในการทำงาน และจรรยาบรรณในการเป็น นักวิจัยที่ดี

2. การสอดคล้องในการจัดการศึกษาแบบ STEM

ในการจัดการเรียนรู้ แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัย ด้วยตนเอง ในขณะที่จัดการสอนที่นักเรียนต้องทำวิจัยในเรื่องการผลิตโซเดียมคลอไรด์ นักเรียน ได้คิดทำวิจัยด้วยตนเองตั้งแต่ตั้งปัญหาจนกระทั่งสรุปที่ผู้เรียนสามารถคิดและทำเองได้ อย่างน่าสนใจ ตัวอย่างเช่น นักเรียนคิดปัญหาที่ตนเองต้องการศึกษานอกเหนือที่ครูผู้สอนทำการ สอนเมื่อได้หัวข้อนักเรียนได้ศึกษากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการผลิตเกลือ (Science)

และศึกษาเครื่องมือในกระบวนการทำงานกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิตซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการทำ (Technology) และนักเรียนสืบค้นกระบวนการใหม่ๆ ที่มีการปรับปรุงแก้ไขของผู้เชี่ยวชาญ (Engineering) รวมทั้งให้ความสนใจในการจำหน่ายเกลือในความคุ่มของการลงทุน (Mathematics) ทำให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE สามารถจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ความเข้าใจเรื่องการสอนแบบ STEM ที่จะนำไปสู่การสร้าง ชิ้นงานที่สร้างสรรค์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1. สำหรับครูผู้สอน

1.1 ครูผู้สอนที่จัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ควรเข้าใจถึง ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ IDSPEE และกระบวนการวิจัย และชี้แจงทำความเข้าใจกับนักเรียน ถึงรูปแบบของการจัดการเรียนรู้

1.2 ครูผู้สอนควรสร้างแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนให้เห็นความสำคัญของการศึกษางานวิจัยจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ เพราะนักเรียนอาจคิดว่าศึกษาเพียงเนื้อหาในตำราเรียน เพียงพอแล้ว จึงไม่สนใจข้อมูลจากภายนอกซึ่งยากเกินไปสำหรับตัวนักเรียนเอง

1.3 แนวทางการสอน แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง ครูผู้สอนต้องให้เวลาให้เพียงพอในการสืบค้นข้อมูลเพื่อทำการวิจัย หากเวลาน้อยไปจะทำให้ นักเรียนทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพที่เขาได้ออกแบบแนวทางไว้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนรู้สึกว่างานวิจัย เป็นสิ่งที่ยากและไม่น่าศึกษา

2. สำหรับโรงเรียน

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE โรงเรียนควรมี แหล่งสืบค้นข้อมูลและแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพราะนักเรียนบางคน อาจมีอุปสรรคในการสืบค้นข้อมูลเมื่ออยู่ภายนอกโรงเรียน เช่น บ้านนักเรียนบางคนไม่มี อินเทอร์เน็ต จึงไม่สามารถสืบค้นข้อมูลออนไลน์ได้

3. สำหรับหน่วยงานรัฐ

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE ถ้ามีหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องทางรัฐสนับสนุนส่งเสริม การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานให้เป็นที่รู้จัก จะส่งผลให้ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการวิจัยที่สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และอาจมีนักวิจัยเพิ่มมากขึ้น ในอนาคต เพราะนักเรียนบางคนที่ไม่เคยสนใจงานวิจัยเลยแต่พอได้ศึกษาทำให้เขาชอบที่จะค้นคว้า และสนใจในการทำงานที่เน้นกระบวนการวิจัยมากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาจรรยาบรรณของนักวิจัย เพื่อจะพัฒนานักเรียนให้มีจิตสำนึกในการทำงาน และจรรยาบรรณในการเป็นนักวิจัยที่ดี
2. ควรทดลองจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อที่จะพัฒนาคุณภาพนักเรียนในระดับช่วงชั้นอื่นๆ เพิ่มขึ้น และจะได้ทราบถึงความเหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่าเหมาะสมกับระดับชั้นอื่นๆ หรือไม่
3. ควรศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้จากวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานกับวิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกัน
4. ควรใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ใช้ประเมินพุทธิพิสัยของบลูมใหม่ ข้อที่ 6 การสร้างสรรค์ แทนการออกข้อสอบแบบปรนัยชนิดตัวเลือกซึ่งออกค่อนข้างยาก
5. ควรศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานร่วมกับการสอนแบบ STEM เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และมีการสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง



บรรณานุกรม

- กฤษณา โภคพันธ์. (2554). *ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- กรมวิชาการ. (2534). *ความคิดสร้างสรรค์ ทฤษฎีการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการกระทรวงศึกษาธิการ.
- (2539). *การประเมินผลจากสภาพจริง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). *การแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: องค์การคลังสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.).
- (2546). *การประเมินตามสภาพจริง*. กรุงเทพฯ: องค์การคลังสินค้าและพัสดุภัณฑ์(ร.ส.พ.).
- กัญญารัตน์ โคจร. (2554). *การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- คำภา ศรีแพ่ง. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนราชประชานุเคราะห์ 33 โดยใช้รูปแบบการสอน 4 MAT กับรูปแบบการสอนปกติ*. วิทยานิพนธ์ คศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). ลพบุรี: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. ถ่ายเอกสาร.
- จรรยา สมาคม. (2552). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2556. จาก <http://13nr.org.posts/324137>
- จิราภา เต็งไตรรัตน์. (2543). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- จิราภรณ์ เป็นวงศ์. (2546). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- จิราภรณ์ เต็งไตรรัตน์. (2543). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

- จุกา ธรรมชาติ. (2552). การวิจัยและพัฒนาารูปแบบใช้วิจัยเป็นฐานในรายวิชาการวิจัยทาง
การศึกษา. ทุนวิจัยเพื่อพัฒนาวิทยาเขตปัตตานี. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี.
- เจมส์ เบลลันกา และรอน แบรินต์ (James Bellanca Ron Brandt). (2554). ทักษะแห่งอนาคต
ใหม่ การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21. แปลโดยวรวจน์ วงศ์กิจรุ่งเรืองและอชิป จิตตฤกษ์.
กรุงเทพฯ: openworlds.
- ชนะศึก โพธิ์นอก. 2554. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
เคมี เรื่องสารชีวโมเลกุล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา). ขอนแก่น: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.
- ชวลิต ชูกำแพง. (2549). การประเมินด้านพุทธิพิสัย. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2556, จาก
<http://elearning.msu.ac.th>.
- ณรงค์ ฤทธิเดช. (2553). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาโครงการ (21015001) โดยใช้วิจัยเป็นฐาน.
ตรัง: วิทยาลัยตรัง.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2543). ทางเลือกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์: แนวคิด
และแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.
- ทวีพร จันทรรักษ์. (2554). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ เรื่อง ความเข้มเสียงและทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. รายงานการศึกษา
อิสระ กศ.ม.(หลักสูตรและการสอน). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
ถ่ายเอกสาร.
- ทรงศรี ตุ่นทอง. (2545). การพัฒนารูปแบบการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริงของนักเรียน.
ปริญญาานิพนธ์ กศ.ด. (การทดสอบและวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทิตนา แคมมณี. (2546). 14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2548). การจัดการเรียนรู้โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ
เรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2555). ศาสตร์การสอน. พิมพ์ครั้งที่ 15. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2551). การพัฒนาโครงการวิจัย: จากการสอนสู่การวิจัย. ใน โครงการวิจัย
ด้านการเรียนการสอนเน้น RBI และ IBR. คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นิภา ศรีไพโรจน์. (2533). สถิตินอนพาราเมตริก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- นิลวรรณ เกษมโศชน. (2552). การพัฒนาชุดการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐานวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากาญจนบุรีเขต 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). นครปฐม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.
- บรรณาธิการกรุงเทพมหานคร. (2555. 28 สิงหาคม). เด็กไทยรั้งท้ายผลสอบ “PISA” นักวิชาการชี้ขาด คัดวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2556, จาก <http://www.bangkokbiznews.com>
- บรรณาธิการคมชัดลึก. (2556. 3 กันยายน). การศึกษาไทยรั้งท้ายอาเซียน. คม ชัด ลึก. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 กันยายน 2556, จาก <http://www.komchadluek.net>
- บังอร ภัทรโกมล. (2541). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต หน่วยตัวเราด้วยวิธีการสอนแบบโครงงาน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การประถมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). วิธีการสร้างสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญส่ง นิลแก้ว. (2541). การวัดผลทางการศึกษา. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญชม ศรีสะอาดและบุญส่ง นิลแก้ว. (2535). การอ้างอิงประชากรโดยใช้เครื่องมือแบบมาตรฐานประมาณค่ากับกลุ่มตัวอย่าง. วารสารการวัดผลทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 29(33)23-24.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543, พฤษภาคม-สิงหาคม). เกณฑ์การประเมิน (Rubric Assessment). วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 15(2) : 75-84.
- ปทีป เมธุนวุฒิ. (2547) “การเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการวิจัย” ในการสอนที่มีวิจัยเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประมวล ศิริพันธ์แก้ว. (2556). เจตคติทางวิทยาศาสตร์ 20 ประการ (Twenty Science Attitude). สืบค้นเมื่อ 1 ตุลาคม 2556, จาก <http://smtat.ipst.ac.th/index.php/component/content/article/24>.
- ปริญนท์ สิทธิจินดา. (2552). ศึกษารูปแบบการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย โดยใช้ฐานการวิจัยเพื่อ ท้องถิ่น. เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2543). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- พระเทพเวที (ประยุทธ์ ปยุตโต). (2536). พุทธศาสนาในฐานะเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2545). *การเรียนการสอนที่มีวิจัยเป็นฐาน ประมวลบทความ*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2547). *หลักการสอนแบบเน้นการวิจัย (Research-Based Teaching) ในระดับอุดมศึกษาในการเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง)*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาวินี บุญธิมา. (2553). *การจัดกิจกรรมแนะแนวด้วยเทคนิคการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอแรนซ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (จิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- มานิต กীরตินิตยา. (2552). *การพัฒนาทักษะกระบวนการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องวัสดุและสมบัติของวัสดุสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การวิจัยการศึกษา). มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร.
- ยุพิน มงคลไทร. (2550). *ผลการสอนโดยให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยการใช้แผนผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ปรินญาณานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). นครสวรรค์: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. ถ่ายเอกสาร.
- ยุดา รักษาไทยและชนิกานต์ มาชะศิริานนท์. (2542). *เทคนิคการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ*. กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เปอร์เน็ท จำกัด.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). *การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ และ พิมพันธ์ เตชะคุปต์. (2542). *การพัฒนาการคิดของครู ด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วรรณภา ชื่นนอก. (2554). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. การประชุมเสนอ ผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มสธ. ครั้งที่ 1 วันที่ 26 สิงหาคม 2554. สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2556, จาก <http://www.sto.ac.th>
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541). *ความคิดสร้างสรรค์: ศักยภาพเสริมสร้างพัฒนาได้*. วารสารวิชาการ.

- วิวัฒน์ ชัดดียะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลศิลป์. (2549). การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษา
ของบลูม. สืบค้นเมื่อ 1 กันยายน 2556, จาก <http://www.watpon.com/journal/bloom.pdf>
- วิวัฒน์ ดวงภูมเมศ. (2548). ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มี
ผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน). พิษณุโลก: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
นเรศวร. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.). (2546). คู่มือวัดและประเมินผลทาง
วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- . (2554). *คู่มือวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ*.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- . (2554). *ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*.
สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2556, จาก <http://www.pisathailand.ipst.ac.th>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). *แนวการจัดการเรียนรู้โดยนักเรียนใช้
กระบวนการวิจัยในการเรียนรู้*. ใน *โครงการสร้างวัฒนธรรมการวิจัย*. สำนักพัฒนา
นวัตกรรมการจัดการศึกษา. หน้า 1-5. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น
พื้นฐาน.
- สมบัติ การจนารักษ์พงศ์. (2545). *เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด*. กรุงเทพฯ: ชาร
อักษร.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2546). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม: ประสานการพิมพ์.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาธรรม. (2544). *การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง*.
กรุงเทพฯ: แสงศิลป์.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ และทัศนีย์ บุญเติม. (2536). *การสอนแบบ Research Based Learning*. ใน
สมหวัง พิธิยานุวัฒน์(บรรณาธิการ), *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย* 6(1): 1-14.
- สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2540). *วิธีวิทยาการประเมินทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิจัย
การศึกษา. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรศักดิ์ แพรด้า. (2544). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏ
อุบลราชธานี.
- สรารุช ชัยยอง. (2552). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานเพื่อพัฒนาความคิด
เชิงวิทยาศาสตร์ในรายวิชาชีววิทยาพื้นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (วิจัยและสถิติการศึกษา). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

- สุคนธ์รักษ์ วงษ์คำชา. (2544). เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียน พระปริยัติธรรม สังกัดกรมการศาสนา ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกาฬสินธุ์. ปรินิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุปรารถนา ยุกตะนันท์. (2546). การออกแบบเครื่องมือวัดและประเมินตามสภาพจริง. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. (2540). การเสริมสร้างศักยภาพนักเรียนกรุงเทพมหานครด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2543). วิชา ปถ 421 วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. (เอกสารประกอบคำสอน). กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. (อัดสำเนา)
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2533). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์
- โสภิตา ลิ้มวัฒนาพันธ์. (2549). รูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอน โดยผู้เรียนใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา.
- อมรวิรัช นาครทรรพ. (2547). เรียนรู้ด้วยใจ: การเรียนการสอนที่มีการวิจัยเป็นฐาน. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาชัญญา รัตนอุบล. (2547). การจัดการเรียนรู้ของแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิต. กรุงเทพฯ: สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- อารี พันธุ์มณี. (2540). ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: บริษัทต้นอ่อนแกรมมี.
- (2545). ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไผ่ไหม เอคเคดู.
- อารี รังสินันท์. (2528). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาความคิด คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2530). ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: ภาควิชาแนะแนวและจิตวิทยาความคิด คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- (2532). ความคิดสร้างสรรค์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ข้าวฟ่าง.
- Beck, R. C. (1992). *Applying Psychology: Critical and Creative Thinking*. 3rd ed. New Jersey : Prentice – Hall, Inc.
- Bronislaw, C; & Vrunda, P. (2004). *Teaching-research and design experiment : Two methodologies of integrating research and classroom practice*. City University of New York.

- Crabbe, A. B. (1989). *The future Problem Solving Program*. Educational Leadership. 47; 27-29.
- Curran, Brendan. (2011). *Research-based learning case study – School of Biological and Chemical Sciences*. Retrieved April, 10, 2013, from <http://www.thinkingwriting.qmul.ac.uk>.
- Delgado, Ceser. (2009). *Development of a Research-Based Learning Progression for Middle School Through Undergraduate Students' Conceptual Understanding of Size and Scale*. Retrieved April, 10, 2013, from <http://hdl.handle.net/2027.42/64794>.
- Diederich, B. Paul. (1967, February). Components of Scientific Attitude. *The Science Teacher*, 34(2), 23 - 24.
- Eggen, P. D; & Kauchak, D. P. (1998). *Learning and teaching : research-based Methods*. california : Allan and Bacon.
- Fayers, Matthew. (2011). *Research-based learning case study – School of Mathematical Sciences*. Retrieved April, 3, 2014, from <http://www.thinkingwriting.qmul.ac.uk>.
- Gauld, C. F. (1992, January). The Scientific Attitude and Science Education : A Critical Reappraisal. *Science Education*, 66(1), 111-112.
- Griffith University. (2013). *Research Based Learning*. Retrieved April, 10, 2013, from <http://www.griffith.edu.au>.
- Kim, Sung Ha. (2003). *Development and Application of the Teaching Program About Plant Haormone Based on the Creative Problem Solving Model*. Korea National University of Education. Retrieved September, 10, 2013, from <http://www.Abstracts.aspb.org>.
- Kincheloe, J. L. (1991). *Teacher as Researchers : Qualitative Inquiry as a to Empowerment*. London: The Falmer Press.
- Lundssteen, S. W. (1986). *Children Lean to Communicate: Language Arts Through*. New Jersey : Prentice – Hall, Inc. Retrieved September, 10, 2013, from <http://www.niu.edu/facdev/programs/handouts/blooms.shtml>.
- Maraviglia, R.L. ; & Kvaszny, A. (2006). *Managing Virtual Changes: a Guide to Creative Problem - Solving in the Desing Professions*. Texas Tech University. Retrieved September, 10, 2013, from [http://www.scribd.com/doc/68319536/ Managing-Virtual-Changes-A-Guide-to- Creative-Problem-Solving-for-the-Design-Professions](http://www.scribd.com/doc/68319536/Managing-Virtual-Changes-A-Guide-to-Creative-Problem-Solving-for-the-Design-Professions).

Northern Illinois University. (2009). *Teaching with the Revised Bloom's Taxonomy*. Retrieved September, 25, 2013, from <http://www.niu.edu/facdev/programs/handouts/looms.shtml>.

Jungmann, Thorsten. (2011). *Research Based Learning*. Institute of Education, University of London: Retrieved April, 6, 2013, from http://www.zhb.tu-dortmund.de/fileadmin/Mitarbeiter/tjungmann/Jungmann_-_Research-based_LearnING.pdf.

Warwick University. (2003). *Research Based Learning*. Retrieved April, 6, 2013, from <http://www.warwick.ac.uk/services/CAR/RBL/whatis.htm>.

Wood, Colin. (2006). Measuring Divergent Thinking Attitudes Related to Creative Problem Solving and Innovation Management. *Creative Research Journal*. 9(1): 21-32.







ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผศ.นิคม สาคกร ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
2. อาจารย์ลัดดา ชันติวัฒนกุล อาจารย์สอนวิชาเคมี โรงเรียนมัธยมวัดธาตุทอง
3. อาจารย์บุญรอด วงษ์สวาท อาจารย์สอนวิชาเคมี โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จ.เพชรบุรี
4. อาจารย์นุชนีย์ อิ่มกมล อาจารย์สอนวิชาเคมี โรงเรียนอ่างศิลาวิทยาคม
5. อาจารย์ไพฑูรย์ ทิพย์สุข อาจารย์สอนวิชาเคมี โรงเรียนปราจีนกัลยาณี



ภาคผนวก ข
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

เรื่อง อุตสาหกรรมแร่ทองแดง แร่สังกะสีและแคดเมียม

แร่ดีบุก แร่โคลัมไบต์และแร่แทนทาลัม

เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยา ภายในโลกและที่ผิวโลก มีโครงสร้างและองค์ประกอบเฉพาะตัว

กลุ่มของแร่ต่างๆ ที่มีปริมาณมากพอในเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหลอมเหลวหรือถลุง เพื่อให้ได้โลหะที่มีค่าทางเศรษฐกิจและมีปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายแร่ประกอบหินกับแร่เศรษฐกิจได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการถลุงหรือการสกัดแร่ทองแดง สังกะสี แคดเมียม ดีบุก โคลัมไบต์-แทนทาลัม พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาเคมีได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายประโยชน์ของแร่ทองแดง สังกะสี แคดเมียม ดีบุก โคลัมไบต์- แทนทาลัมได้
4. นักเรียนสามารถอธิบายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการการถลุงหรือการสกัดแร่

ด้านกระบวนการ

นักเรียนมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความสนใจใฝ่รู้เรียนรู้
2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

สมรรถนะสำคัญ

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้

แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยา ภายในโลกและที่ผิวโลก มีโครงสร้างและองค์ประกอบเฉพาะตัว

ประเภทของแร่

1. จำแนกตามสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ แร่โลหะ รัตนชาติ แร่โลหะ แร่เชื้อเพลิง
2. จำแนกแร่ตามประโยชน์ทางเศรษฐกิจหรือ ส่วนสินแร่ มีปริมาณมากนำมาใช้

ประโยชน์มี 2 ประเภท

แร่ประกอบหิน หมายถึง กลุ่มของแร่ต่าง ๆ ที่มีปริมาณมากพอในเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหลอมเหลวหรือถลุง เพื่อให้ได้โลหะ

แร่เศรษฐกิจ หมายถึง แร่ที่มีค่าทางเศรษฐกิจและมีปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ ในทาง อุตสาหกรรม แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แร่โลหะและแร่โลหะ ตัวอย่างแร่เศรษฐกิจ ที่สำคัญของไทย เช่น หินปูน ยิปซัม สังกะสี เหล็ก ดีบุก ตะกั่ว หินอ่อน ทราวยแก้ว เฟลด์สปาร์ ดินขาว ฟลูออไรต์ โพแทชและรัตนชาติ รวมทั้งแร่โลหะที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน หินน้ำมัน และแก๊สธรรมชาติ

กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

1. ก่อเกิดปัญหา

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนดูรูปภาพ



2. ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายว่ารูปภาพนี้คืออะไร และมีประโยชน์กับมนุษย์อย่างไร โดยการสุ่มนักเรียน (การทำเหมืองแร่ ประโยชน์คือนำแร่มาใช้ในการผลิตสิ่งของต่าง ๆ)

3. ครูผู้สอนถามนักเรียน “กิจกรรมในรูปภาพจะเกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต ได้หรือไม่อย่างไร” โดยการสุ่มนักเรียน

4. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 5-6 คน คละเด็กเก่ง กลาง อ่อน จากเกรดวิชาเคมีของภาคเรียนที่ผ่านมา

5. ให้แต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อตั้งคำถามตามประเด็นที่กลุ่มสนใจจากภาพให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมาเขียนประเด็นที่ตนสนใจไว้บนกระดาน
6. ครูผู้สอนและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงความเหมือนและความแตกต่างของประเด็นคำถาม โดยครูเพิ่มเติมและให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของประเด็นคำถามต่อไปนี้
 - ชนิดแร่ที่สำคัญในประเทศไทยมีอะไรบ้าง
 - หลักการทางเคมีที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างไร
 - นำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง
 - ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีหรือไม่ อย่างไร
7. ครูผู้สอนชี้แนะให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรึกษากันโดยคุยกันถึงประสบการณ์เดิมในเรื่องการทำเหมืองแร่เพื่อที่จะคาดการณ์คำตอบ
8. ครูผู้สอนสุ่มนักเรียนกลุ่มละ 1 คน เล่าถึงประสบการณ์เดิมของคนในกลุ่มที่ได้รับรู้จากสื่อต่างๆ หรือได้พบกับสถานที่จริง และคาดเดาคำตอบจากคำถามที่ตั้งไว้ว่าเป็นอย่างไร นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกประสบการณ์เดิมและการคาดเดาคำตอบของกลุ่มตนเองลงสมุด

2. ออกแบบแนวทาง

ครูผู้สอนแจกใบความรู้ เรื่อง การถลุงแร่และประเภทของแร่ และศึกษาเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ให้นักเรียนศึกษาร่วมกันในกลุ่มโดยร่วมกันออกแบบการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของกลุ่ม

ชั่วโมงที่ 2-3

3. ค้นหาคำตอบ

1. ครูให้นักเรียนดำเนินการค้นหาคำตอบตามที่ได้ออกแบบไว้ และครูผู้สอนคอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการทำงานร่วมกัน การดำเนินงานตามการออกแบบ
2. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์และบันทึกการค้นหาคำตอบของสมาชิกและรวบรวมเป็นของกลุ่ม

4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน โดยครูผู้สอนชี้แนะการนำเสนอหน้าชั้นเรียนถึงประเด็นสำคัญดังนี้
 - คำตอบของปัญหา
 - คำตอบที่ได้เปรียบเทียบกับคำตอบจากประสบการณ์
 - กระบวนการวิจัยและผลการวิจัยที่เกิดกับกลุ่มของตน
2. สมาชิกในห้องเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น

5. เสริมความรู้

1. ครูผู้สอนและนักเรียนอภิปรายร่วมกันให้เห็นความสำคัญของแร่แต่ละชนิดและเน้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อม ครูให้นักเรียนช่วยกันคิดว่า การทำเหมืองแร่เกิดประโยชน์แล้วยังเกิดโทษด้านใดบ้าง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น

2. ครูผู้สอนแจกใบเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแร่ เรื่องมมส. ค้นพบว่านมหากาฬพีชมหัตถจรรย์ช่วยฟื้นฟูสภาพดิน ให้เวลานักเรียนศึกษา 10 นาที

3. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปราย 4 ประเด็น คือ

1. วิเคราะห์ผลการวิจัยว่าเป็นอย่างไร เชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนได้อย่างไร
2. ความสำคัญของการวิจัยเรื่องนี้
3. วิเคราะห์กระบวนการวิจัย
4. เกิดปัญหาอะไรขึ้น จึงทำวิจัยเรื่องนี้

โดยครูสุ่มนักเรียนในการตอบในแต่ละประเด็นแล้วครูชี้แนะและเพิ่มเติมในแต่ละประเด็น

6. ประเมินความรู้

นักเรียนศึกษาใบงานวิจัยเรื่องการวางแผนและควบคุมโครงการถลุงทองแดงในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ส่งหลังจาก 3 วันที่สั่ง

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. รูปภาพการทำเหมืองแร่
2. ใบความรู้เรื่อง การถลุงแร่และประเภทของแร่
3. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแร่ เรื่องมมส. ค้นพบว่านมหากาฬพีชมหัตถจรรย์ช่วยฟื้นฟูสภาพดิน

4. ใบศึกษางานวิจัยเรื่องการวางแผนและควบคุมโครงการถลุงทองแดงในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

5. ฐานข้อมูล Internet ดังนี้

กฤตา สมบัติวานิช และ จิตรา รู้จักการพานิช. (2551, พฤศจิกายน). การวางแผนและควบคุมโครงการถลุงทองแดงในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. วารสารรามคำแหง 2: 68-77.

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). นักวิจัย มมส. ค้นพบว่านมหากาฬพีชมหัตถจรรย์ช่วยฟื้นฟูสภาพดิน. สืบค้น เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2556. จาก <http://www.kehakaset.com/index.php/79-information/372-2011-06-30-03-26-45>.

การวัดและการประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ 1. ตรวจสอบศึกษา งานวิจัยเรื่อง การ วางแผนและควบคุม โครงการลงทุนของแดงใน ประเทศสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชน ลาว	เกณฑ์การตรวจการศึกษา งานวิจัย	ได้ 6 คะแนนขึ้นไป จาก 10 คะแนน
ด้านกระบวนการ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการ จัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไปทุก องค์ประกอบ
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	เกณฑ์การให้คะแนน -ความสนใจใฝ่รู้เรียนรู้ -ความมุ่งมั่นในการทำงาน	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไปทุก องค์ประกอบ
สมรรถนะที่สำคัญ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ	ได้คะแนน 11 ขึ้นไปจาก 20 คะแนน (ระดับดี)

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การจัดกระทำข้อมูล (จากใบความรู้สู่ข้อสรุป)	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภทเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นชัดเจน และตรงประเด็น	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภทเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภท	จัดกระทำข้อมูลใหม่ โดยการเรียงลำดับแยกประเภทได้แต่ไม่ครบถ้วน
การนำเสนอข้อมูล	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น มีความน่าสนใจ ถูกต้อง เนื้อหาครบถ้วน	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น มีความน่าสนใจ ถูกต้อง	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น มีความน่าสนใจ	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น

เกณฑ์การให้คะแนนสนใจใฝ่เรียนรู้

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความใฝ่ใจ และพอใจใคร่สืบเสาะหาความรู้	สืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ครูชี้แนะและแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่หลากหลาย และมีความพอใจในการหาความรู้	สืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ครูชี้แนะและแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่หลากหลาย	สืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ครูชี้แนะ	ไม่สนใจสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ครูชี้แนะ
ความกระตือรือร้น	มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ สม่ำเสมอ	มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้บ้าง	มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้น้อยมาก	ไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้

เกณฑ์การให้คะแนนมุ่งมั่นในการทำงาน

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ตั้งใจในการ รับผิดชอบหน้าที่ ในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อ หน้าที่รับผิดชอบ และทำงานให้ สำเร็จ ปรับปรุง และพัฒนางาน ด้วยตนเอง	เอาใจใส่ต่อ หน้าที่รับผิดชอบ และทำงานให้ สำเร็จ	เอาใจใส่ต่อ หน้าที่ รับผิดชอบ	เอาใจใส่ต่อหน้าที่ รับผิดชอบบาง เวลา
ทำงานด้วย ความเพียร พยายามและ อดทนให้งาน สำเร็จตาม เป้าหมาย	1. ทุ่มเททำงาน อดทนไม่ย่อท้อ ต่ออุปสรรค 2. พยายาม แก้ปัญหาและ อุปสรรคในการ ทำงาน 3. ชื่นชมผลงาน ด้วยความ ภาคภูมิใจ	มี 2 ใน 3 ข้อ	มี 1 ใน 3 ข้อ	มี 1 ใน 3 ข้อเพียง เล็กน้อย

แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง : ให้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

สมรรถนะ ด้าน	สมรรถนะด้าน	ระดับคุณภาพ			
		ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ความสามารถ ในการปัญหา	สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้				
	สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย				
	ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา				
ความสามารถ ในการสื่อสาร	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม				
	ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ				

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ดีมาก	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ดี	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ต้องปรับปรุง	คือ ไม่เคยปฏิบัติพฤติกรรม	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การสรุปผล

ดีมาก	16- 20	คะแนน
ดี	11-15	คะแนน
พอใช้	2-10	คะแนน
ต้องปรับปรุง	1	คะแนน

แบบประเมินตนเองของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
 วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.....
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....
 ผู้สอน ครูอลิสรา ราชวัตร โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากที่เรียนในเรื่องนี้

.....

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกับการกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

.....

3. นักเรียนชอบกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือไม่

.....

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

.....

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ผู้สอน ครูอลิสรา ราชวัตร โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์

1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียน

ด้านความรู้ (ใบงาน/ชิ้นงาน/การนำเสนอ)

.....

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์/สมรรถนะ

.....

.....

.....

.....

ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

3. ด้านปัญหาหรืออุปสรรค

.....
.....
.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการพัฒนาต่อไป

.....
.....
.....
.....



ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ใบความรู้ เรื่อง การถลุงแร่และประเภทของแร่

แร่ คือ ธาตุหรือสารประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยกระบวนการทางธรณีวิทยา ภายในโลกและที่ผิวโลก มีองค์ประกอบเป็นช่วง มีโครงสร้างและองค์ประกอบเฉพาะตัว

ประเภทของแร่

1. จำแนกตามสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ แร่โลหะ รัตนชาติ แร่โลหะ แร่เชื้อเพลิง
2. จำแนกแร่ตามประโยชน์ทางเศรษฐกิจหรือ ส่วนสินแร่ มีปริมาณมากนำมาใช้

ประโยชน์ มี 2 ประเภท

แร่ประกอบหิน หมายถึง แร่ที่เป็นส่วนประกอบแยกกระจายในหินเช่น แกรนิต ควอร์ตซ์ เฟลด์สปาร์ และไมกา

แร่เศรษฐกิจและอุตสาหกรรม หมายถึง แร่ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ

แร่ประกอบหิน หมายถึง กลุ่มของแร่ต่าง ๆ ที่มีปริมาณมากพอในเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งสามารถใช้เป็นวัตถุดิบในการหลอมเหลวหรือถลุง เพื่อให้ได้โลหะ แร่หลักชนิดต่าง ๆ จำแนกตามองค์ประกอบทางเคมี ได้ดังตาราง

ชนิด	แร่
โลหะเตี้ยว	เงิน ทองคำ บิสมัท ทองแดง แพลทินัม แพลเลเดียม
คาร์บอเนต	CaCO_3 (แคลไซต์ หินปูน) MgCO_3 (แมกนีไซต์) $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (โดโลไมต์) PbCO_3 (เซอรัสไซต์) ZnCO_3 (สมิทโซไนต์)
เฮไลต์	CaF_2 (ฟลูออไรต์) NaCl (เฮไลต์) KCl (ซิลไวต์) Na_3AlF_6 (ไครโอไลต์)
ออกไซด์	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (บอกไซต์) Al_2O_3 (คอร์ันดัม) Fe_2O_3 (ฮีมาไทต์) Fe_3O_4 (แมกนีไทต์) Cu_2O (คิวไพไรต์) MnO_2 (ไพโรลูไลต์) SnO_2 (แคสซิเทอไรต์) ZnO (ซิงไคต์)
ฟอสเฟต	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (หินฟอสเฟต) $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ (ไฮดรอกซีแอพาไทต์)
ซิลิเกต	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{O}_{18})$ (เบริล) ZrSiO_4 (เซอร์คอน) $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (แอลไบต์) $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ทัลก์)
ซัลไฟด์	Ag_2S (อาร์เจนไทต์) CdS (กรนอกไคต์) Cu_2S (คาลโคไซต์) Fe_2S (ไพไรต์) HgS (ซินนาบาร์) PbS (กาลีนา) ZnS (สฟาสเลอไรต์)
ซัลเฟต	BaSO_4 (แบไรต์) CaSO_4 (แอนไฮไดรต์) PbSO_4 (แองกลีไซต์) SrSO_4 (เซเลสไทต์) $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (เอปโซไมต์)

นอกจากนี้อาจจำแนกแร่ตามโยชน์ทางเศรษฐกิจได้ดังนี้ **แร่ประกอบหิน** หมายถึง แร่ที่เป็นส่วนประกอบของหิน เช่น หินแกรนิตประกอบด้วยแร่ควอตซ์ แร่เฟลด์สปาร์และแร่ไมกา หินปูนประกอบด้วยแร่แคลไซต์ซึ่งจะกระจายแทรกตัวอยู่ในเนื้อหินและแยกออกมา ใช้ประโยชน์ได้ยาก จึงต้องนำหินเหล่านั้นมาใช้โดยตรง เช่น นำมาใช้ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ อุตสาหกรรมก่อสร้าง หินแกรนิตหรือหินอ่อนในรูปของแผ่นหินมาใช้สำหรับปูพื้นหรือการก่อสร้าง

แร่เศรษฐกิจ หมายถึง แร่ที่มีค่าทางเศรษฐกิจและมีปริมาณมากพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในทาง อุตสาหกรรม โดยอาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ตามตาราง หรืออาจแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แร่โลหะและแร่โลหะ ตัวอย่างแร่เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย เช่น หินปูน ยิปซัม สังกะสี เหล็ก ดีบุก ตะกั่ว หินอ่อน ทราายแก้ว เฟลด์สปาร์ ดินขาว ฟลูออไรต์ โพแทชและรัตนชาติ รวมทั้ง แร่โลหะที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ถ่านหิน หินน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ โดยประเทศไทยผลิตแร่ได้มากกว่า 40 ชนิดทั้งการผลิตเพื่อส่งออกและเพื่อรองรับอุตสาหกรรมภายในประเทศ ดังตัวอย่างในตาราง

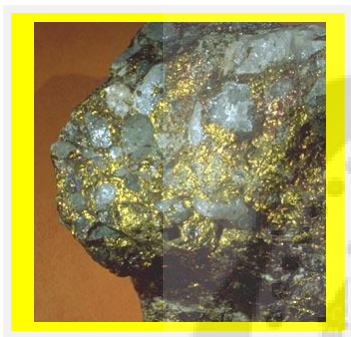
ตาราง กลุ่มแร่ที่สำคัญและตัวอย่างแร่

กลุ่มแร่	ตัวอย่าง แร่
แร่โลหะพื้นฐาน	แร่ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี พลวง ดีบุก ทังสแตน
แร่หนักและแร่หายาก	แร่แทนทาลัมโคโลมไบต์ เซอร์คอน อิลเมไนต์ โมนาไซต์
แร่โลหะมีค่า	ทองคำ ทองคำขาว เงิน
แร่ในอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า	แร่เหล็ก แมงกานีส นิกเกิล โครไมต์ โมลิบไนต์
แร่วัตถุดิบในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์	ยิปซัม หินปูน หินดินดาน ดินมาร์ลหรือดินสอพอง
แร่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง	หินอ่อน หินแกรนิต หินทราย หินกาบหรือหินชนวน
แร่รัตนชาติ	เพชร คอรัันดัม มรกต บุษราคัม โกเมน
แร่ที่ใช้เป็นเชื้อเพลิง	ถ่านหิน หินน้ำมัน น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ

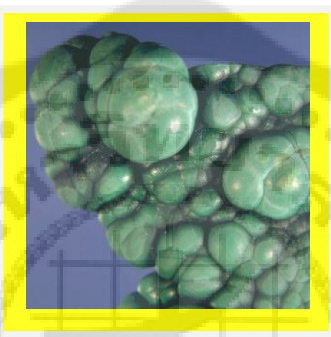
ตัวอย่างแร่ที่สำคัญในประเทศไทย ที่ควรรู้มีดังนี้

แร่ทองแดง

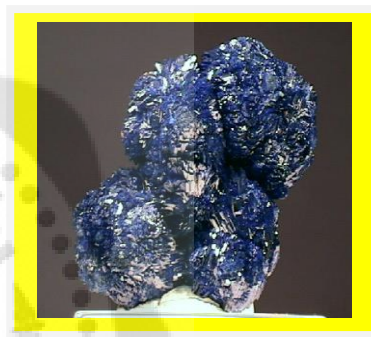
แร่ทองแดงพบที่ จ.เลย หนองคาย ขอนแก่น นครราชสีมา ตาก อุตรดิตถ์ แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน เพชรบูรณ์ ลพบุรี ฉะเชิงเทรา และกาญจนบุรี แต่ยังไม่มีการผลิต แร่ทองแดงส่วนใหญ่มีทองแดงเป็นส่วนประกอบปริมาณไม่มาก แร่ทองแดงที่สำคัญคือ แร่คาลโคไพไรต์ (CuFeS_2) ซึ่งมี FeS และ CuS ปนกันอยู่ และทั่วไปมีอะซัวร์ไรต์ (azurite ; $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$) มาลาไคต์ (malachite; $\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO}_3)$) คิวไพไรต์ (cuprite ; Cu_2O) และแร่ทองแดงธรรมชาติ (native copper; Cu)



แร่คาลโคไพไรต์



แร่มาลาไคต์



แร่อะซัวร์ไรต์



แร่คิวไพไรต์

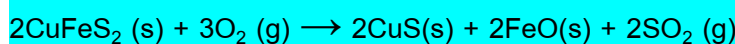


แร่ทองแดง

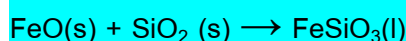
ภาพประกอบ 1 แร่ทองแดงที่สำคัญ

การถลุงแร่ทองแดง

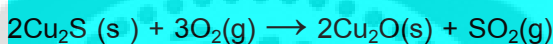
1. แยกแร่ที่ต้องการออกจากสิ่งเจือปน อาจใช้วิธีการลอยตัว เป็นต้น
2. จากนั้นนำแร่มาเผาในอากาศ หรือที่เรียกว่า การย่างแร่ ไอร์ออน (II) ซัลไฟด์บางส่วน จะถูกออกซิไดส์ เป็นไอร์ออน (II) ออกไซด์ ดังสมการ



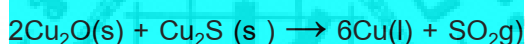
3. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปเผาพร้อมกับออกไซด์ของซิลิกอนบนเตาถลุงอุณหภูมิประมาณ 1100 °C เพื่อกำจัดไอร์ออน (II) ออกไซด์ออก ดังสมการ



ส่วนคอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์ เมื่ออยู่ในอุณหภูมิสูงจะสลายตัวได้เป็นคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ ในสถานะของเหลวซึ่งสามารถแยกออกได้ และในขั้นสุดท้ายเมื่อแยกคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์ในอากาศ บางส่วนจะเปลี่ยนเป็นคอปเปอร์ (I) ออกไซด์ ดังสมการ



และคอปเปอร์ (I) ออกไซด์กับคอปเปอร์ (I) ซัลไฟด์จะทำปฏิกิริยากันโดยมีซัลไฟต์ไอออน เป็นตัวรีดิวซ์ ดังสมการ



แต่ยังมีสิ่งเจือปนจึงต้องนำไปทำให้บริสุทธิ์ก่อน โดยทั่วไปจะใช้วิธีแยกสารละลาย ด้วยกระแสไฟฟ้า

ประโยชน์ของแร่ทองแดง

ทองแดงเป็นโลหะที่มีความสำคัญและใช้มากในอุตสาหกรรม การผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์เกี่ยวกับรถยนต์ อาวุธ เหริยญาษาปณ์ ฯลฯ และยังเป็นส่วนประกอบสำคัญในโลหะผสมหลายชนิด เช่น ทองเหลือง บรอนซ์ โลหะผสม ทองแดงนิกเกิลใช้ทำท่อในระบบกลั่น อุปกรณ์ภายในเรือเดินทะเล โลหะผสมทองแดง นิกเกิล และสังกะสี (เรียกว่า เงินนิกเกิลหรือเงินเยอรมัน) ใช้ทำเครื่องใช้ เช่น ส้อม มีด เครื่องมือแพทย์ นอกจากนี้ แร่ทองแดงที่มีลวดลายสวยงาม เช่น มาลาไคต์ อะซัวร์ไรต์ และคริโซคอลลา สามารถนำมาทำเครื่องประดับได้อีกด้วย

แร่สังกะสีและแคดเมียม

แร่สังกะสีที่พบมากที่สุดคือ แร่สฟาเลอไรต์ (ZnS) เมื่อนำมาถลุงแล้วจะอยู่ในรูปของของเหลวไม่บริสุทธิ์ ในประเทศไทยพบแร่สังกะสีในหลายจังหวัด เช่น ลำปาง แพร่ แร่สังกะสีพบมากที่สุดที่ อ.แม่สอด จ.ตาก ในรูปสังกะสีซิลิเกต ได้แก่ แร่เฮมิมอร์ไฟต์ ($Zn_4CSi_2O_7(OH)_2(H_2O)$) แร่สมิทซอไนต์ ($ZnCO_3$) และแร่ซิงไคต์ (ZnO) แต่สังกะสีที่พบมากที่สุดในโลกคือแร่สฟาเลอไรต์ (ZnS)



แร่สังกะสี



แร่แคดเมียม

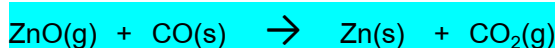
ภาพประกอบ 2 แร่สังกะสีและแคดเมียม

การถลุงแร่สังกะสี

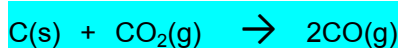
1. การถลุงจะนำแร่สังกะสี (ZnS , $ZnCO_3$) มาเปลี่ยนเป็นสารประกอบออกไซด์ (ZnO) ก่อน
2. นำ ZnO ทำปฏิกิริยากับคาร์บอนซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซ์จะได้สังกะสี (Zn) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO)



CO ที่เกิดขึ้นก็สามารถรีดิวซ์ ZnO เป็น Zn ได้เช่นกัน



CO_2 ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับ C ที่เหลือเกิด CO ซึ่งใช้ในการรีดิวซ์ ZnO ต่อไป



ในการถลุงสังกะสีจะต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ $1100^\circ C$ สังกะสีที่ได้ยังไม่บริสุทธิ์มักมีสารอื่นปนอยู่ส่วนใหญ่เป็นแคดเมียมกับตะกั่ว ในการแยกสังกะสีออกจากสารปนเปื้อนใช้วิธี

นำสังกะสีเหลวไปกลั่นลำดับส่วน หรือทำโดยวิธีอิเล็กโทรลิซิสเช่นเดียวกับการทำทองแดงให้บริสุทธิ์

สำหรับโรงงานถลุงแร่สังกะสีที่จังหวัดตาก แร่ที่ใช้ถลุงอยู่ในรูปของซิลิเกต คาร์บอเนต และออกไซด์ปนกัน ในการถลุงมีดังนี้

1. ต้องนำแร่มาบดด้วยเครื่องบดเปียกจนละเอียดเป็นผงแล้วให้ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) จะได้สารละลาย ZnSO_4 ทำสารละลายให้เป็นกลางด้วยปูนขาว กรองแยกกากแร่ออกจากสารละลายแล้ว

2. ส่วนที่เป็นกากส่งไปยังบ่อเก็บกากแร่แล้วปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยปูนขาว ส่วนสารละลาย ZnSO_4 ที่กรองได้จะมีเกลือของ CdSO_4 CuSO_4 $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$ ปนอยู่ สามารถแยกออกโดยเติมผงสังกะสีลงในสารละลาย จะเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



3. กรองตะกอน Cd Cu และ Sb ออกโดยใช้เครื่องกรองตะกอนแบบอัดสารละลาย ZnSO_4 ที่ได้จะถูกส่งไปแยกสังกะสีออกด้วยวิธีการอิเล็กโทรลิซิส Zn^{2+} จะไปรับอิเล็กตรอนที่ขั้วแคโทดกลายเป็น Zn เกาะอยู่ที่ขั้วแคโทด



ส่วนที่ขั้วแอโนดน้ำจะไปให้อิเล็กตรอนกลายเป็นก๊าซ O_2 และ H^+ ดังสมการ



ปฏิกิริยารวมคือ $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Zn(s)} + \text{yO}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$

วิธีทำ Cd จากกากแคดเมียม

1. เติม H_2SO_4 ลงในกากแคดเมียมที่บดแล้ว ทำให้เป็นกลางด้วย CaCO_3 นำไปกรอง
2. เติมผง Zn ลงในสารละลายที่กรองได้ จะได้ Cd ที่พูนตะกอน นำไปกรองจะได้ตะกอน Cd มีลักษณะพูน
3. นำ Cd ที่พูนไปเติม H_2SO_4 อีกครั้งแล้วทำให้เป็นกลางด้วย CaCO_3 แล้วกรองเอาตะกอนออก
4. สารละลายที่ได้ให้นำแยก Cd ออกด้วยกระแสไฟฟ้า นำ Cd ที่ขั้ว Cathode (-) ไปทำเป็นก้อน หรือเป็นแท่ง เพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์ต่อไป

ประโยชน์ของสังกะสี

สังกะสีที่ผลิตขึ้นมาในท้องตลาดนั้น หนึ่งในสามส่วนจะนำมาใช้ในอุตสาหกรรมกัลวาไนเซชัน(galvanisation) เป็นการเคลือบโลหะที่ผุกร่อนด้วยสังกะสี โดยการนำโลหะนั้นไปจุ่มลงในภาชนะที่บรรจุสังกะสีหลอมเหลว แต่โดยทั่วไปนิยมทำโดยวิธีการชุบด้วยไฟฟ้า (electroplating process) เช่น แผ่นเหล็กชุบสังกะสี ข้อต่อเหล็กชุบสังกะสี

สังกะสีใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในเซลล์ถ่านไฟฉาย เซลล์แอลคาไลน์ เซลล์เงิน เซลล์ปรอท เป็นต้นโลหะผสมของสังกะสีถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวาง

ประโยชน์ของแคดเมียม

โลหะแคดเมียมใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมการผลิต เซลล์นิกเกิล-แคดเมียม ทาสีในอุตสาหกรรมพลาสติก เซรามิกส์ ทาโลหะผสม และใช้โลหะแคดเมียมเคลือบเหล็กกล้า ทองแดง และโลหะอื่นๆ เพื่อป้องกันการผุกร่อน

แร่ดีบุก

แร่ดีบุกที่พบส่วนใหญ่ พบในรูปของ แร่แคสซิเทอไรต์ (SnO_2)

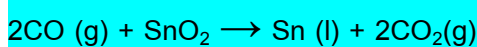
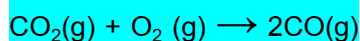
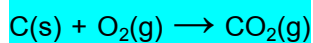


แร่ดีบุก

ภาพประกอบ 3 แร่ดีบุก

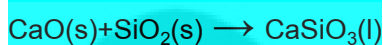
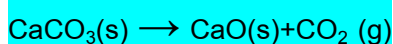
การถลุงแร่ดีบุก

1. นำเอาแร่แคสซิเทอไรต์(SnO_2) ผสมกับถ่านโค้ก และดินปูน ในอัตราส่วน 20 : 4 : 5 ใส่ในเตาเผาแบบนอน ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นดังนี้



2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้น สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้

3. ในสินแร่ดีบุกจะมีสารประกอบบางชนิดเช่น SiO_2 ปนอยู่จึงต้องกำจัดออกในขณะถลุงซึ่งทำได้โดยให้ทำปฏิกิริยากับ CaO ที่ได้จากการสลายหินปูน จะได้ผลิตภัณฑ์เป็นแคลเซียมซิลิเกตดังนี้



ประโยชน์ของดีบุก

เนื่องจากคุณสมบัติของดีบุก ทนต่อการกัดกร่อน ไม่เป็นสนิม ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย ผสมเป็นเนื้อเดียวกับโลหะอื่นได้ดี จึงมีการนำดีบุกไปใช้ประโยชน์คือ เมื่อนำดีบุกผสมกับตะกั่ว

ทำตะกั่วบัดกรี ดีบุกฉาบแผ่นเหล็กทำกระป๋องบรรจุอาหาร ดีบุกผสมกับโลหะอื่นๆ เป็นโลหะผสม (Alloy) เช่น ผสมทองแดงเป็นทองสัมฤทธิ์ ผสมกับทองแดงและพลวงใช้เป็นโลหะผสมทำภาชนะต่างๆ สารประกอบดีบุก เช่น $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบ เครื่องแก้ว ย้อมสีไหม กระจกพิมพ์ที่ไวต่อแสง เช่น กระจกพิมพ์เขียว

แร่แทนทาลัม-โคลัมไบต์

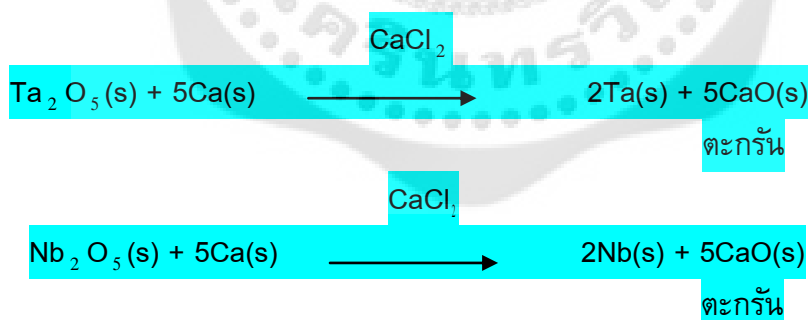
แทนทาลัมและไนโอเบียมเกิดอยู่ร่วมกันในสินแร่แทนทาลัม-โคลัมไบต์ (Fe, Mn) $(\text{Ta, Nb})_2\text{O}_6$ สินแร่แทนทาลัม-โคลัมไบต์ พบในตะกอนจากการถลุงแร่ดีบุก ประเทศไทยมีการผลิตผงแทนทาลัมเพนตะออกไซด์ (Ta_2O_5) และไนโอเบียมเพนตะออกไซด์ (Nb_2O_5) จากตะกอนดีบุก



ภาพประกอบ 4 แร่แทนทาลัม-โคลัมไบต์

การถลุงแร่แทนทาลัม-โคลัมไบต์

1. โดยนำตะกรันดีบุกมาบดให้ละเอียด แล้วละลายด้วยสารละลายผสมของกรดไฮโดรฟลูออริกกับกรดซัลฟิวริก
2. เติมเมทิลไอโซบิวทิลคีโตนลงไป สารประกอบของแทนทาลัมและไนโอเบียมจะละลายอยู่ในชั้นของเมทิลไอโซบิวทิลคีโตน
3. แยกชั้นของเมทิลไอโซบิวทิลคีโตนออกมา แล้วเติมกรดซัลฟิวริกเจือจางลงไป ไนโอเบียมจะละลายอยู่ในชั้นของกรด
4. แยกชั้นของสารละลายกรดออกและทำสารละลายให้เป็นกลาง ด้วยสารละลายแอมโมเนีย จะได้ตะกอน เมื่อนำไปเผาจะได้ Nb_2O_5 เกิดขึ้น
5. แทนทาลัมที่ละลายอยู่ในชั้นของเมทิลไอโซบิวทิลคีโตน แยกออกได้โดยการผ่านไอน้ำเข้าไป จะได้แทนทาลัมละลายอยู่ในชั้นของน้ำในรูปของสารประกอบ H_2TaF_7 เมื่อเติมสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์แล้วนำไปตกผลึก จะได้สาร K_2TaF_7 ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้ แต่ถ้านำ H_2TaF_7 มาเติมสารละลายแอมโมเนียจนเกิดตะกอน
6. เมื่อนำตะกอนไปเผาจะได้ Ta_2O_5 เกิดขึ้น Ta_2O_5 และ Nb_2O_5 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้โดยตรง แต่ถ้าต้องการสกัดจนได้โลหะ Ta และ Nb ต้องใช้โลหะแคลเซียมทำปฏิกิริยากับ Ta_2O_5 หรือ Nb_2O_5 โดยมี $CaCl_2$ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



การสกัดแร่แทนทาลัม-โคลัมไบต์นั้น ก่อนปล่อยน้ำทิ้งลงสู่สิ่งแวดล้อมจึงต้องกำจัดสารเจือปน และปรับสภาพน้ำทิ้งให้เป็นกลาง นอกจากนี้ตะกรันดีบุก อาจมีสารกัมมันตรังสี เช่น ยูเรเนียมและทอเรียมปนอยู่ด้วย จึงต้องตรวจสอบปริมาณสารกัมมันตรังสีไม่ให้มีปริมาณมากเกินไปตามมาตรฐาน

ประโยชน์ของแทนทาลัมกับไนโอเบียม

โลหะแทนทาลัมมีสีเทาเงิน จุดหลอมเหลว 2996°C เป็นโลหะทนไฟ มีความแข็งและเหนียวใกล้เคียงกับเหล็กกล้า นำมาใช้ทำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องส่งสัญญาณกันภัย เครื่องตั้งเวลาทำโลหะผสมที่ทนความร้อนสูงเพื่อใช้ทำบางส่วนของลำตัวเครื่องบิน ทำหัวของจรวดชีปนาวุธ อุปกรณ์ในเตาปฏิกรณ์ปรมาณู ใช้แทนทาลัมออกไซด์เคลือบเลนส์เพื่อให้สมบัติในการสะท้อนแสงได้ดี

โลหะไนโอเบียมมีสีเทาเงิน จุดหลอมเหลว 2487°C มีความแข็งและเหนียวใกล้เคียงกับทองแดง เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดี แปรรูปได้ง่าย จึงนำมาใช้ทำโลหะผสมที่มีสมบัติพิเศษ เช่น ทนแรงดัน มีความเหนียว ไม่เป็นสนิม ทนต่อการกัดกร่อนและนำไฟฟ้าได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ยังใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์นิวเคลียร์ ส่วนประกอบของเครื่องบินและชีปนาวุธได้





เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มมส. ค้นพบว่านมหากาพพืชมหัศจรรย์ช่วยฟื้นสภาพดิน

ดร.วรรณดี นาคบรรพต และคณะ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

โดย เคนการเกษตร ข้อมูลประชาสัมพันธ์ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

การบำบัดโดยใช้พืช (Phytoremediation) เป็นการใช้ความสามารถของพืชเพื่อบำบัดสารมลพิษทั้งสารอินทรีย์และอนินทรีย์ ที่ปนเปื้อนในดิน น้ำ และอากาศ เพื่อลดอันตรายของสารมลพิษที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการบำบัดที่พึ่งพาสิ่งที่มีอยู่แล้วในระบบธรรมชาติ จึงเป็นการบำบัดที่มีค่าดำเนินการต่ำเมื่อเทียบกับการบำบัดโดยวิธีทางฟิสิกส์และเคมี (Physicochemical treatment) และเป็นวิธีการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สามารถบำบัดได้ในพื้นที่ปนเปื้อน (in situ) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้บำบัดสารมลพิษ

คณะนักวิจัยสำรวจที่มี ดร.วรรณดี นาคบรรพต จากภาควิชาชีววิทยา คณะ

วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นหัวหน้าโครงการ พบพืชที่ชื่อ “ว่านมหากาพ” (*Gynura pseudochina* (L.DC.)) ในบริเวณเหมืองสังกะสีของ บริษัท ผาแดง อินดัสตรี จำกัด อ.แม่สอด จ.ตาก สามารถเจริญอยู่รอดได้ตลอดปี ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งในฤดูร้อนและความชื้นสูงในฤดูฝน

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ค่าโลหะที่สะสมในต้นว่านมหากาพ พบว่าเป็นพืชที่สามารถสะสมโลหะหนักสังกะสีและแคดเมียมได้สูง และมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้ในการฟื้นฟูสภาพดินในเหมืองแร่ แต่กลไกการสะสมโลหะของต้นว่านมหากาพยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาสถานะออกซิเดชัน การเกิดสารประกอบคงตัวและรูปแบบทางเคมีของโลหะแคดเมียมและสังกะสี รวมถึงศึกษาการกระจายตัวและการส่งผ่านโลหะหนัก และโลหะพื้นฐานในส่วนต่างๆ ของพืช ด้วยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ หรือ X-ray absorption fine structure (XAFS) และการเรืองแสงด้วยรังสีเอกซ์จากแสงซินโครตรอน หรือ Synchrotron X-ray fluorescence (SXRF)) ซึ่งพบว่าการส่งผ่านสังกะสีจากส่วนรากไปสู่ส่วนหัว และส่งผ่านไป ตามท่อลำเลียง ไปยังลำต้นและใบ

คณะนักวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบการกระจายตัวของโลหะสังกะสีของเนื้อเยื่อส่วนลำต้นตัดขวางใกล้ส่วนหัว (ลำต้นใต้ดิน) ของว่านมหากาพที่รดเฉพาะสารละลายสังกะสี และรดด้วยสารละลายสังกะสีและแคดเมียม



ภาพประกอบ 1 ลักษณะดอก ต้น ราก หัวของว่านมหากาฬ



ภาพประกอบ 2 เหมืองแร่สังกะสี บ.ผาแดงอินดัสตรี จำกัด อ.แม่สอด จ.ตาก

พบว่ามึลักษณะคล้ายกันคือ พบการสะสมสังกะสีมากในบริเวณชั้นคอร์เทกซ์ ส่วนเนื้อเยื่อพาเรงคิมา (parenchyma) และที่มีการสะสมน้อยในเนื้อเยื่อบริเวณแกนกลางลำต้น (pith) และเนื้อเยื่อลำเลียง และการกระจายตัวของโลหะส่วนใหญ่มีการสะสมในบริเวณเดียวกัน และพบ K และ Ca กระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของต้นว่านมหากาฬ

ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (XAFS) และการวิเคราะห์โครงสร้างการเรืองแสงด้วยรังสีเอกซ์จากแสงซินโครตรอน (EXAFS) แสดงให้เห็นว่ามีสังกะสีบางส่วนที่อยู่ในส่วนของโบสามารถละลายได้ซึ่งยังไม่เคยมีผู้ใดรายงาน ดังนั้นหากนำต้นว่านมหากาฬมาใช้ในการบำบัดสังกะสีควรเก็บเกี่ยวพืชภายในเวลา 2 เดือน หรือก่อนที่พืชจะมีการทิ้งใบ เพื่อป้องกันการชะละลายกลับของสังกะสีสู่สิ่งแวดล้อม

จากผลการทดลองทำให้ทราบถึงกลไกที่เกี่ยวข้องกับการสะสมโลหะแคดเมียมและสังกะสีในต้นว่านมหากาฬ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปสู่ความรู้เกี่ยวกับการนำพืชในกลุ่มว่านหรือพืชหัวไปใช้ในการฟื้นฟูสภาพดินปนเปื้อนโลหะหนัก และสามารถนำประสบการณ์ในการศึกษาวิจัยไปใช้ในการศึกษาการสะสมโลหะหนักโดยพืชชนิดอื่น หรือโลหะชนิดอื่นได้

ชื่อ-นามสกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
โรงเรียน.....	วันที่.....	



ใบศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวางแผนและควบคุมโครงการลงทุนองแดงในประเทศสาธารณรัฐ ประชาธิปไตยประชาชนลาว

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง การวางแผนและควบคุมโครงการลงทุนองแดงในประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. เกิดปัญหาอะไรขึ้น จึงทำวิจัยเรื่องนี้ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

2. วิเคราะห์ผลการวิจัยว่าเป็นอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

3. ผลการวิจัยเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนได้อย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

4. ความสำคัญของการวิจัยเรื่องนี้ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

5. วิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัย (2 คะแนน)

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

เรื่อง แร่รัตนชาติ (แผนที่ 5)

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

แร่รัตนชาติมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทยมาก แร่รัตนชาติเป็นแร่ หินหรืออินทรีย์วัตถุธรรมชาติที่นำมาใช้เป็นเครื่องประดับ ที่มีความสวยงาม ทนทาน และหาได้ยาก การตรวจสอบสมบัติแร่รัตนชาติได้แก่ ตรวจสอบรูปผลึก ความถ่วงจำเพาะ ดัชนีหักเห แสง และความแข็ง การเพิ่มคุณภาพแร่รัตนชาติทำได้โดยการเจียระไน การเผา การอบรังสี การย้อม การเคลือบสี และการฉายแสงเลเซอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติประโยชน์และวิธีพัฒนาคุณภาพของแร่รัตนชาติได้

ด้านกระบวนการ

นักเรียนมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์
2. นักเรียนสนใจใฝ่เรียนรู้

สมรรถนะสำคัญ

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิด

สาระการเรียนรู้

1. องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติของแร่รัตนชาติ

แร่รัตนชาติเป็นแร่ หรือ หินบางชนิดหรืออินทรีย์วัตถุที่นำมาเจียระไน เพื่อใช้เป็นเครื่องประดับ มีความงามทนทาน และหายาก โดยปกติแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ แร่ที่พบในธรรมชาติ สารประกอบจากสิ่งมีชีวิต แร่รัตนชาติแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบทางเคมีต่างกัน ขึ้นอยู่กับกลุ่มของธาตุ และสมบัติของแร่ ได้แก่ ระดับความแข็ง ความถ่วงจำเพาะ ค่าดัชนีหักเหของแสง

2. เทคนิคและวิธีการเพิ่มคุณภาพของแร่รัตนชาติ

การเพิ่มคุณภาพของแร่ได้หลายวิธี เช่น การเจียรระไน การเผา การอาบรังสี การย้อมเคลือบสี และการฉายแสงเลเซอร์ วิธีการเหล่านี้ช่วยให้อัญมณีมีความงดงามและมีคุณค่ามากขึ้น

3. ประโยชน์ของแร่รัตนชาติ

แร่รัตนชาติเป็นที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เพราะเป็นสินค้าส่งออกที่ทำรายได้ให้มาก

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ก่อเกิดปัญหา

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนยกตัวอย่างแร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยที่นักเรียนรู้จัก

2. ครูผู้สอนนำภาพแร่รัตนชาติ 9 ชนิด หรือนพรัตน์ ให้นักเรียนดูโดยไม่บอกว่าชื่ออะไรบ้าง ครูสุ่มถามชื่อของแต่ละชนิดมีชื่ออะไรบ้าง และถามนักเรียนว่าทั้ง 9 ชนิดนี้คิดว่ามีอะไรที่แตกต่างกันบ้าง กระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ

3. ครูผู้สอนถามนักเรียนว่า “ถ้ามองด้วยตาเปล่า แล้วนักเรียนจำไม่ได้ว่าทั้ง 9 ชนิดนี้คืออะไรบ้าง ถ้านักเรียนทำหล่นลงพื้นทั้งหมด แล้วนักเรียนต้องจัดเป็นกลุ่มนักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการจำแนก” ให้นักเรียนออกมาเขียนคำตอบบนกระดานพร้อมกับเขียนเลขที่ของตนเองกำกับ ครูผู้สอนกระตุ้นและจูงใจให้นักเรียนกล้าคิดและกล้าแสดงออกโดยการออกมาเขียนบนกระดาน



2. ออกแบบแนวทาง

ครูผู้สอนแจกใบความรู้ เรื่ององค์ประกอบของทางเคมีและสมบัติของแร่รัตนชาติ เป็นคู่มือวางแผนกันทำงานร่วมกัน นักเรียนศึกษาร่วมกันเป็นคู่

3. ค้นหาคำตอบ

นักเรียนศึกษาร่วมกันเป็นคู่พร้อมทั้งตอบคำถามจากการศึกษา ในเวลา 10 นาที และเขียนคำตอบลงในกระดาษที่ครูแจกให้

4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ

ครูผู้สอนสุ่มถามคำตอบจากการศึกษาร่วมกันเป็นคู่ ครูและนักเรียนอภิปรายและสรุปร่วมกันถึงคำตอบ

5. เสริมความรู้

1. ครูผู้สอนถามนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากรู้ อยากเห็นว่า “แร่รัตนชาติที่เราได้มาจากการทำเหมืองแร่ เป็นแร่ที่สมบูรณ์พร้อมกับการซื้อขายหรือไม่อย่างไร” “ถ้าเขาจะมีวิธีการแก้ไขความไม่สมบูรณ์และเพิ่มคุณภาพของแร่ได้อย่างไร” ให้นักเรียนคิดคำตอบของคำถามที่ครูถามและเขียนใส่กระดาษไว้ พร้อมเขียนชื่อในกระดาษ และส่งให้ครูผู้สอน

2. ครูให้นักเรียนนำคำตอบที่นักเรียนเขียนส่งครูว่าการแก้ปัญหาของความไม่สมบูรณ์และการเพิ่มคุณภาพของแร่รัตนชาติทำอย่างไร โดยให้นักเรียนไปศึกษาข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคำตอบของนักเรียนหรือใกล้เคียง แต่ถ้าหากไม่มีข้อมูลที่นักเรียนตอบก็สามารถเป็นวิธีการแก้ปัญหาอย่างอื่นได้ ให้นักเรียนศึกษาร่วมกันเป็นคู่ คือ 2 คนต่อ 1 งานวิจัย

3. ครูผู้สอนชี้แนะและแนะนำในการหาข้อมูลงานวิจัยที่นักเรียนสามารถหาได้จากแหล่งข้อมูลทั้งในห้องสมุด วารสาร และสื่อออนไลน์จากสถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน) http://www.git.or.th/2013/research_center01.html รวมทั้งหน่วยงานต่างๆ เช่น

- กองฟิสิกส์ สำนักงานพลังงาน ปรมาณูเพื่อสันติ มีการศึกษาวิจัยการเพิ่มคุณภาพอัญมณี โดยวิธีการอบรังสี

- กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีโครงการวิจัย และพัฒนา การเพิ่มมูลค่าพลอย เพื่อการส่งออก

- สาขาวิจัยอุตสาหกรรมโลหะ และเซรามิก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย มีการศึกษาวิจัยการปรับปรุงคุณภาพอัญมณี โดยใช้เทคนิคทางวิทยาศาสตร์

- ภาควิชาฟิสิกส์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี มีการศึกษา และพัฒนาการสร้างเตาไฟฟ้าอุณหภูมิสูง สำหรับใช้ในการเผาพลอย และมีการศึกษาวิจัยการปรับปรุงคุณภาพอัญมณี

- ภาควิชาเหมืองแร่และปิโตรเลียม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาธรณีวิทยา และ

ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกันศึกษาวิจัย การสร้างเตาเผาพลอยโดยใช้แก๊ส

4. ให้นักเรียนนำเสนองานวิจัยที่ตนเองค้นหาข้อมูลโดยการออกแบบนำเสนอใส่กระดาษ A4 โดยออกแบบตามความคิดของกลุ่มตนเอง พร้อมนำเสนอในคาบต่อไป

(ชั่วโมงที่ 2) 5. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนองานวิจัยที่คู่ของตนเองศึกษามา ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายงานวิจัยและสรุปเทคนิคและการเพิ่มคุณภาพแร่รัตนชาติร่วมกัน ดังนี้

ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยให้มีการเพิ่มคุณภาพของแร่ได้หลายวิธี เช่น การเจียรระไน การเผา การอาบรังสี การย้อมเคลือบสี และการฉายแสงเลเซอร์ วิธีการเหล่านี้ช่วยให้อัญมณีมีความงดงามและมีคุณค่ามากขึ้น

การเจียรระไน เป็นเทคนิคที่ทำให้อัญมณีมีความแวววาวเป็นประกายและมีสีสดเด่นชัดขึ้น โดยใช้เครื่องมือทำให้เป็นเหลี่ยม เพื่อให้แสงหักเหสะท้อนกลับไปมาภายในผลึกและสะท้อนออกด้านหน้า

การเผาพลอยหรือการหุงพลอย คือ การทำให้พลอยมีสีสดใสสวยงามยิ่งขึ้น โดยการนำพลอยมาให้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิและภาวะที่เหมาะสม จนธาตุต่างๆในเนื้อพลอยเปลี่ยนและสีเปลี่ยนไปถาวร

การย้อมเคลือบสี คือ การเผาพลอยรวมกับสารเคมีบางชนิด ทำให้พลอยมีสีสดใสสวยงามขึ้น สารเคมีที่ใช้จะมีส่วนผสมของธาตุมลทินที่ทำให้พลอยชนิดนั้นเกิดสีตามธรรมชาติ แต่จะแตกต่างกับการเผาพลอยตรงที่ สีที่เกิดขึ้นสามารถอยู่ได้เพียงชั่วคราวเท่านั้น

การอาบรังสี คือ การนำพลอยไปอาบรังสีแกมมาจากโคบอลต์-60 ทำให้สีเปลี่ยนแปลง

6. ประเมินความรู้

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนเห็นว่งานวิจัยส่วนใหญ่เกิดจากการมีปัญาเกิดขึ้นแล้วคิดหาวิธีที่จะแก้ไขปัญานั้นๆ ให้เกิดประโยชน์ที่สุด และแนะนำการนำเสนอให้ครบเนื้อหาพร้อมทั้งกระบวนการวิจัย

2. ครูผู้สอนให้นักเรียนแสดงผลงานของตนเอง โดยปะตรงสถานที่ที่ครูเตรียมไว้ให้ และครูแจกกระดาษรูปยิ้ม ☺ ให้นักเรียนทุกคนในห้องคนละ 3 รูป ให้นักเรียนแปะรูปยิ้มงานของเพื่อนที่ตนเองชื่นชอบได้ 3 งานงานละ 1 รูป ให้ใช้เวลาว่างมาศึกษาภายในเวลา 2 วัน ครูผู้สอนนำคะแนนรูปยิ้มมาสรุปในคาบถัดไปและชื่นชมพร้อมกับแนะนำ

3. ครูผู้สอนแจกใบงาน เรื่อง แร่รัตนชาติให้นักเรียนทำส่งในคาบถัดไป

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. รูปภาพแร่รัตนชาติ 9 ชนิด
2. ใบความรู้เรื่อง องค์ประกอบของทางเคมีและสมบัติของแร่รัตนชาติ
3. ใบงาน เรื่อง แร่รัตนชาติ

4. ฐานข้อมูล Internet ดังนี้
 สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน). สืบค้น เมื่อวันที่
 5 กันยายน 2556. จาก http://www.git.or.th/2013/research_center01.html

การวัดและการประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ 1. ตรวจสอบการตอบคำถาม เรื่อง องค์ประกอบของ ทางเคมีและสมบัติของแร่ รัตนชาติ	เกณฑ์การตรวจคำตอบ	ได้ 6 คะแนนขึ้นไป จาก 10 คะแนน
2. ตรวจสอบงาน เรื่อง แร่ รัตนชาติ	เกณฑ์การตรวจใบงาน	ได้ 6 คะแนนขึ้นไป จาก 10 คะแนน
3. ตรวจสอบใบศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ เทคนิคและการเพิ่ม คุณภาพของแร่รัตนชาติ	เกณฑ์การตรวจการศึกษา งานวิจัย	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านกระบวนการ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการ จัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	เกณฑ์การให้คะแนนสามารถ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่าง สร้างสรรค์	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
	เกณฑ์การให้คะแนนสนใจใฝ่ เรียนรู้	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
สมรรถนะที่สำคัญ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ	ได้คะแนน 7 ขึ้นไปจาก 15 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนการสรุปงานวิจัย

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1. ออกแบบ	ออกแบบความคิด ได้ดีและ สร้างสรรค์	ออกแบบความคิด ได้ดีและสร้างสรรค์ เล็กน้อย	ออกแบบ ความคิดได้ดี	ออกแบบ ความคิดได้
2. ลำดับเรื่อง/ เหตุการณ์ได้ดี	ลำดับเรื่อง เหตุการณ์ได้ดี ไม่สลับวากวน	ลำดับเรื่อง เหตุการณ์ได้ดี แต่สลับที่บ้าง	ลำดับเรื่องได้ดี แต่วากวนไปมา	ลำดับเรื่องได้ ไม่ดีและวากวน ไปมา
3. ใช้ภาษา สื่อสาร ได้ดี	ใช้ภาษาสื่อสาร ในภาษาเขียนได้ดี ทำให้เข้าใจสิ่งที่ สื่อสารอย่าง ชัดเจน	ใช้ภาษาสื่อสารได้ดี ภาษาเขียนได้ดี แต่ยังสื่อสารไม่ค่อย ชัดเจน	ใช้ภาษาสื่อสาร ไม่ชัดเจน เท่าที่ควร	ใช้ภาษาสื่อสาร ไม่ชัดเจน
4. วิเคราะห์ กระบวนการ วิจัย	วิเคราะห์ถูกต้อง ครบถ้วน กระบวนการวิจัย	วิเคราะห์ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	วิเคราะห์เนื้อหา ถูกต้องเล็กน้อย และไม่ครบถ้วน	วิเคราะห์ เนื้อหาไม่ ถูกต้องและ ไม่ครบถ้วน
5. แหล่งข้อมูล	มีความน่าเชื่อถือ บอกแหล่งที่มา สอดคล้องกับเรื่อง ที่เรียน	มีความน่าเชื่อถือ บอกแหล่งที่มา ไม่สอดคล้องกับ เรื่องที่เรียน	มีความน่าเชื่อถือ ไม่บอก แหล่งที่มา ไม่สอดคล้อง กับเรื่องที่เรียน	ไม่มีความ น่าเชื่อถือ ไม่บอก แหล่งที่มา ไม่สอดคล้อง กับเรื่องที่เรียน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
(การสรุปงานวิจัยและนำเสนอ)

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การจัดกระทำข้อมูล(จากการออกแบบสรุปงานวิจัย)	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภทเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ชัดเจน และตรงประเด็น	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภทเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภท	จัดกระทำข้อมูลใหม่ โดยการเรียงลำดับแยกประเภทได้แต่ไม่ครบถ้วน
การนำเสนอข้อมูล	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น มีความน่าสนใจ ถูกต้อง เนื้อหาครบถ้วน	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น มีความน่าสนใจ ถูกต้อง	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น มีความน่าสนใจ	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจน และตรงประเด็น

เกณฑ์การให้คะแนนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ กำหนดเป้าหมาย การกำหนดกลวิธีการปฏิบัติงาน กลุ่ม	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การวางแผนการทำงาน การรับฟังความคิดของเพื่อน	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การวางแผนการทำงาน	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจน้อยมาก หรือไม่มี

เกณฑ์การให้คะแนนสนใจใฝ่เรียนรู้

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความใฝ่ใจ และ พอใจใคร่สืบ เสาะหาความรู้	สืบเสาะหา ความรู้จาก แหล่งข้อมูล ที่ครูชี้แนะและ แหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่หลากหลาย และมี ความพอใจ ในการหาความรู้	สืบเสาะหา ความรู้จาก แหล่งข้อมูล ที่ครูชี้แนะและ แหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่หลากหลาย	สืบเสาะหา ความรู้จาก แหล่งข้อมูล ที่ครูชี้แนะ	ไม่สนใจสืบ เสาะหาความรู้ จากแหล่งข้อมูล ที่ครูชี้แนะ
ความ กระตือรือร้น	มีความ กระตือรือร้น ในการเรียนรู้สิ่ง ต่าง ๆ สม่ำเสมอ	มีความ กระตือรือร้น ในการเรียนรู้ บ้าง	มีความ กระตือรือร้น ในการเรียนรู้ น้อยมาก	ไม่มีความ กระตือรือร้น ในการเรียนรู้

แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง : ให้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

สมรรถนะ ด้าน	สมรรถนะด้าน	ระดับคุณภาพ			
		ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ความสามารถ ในการปัญหา	สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้				
	สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย				
	ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา				
ความสามารถ ในการสื่อสาร	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม				
	ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ				

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ดีมาก	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ดี	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ต้องปรับปรุง	คือ ไม่เคยปฏิบัติพฤติกรรม	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การสรุปผล

ดีมาก	16- 20	คะแนน
ดี	11-15	คะแนน
พอใช้	2-10	คะแนน
ต้องปรับปรุง	1	คะแนน

แบบประเมินตนเองของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
 วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.....
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....
 ผู้สอน ครูอุลิสสา ราชวัตร

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากที่เรียนในเรื่องนี้

.....

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกับการกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

.....

3. นักเรียนชอบกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือไม่

.....

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

.....

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ผู้สอน ครูอลิสรา ราชวัตร

1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ (ใบงาน/ชิ้นงาน/การนำเสนอ)

.....

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์/สมรรถนะ

.....

.....

.....

.....

ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

3. ด้านปัญหาหรืออุปสรรค

.....
.....
.....
.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการพัฒนาต่อไป

.....
.....
.....
.....



ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



**ใบความรู้ เรื่อง องค์ประกอบของทางเคมี
และสมบัติของแร่รัตนชาติ**

ตาราง องค์ประกอบของทางเคมีและสมบัติของแร่รัตนชาติบางชนิด

กลุ่มแร่	ตัวอย่าง แร่รัตน ชาติ	องค์ประกอบหลัก ทางเคมี	ระดับความ แข็งของโมส์	ความถ่วงจำ เพาะ	ค่าดัชนีหักเห แสง
-	เพชร	C	10	3.52	2.417
ซิลิเกต	มรกต	$\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$	7.50-8	2.72	1.577-1.583
	โกเมน	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$	6.50-7	3.84	1.875
	เพทาย	ZrSiO_4	6.50-7.50	4.70	1.777-1.987
	มุก	KAlSi_3O_8	6-6.50	2.56	1.518-1.526
	โทแพซ	$\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})$	8	3.49-3.57	1.606-1.638
ออกไซด์	ทับทิม	Al_2O_3	9	4	1.762-1.770
	ไพลิน				
	บุษราคัม	BeAl_2O_4	8.50	3.73	1.746-1.755
	ไพฑูรย์				
	โอปอ				
ฟอสเฟต	เทอร์คอย	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	5-6	2.6-2.8	1.610-1.650



1. เพราะเหตุใดเพชรจึงมีความแข็งแรงที่สุด (3 คะแนน)

.....

.....

2. ทับทิม ไพลิน และบุษราคัม จัดเป็นแร่ชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

.....

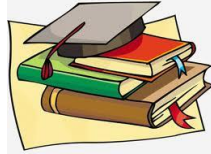
.....

3. ไข่มุก เกิดขึ้นได้อย่างไร และจัดเป็นรัตนชาติหรือไม่ (3 คะแนน)

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
โรงเรียน.....วันที่.....



ใบงาน เรื่อง แร้วรัตนชาติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. แร้วรัตนชาติมีสมบัติต่างจากแร่ชนิดอื่นอย่างไร (1 คะแนน)

.....
.....
.....

2. เพชรและทับทิมมีองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

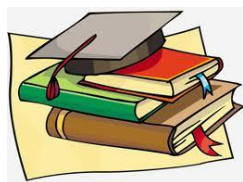
.....
.....
.....

3. ถ้าต้องการทำอัญมณีให้มีความงดงามมากขึ้น จะมีวิธีการทำได้อย่างไร (3 คะแนน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. เพชรสังเคราะห์และเพชรเทียมต่างกันอย่างไร (3 คะแนน)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



เฉลยใบงาน เรื่อง แร่รัตนชาติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. แร่รัตนชาติมีสมบัติต่างจากแร่ชนิดอื่นอย่างไร

ตอบ แร่รัตนชาติมีสมบัติแตกต่างจากแร่ชนิดอื่นคือมีความสวยงามเมื่อผ่านการเจียรไน แข็งแรงมีความคงทน และเป็นแร่ที่หายาก

2. เพชรและทับทิมมีองค์ประกอบทางเคมีและสมบัติต่างกันอย่างไร

ตอบ เพชร เป็นผลึกของธาตุ C ที่มีโครงสร้างผลึกร่างตาข่าย มีความแข็งมาก ไม่นำไฟฟ้า นำความร้อนได้ดีกว่าทองแดงถึง 5 เท่า มีทุกสีมีค่าดัชนีหักเหของแสง 2.14 และความถ่วงจำเพาะ 3.52 ทับทิม ส่วนประกอบหลัก คือ อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) มีความแข็งน้อยกว่าเพชร มีสีแดง ใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ มีค่าดัชนีหักเหของแสงอยู่ในช่วง 1.76-1.77 และมีความถ่วงจำเพาะ 4.00

3. ถ้าต้องการทำอัญมณีให้มีความงามมากขึ้น จะมีวิธีการทำได้อย่างไร

ตอบ- การเจียรไน โดยใช้เครื่องมือตัดแร่ให้เป็นเหลี่ยม เพื่อให้แสงหักเหสะท้อนกลับ ไปมาภายในผลึกและสะท้อนออกมาทางด้านหน้า

- การเผาหรือการหลอม โดยนำพลอยมาให้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิ และภาวะที่เหมาะสม จนทำให้ธาตุต่างๆ ในเนื้อพลอยมีการจัดเรียงตัวใหม่หรือเปลี่ยนเลขออกซิเดชัน ทำให้พลอยใสขึ้น และสีเปลี่ยนไปอย่างถาวร

- การย้อมเคลือบสี เป็นการเผาพลอยรวมกับสารเคมีบางชนิดที่เกิดขึ้นจะเคลือบเฉพาะบริเวณ ผิวหน้าของเนื้อพลอย เป็นการชั่วคราวเท่านั้น

- การอาบรังสี รังสีจะทำให้ธาตุมลทินเปลี่ยนเลขออกซิเดชันจึงทำให้สีของพลอยเปลี่ยนแปลงได้

- การฉายแสงเลเซอร์ ใช้กำจัดจุดตำดำของธาตุมลทินในเนื้อพลอยเพื่อเพิ่มคุณภาพให้พลอยด้วย

4. เพชรสังเคราะห์และเพชรเทียมต่างกันอย่างไร

ตอบ เพชรสังเคราะห์ ทำได้จากการอัดแกรไฟต์ (C) ภายใต้ความดันประมาณ 50,000 – 100,000 atm และอุณหภูมิประมาณ 2,000 °C โดยใช้ Cr, Fe หรือ Pt เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เพชรชนิดนี้ จะมีความแข็ง ความถ่วงจำเพาะค่าดัชนีหักเหแสงและโครงสร้างผลึกเหมือนกับเพชรธรรมชาติ ทุกประการ การทำต้องใช้ต้นทุนสูงมาก มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน และราคาแพง ส่วนเพชรเทียม มีส่วนประกอบอื่นที่ไม่ใช่คาร์บอน โดยทำส่วนประกอบเหล่านั้นให้มีโครงสร้างผลึกเช่นเดียวกับ เพชร เพชรเทียมมีการกระจายแสงสูงกว่าเพชรธรรมชาติจึงทำให้เป็นประกายแวววาว และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าเพชรธรรมชาติมาก ทำให้สังเกตเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ที่รู้จักกันดีคือ เพชรรัสเซีย ซึ่งมีส่วนประกอบของเซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO_2) และผสมด้วย อิตเทรียมออกไซด์ (Y_2O_3) หรือแคลเซียมออกไซด์ (CaO) เพียงเล็กน้อย

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

เรื่อง การผลิตสารฟอกขาว(แผนที่7)

เวลา 2 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

สารฟอกขาวเป็นสารประกอบไฮโปคลอไรต์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมเส้นด้าย ฟอกเยื่อกระดาษ การจัดกลิ่นและใช้เป็นสารฆ่าเชื้อโรคในน้ำแต่โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) มีสมบัติกัดกร่อนสูง ถ้าใช้ในปริมาณมากอาจกัดกร่อนสิ่งที่ฟอกเสียหายได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการผลิตสารฟอกขาวได้
2. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์และผลกระทบบของสารฟอกขาวได้

ด้านกระบวนการ

นักเรียนมีทักษะการทดลอง

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สมรรถนะสำคัญ

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้

การผลิตสารฟอกขาว

การผลิตสารฟอกขาวอย่างง่าย คือ หยดกรด HCl ลงใน KMnO_4 จะได้แก๊สคลอรีนเกิดขึ้น แล้วเมื่อผ่านแก๊สคลอรีนลงในสารละลาย NaOH จะเกิด ผลิตภัณฑ์เป็น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) และ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เนื่องจากได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารละลาย แสดงว่าโซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ละลายน้ำได้ แล้วเมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและแดง พบว่าจะเปลี่ยนเป็นสีขาวทั้งคู่ สรุปได้ว่า โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) มีสมบัติการฟอกจางสี

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ก่อเกิดปัญหา

1. ครูผู้สอนนำมาผ้าเช็ดหน้าสีขาวที่เลอะปากกาเคมีเขียนกระดาษ ครูถามนักเรียนว่า “ครูควรจะทำอย่างไรให้ผ้าสีขาวเหมือนเดิม” ให้นักเรียนร่วมกันหาวิธี “ครูผู้สอนถามว่าถ้าใช้ผงซักฟอกธรรมดาจะขจัดคราบหมึกได้หรือไม่ หรือควรใช้สิ่งใด”

2. ออกแบบแนวทาง

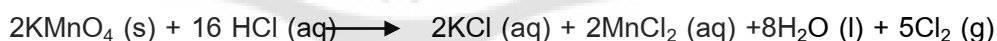
1. ครูผู้สอนเชื่อมโยงว่าเราสามารถชำระฟอกขาวได้หรือไม่
2. กระตุ้นความสนใจนักเรียนว่า นักเรียนรู้ไหมว่าเราสามารถที่จะผลิตสารฟอกขาวนี้ขึ้นมาเองเพื่อทำความสะอาดผ้าเช็ดหน้าของคุณได้
3. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน คละเด็กเก่ง กลาง อ่อน จากเกรดวิชาเคมีของภาคเรียนที่ผ่านมา
4. ครูผู้สอนแจกใบกิจกรรม เรื่อง การเตรียมสารฟอกขาวโซเดียมไฮโปคลอไรต์ และให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันศึกษาและออกแบบการทดลอง โดยครูเตรียมอุปกรณ์ไว้ด้านหลังห้องให้นักเรียนจัดเตรียมอุปกรณ์เอง

3. ค้นหาคำตอบ

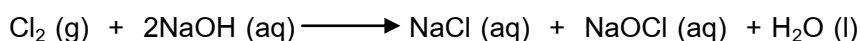
นักเรียนในกลุ่มร่วมกันทำการลงมือปฏิบัติการทดลองพร้อมกับเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วบันทึกผลการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้น ตามที่นักเรียนในกลุ่มออกแบบร่วมกัน

4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทดลองของกลุ่มตนเอง โดยใช้รูปแบบนำเสนอตามที่กลุ่มตนเองออกแบบไว้ รวมทั้งบอกวิธีอุปสรรคและวิธีการแก้ปัญหาของการทำงาน
2. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปการผลิตสารฟอกขาว ดังนี้ เมื่อหยดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นลงในโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จะเกิดปฏิกิริยาได้แก๊สคลอรีน ดังนี้



ผ่านแก๊สคลอรีนลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะได้โซเดียมไฮโปคลอไรต์และโซเดียมคลอไรต์



ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นสารละลาย แสดงว่า NaOCl ที่เกิดขึ้นละลายได้ในน้ำ และเมื่อทดสอบบนกระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน กระดาษทั้งสองสีเปลี่ยนเป็นสีขาวแสดงว่า NaOCl มีสมบัติฟอกจางสี การฟอกจางสีของสารฟอกขาวเกิดจากแก๊สคลอรีนที่สลายตัวจากโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ซึ่งมีสมบัติในการกัดกร่อนสูง

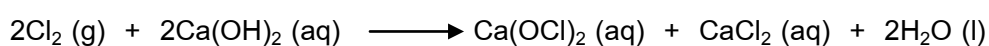
5. เสริมความรู้

ครูผู้สอนถามนักเรียนว่า "ถ้าในการทดลองใช้สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์แทน สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ จะได้หรือไม่และมีปฏิกิริยาเป็นอย่างไร" ให้นักเรียนคิดหาคำตอบ นำมาตอบครั้งต่อไป โดยให้นักเรียนสามารถมาของวัสดุอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองนอกเวลา

6. ประเมินความรู้

1. ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนจากการใส่ใจมาทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหานอกเวลาเรียน

2. คำตอบของปัญหาที่นักเรียนต้องได้คือ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น



$\text{Ca}(\text{OCl})_2(\text{s})$ มีสมบัติในการฟอกจางสีเช่นเดียวกับ $\text{NaOCl}(\text{aq})$ แต่เป็นสารฟอกขาวที่อยู่ในรูปของแข็ง ส่วน $\text{NaOCl}(\text{aq})$ เป็นสารฟอกขาวที่อยู่ในรูปสารละลาย เนื่องจากเป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี

สื่อและแหล่งเรียนรู้

ใบกิจกรรม เรื่อง การเตรียมสารฟอกขาวโซเดียมไฮโปคลอไรต์

วัสดุ และอุปกรณ์

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง | 2. หลอดทดลองชนิดมีแขนข้างพร้อมจุกยาง |
| 3. ช้อนเบอร์ 2 | 4. สายพลาสติกยาว 30 cm |
| 5. หลอดทดลองขนาดกลาง | 6. หลอดทดลองขนาดเล็ก |
| 7. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 | 8. หลอดหยด |
| 9. กระจกนาฬิกา | |

สารเคมี

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต | 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm^3 |
| 3. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น | 4. กระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน |
| 5. น้ำแข็ง | |

การวัดและการประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ ใบกิจกรรม เรื่อง การเตรียมสารฟอกขาวโซเดียมไฮโปคลอไรต์	เกณฑ์การตรวจใบกิจกรรม	ได้ 6 คะแนนขึ้นไป จาก 10 คะแนน
ด้านกระบวนการ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการทดลอง	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	เกณฑ์การให้คะแนนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
สมรรถนะที่สำคัญ สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ	ได้คะแนน 7 ขึ้นไปจาก 15 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนสามารถในทักษะการทดลอง

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
ความสามารถในการออกแบบ	กำหนดวิธีการอุปกรณ์สารเคมีอย่างถูกต้องเหมาะสมและใช้อย่างถูกวิธีทุกครั้ง	กำหนดวิธีการอุปกรณ์สารเคมีอย่างถูกต้องเหมาะสม	กำหนดวิธีการอุปกรณ์สารเคมีอย่างถูกต้อง	กำหนดวิธีการอย่างถูกต้อง
การปฏิบัติการทดลอง	ทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ทันเวลาใช้อุปกรณ์และสารเคมีอย่างถูกต้องคล่องแคล่วและเหมาะสม	ทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ทันเวลาใช้อุปกรณ์และสารเคมีอย่างถูกต้อง	ทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ทันเวลา	ทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้แต่ไม่ทันเวลา
การบันทึกผลและสรุปผล	บันทึกผลคล่องแคล่วถูกต้องและออกแบบบันทึกผลที่เหมาะสมกับข้อมูลสรุปผลถูกต้องและครบถ้วน	บันทึกผลคล่องแคล่วถูกต้องและออกแบบบันทึกผลที่เหมาะสมกับข้อมูลสรุปผลถูกต้อง	บันทึกผลคล่องแคล่วถูกต้องและออกแบบบันทึกผลที่เหมาะสมกับข้อมูล	บันทึกผลคล่องแคล่วถูกต้อง

เกณฑ์การให้คะแนนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การมีส่วนร่วม ในการตัดสินใจ กำหนดเป้าหมาย การกำหนดกลวิธี การปฏิบัติงาน กลุ่ม	มีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจ การวางแผน การทำงาน การรับฟัง ความคิด ของเพื่อน	มีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจ การ วางแผนการ ทำงาน	มีส่วนร่วมใน การตัดสินใจ	มีส่วนร่วมในการ ตัดสินใจน้อย มากหรือไม่มี



แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง : ให้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

สมรรถนะ ด้าน	สมรรถนะด้าน	ระดับคุณภาพ			
		ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ความสามารถ ในการปัญหา	สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้				
	สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย				
	ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา				
ความสามารถ ในการสื่อสาร	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม				
	ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ				

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ดีมาก	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ดี	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ต้องปรับปรุง	คือ ไม่เคยปฏิบัติพฤติกรรม	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การสรุปผล

ดีมาก	16- 20	คะแนน
ดี	11-15	คะแนน
พอใช้	2-10	คะแนน
ต้องปรับปรุง	1	คะแนน

แบบประเมินตนเองของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
 วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.....
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....
 ผู้สอน ครูอติลา ราชวัตร

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากที่เรียนในเรื่องนี้

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกับการกิจกรรมนี้หรือไม่ อย่างไร

3. นักเรียนชอบกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือไม่

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ผู้สอน ครูอลิสา ราชวัตร

1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียน

ด้านความรู้ (ใบงาน/ชิ้นงาน/การนำเสนอ)

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์/สมรรถนะ

.....

.....

.....

ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

3. ด้านปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

.....

.....

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการพัฒนาต่อไป

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น.....เลขที่.....
โรงเรียน.....วันที่.....



ใบกิจกรรม เรื่องการเตรียมสารฟอกขาว
โซเดียมไฮโปคลอไรด์

ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

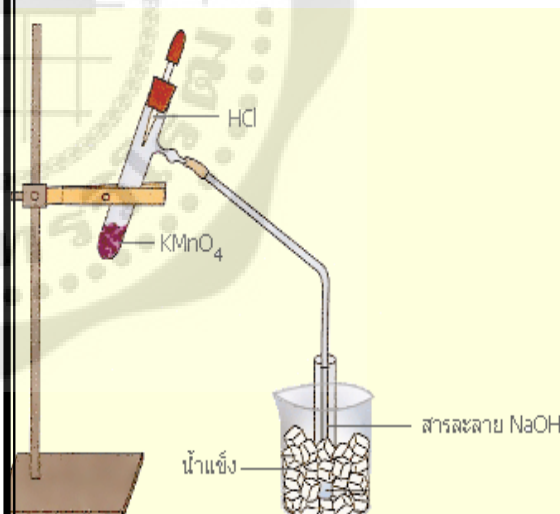
.....
เตรียมการค้นหาคำตอบ
.....
.....
.....

วัสดุ และอุปกรณ์

1. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง
2. หลอดทดลองชนิดมีแขนข้างพร้อมจุกยาง
3. ช้อนเบอร์ 2
4. สายพลาสติกยาว 30 cm
5. หลอดทดลองขนาดกลาง
6. หลอดทดลองขนาดเล็ก
7. บีกเกอร์ขนาด 250 cm³
8. หลอดหยด
9. กระจกนาฬิกา

สารเคมี

1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm³
3. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
4. กระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน
5. น้ำแข็ง



ติดตั้งอุปกรณ์และสารเคมีดังภาพ แล้ว
หยดกรดไฮโดรคลอริกอย่างช้าๆและผ่านแก๊สที่
เกิดขึ้นลงไปหลอดทดลอง ประมาณ 10
นาที นำสารละลายที่ได้ในหลอดทดลอง
ทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน
สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ออกแบบการทดลอง (flow chart)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการหาคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ในการทดลองเตรียมสารฟอกขาว เหตุใดจึงต้องแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำแข็ง

.....

.....

สารฟอกขาวช่วยทำให้เส้นผ้าขาวขึ้น แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะเกิดผลเสียอย่างไร

.....

.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
โรงเรียน.....วันที่.....



เฉลยใบกิจกรรม เรื่องการเตรียมสารฟอกขาว
โซเดียมไฮโปคลอไรต์

ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น นักเรียนตั้งปัญหาที่เกิดขึ้น

เตรียมการค้นหาคำตอบ

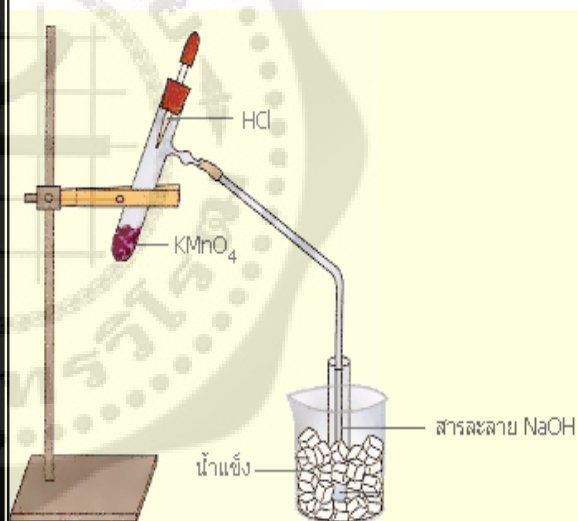
ขึ้นอยู่กับนักเรียนออกแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ และสมมติฐาน

วัสดุ และอุปกรณ์

1. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง
2. หลอดทดลองชนิดมีแขนข้างพร้อมจุกยาง
3. ช้อนเบอร์ 2
4. สายพลาสติกยาว 30 cm
5. หลอดทดลองขนาดกลาง
6. หลอดทดลองขนาดเล็ก
7. บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3
8. หลอดหยด
9. กระจกนาฬิกา

สารเคมี

1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm^3
3. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
4. กระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน
5. น้ำแข็ง



ติดตั้งอุปกรณ์และสารเคมีดังภาพ แล้ว
หยดกรดไฮโดรคลอริกอย่างช้าๆและผ่านแก๊สที่
เกิดขึ้นลงไปหลอดทดลอง ประมาณ 10
นาที นำสารละลายที่ได้ในหลอดทดลอง
ทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน
สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ออกแบบการทดลอง (flow chart)

ขึ้นอยู่กับนักเรียนออกแบบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผลการหาคำตอบ

ขึ้นอยู่กับนักเรียนออกแบบ มีรายละเอียดดังนี้

1. สารละลายที่เตรียมได้มีสีเหลืองแกมเขียวและมีกลิ่นฉุน
2. เมื่อนำสารละลายที่เตรียมไว้มาทดสอบ ด้วยกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและแดง พบว่าจะเปลี่ยนเป็นสีขาวยังคู่

สรุปผลการหาคำตอบ

เมื่อหยดกรด HCl ลงใน KMnO_4 จะได้แก๊สคลอรีนเกิดขึ้น แล้วเมื่อผ่านแก๊สคลอรีนลงในสารละลาย NaOH จะเกิด ผลิตภัณฑ์เป็น โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) และ โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เนื่องจากได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารละลาย แสดงว่า โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) ละลายน้ำได้ แล้วเมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและแดง พบว่าจะเปลี่ยนเป็นสีขาวทั้งคู่ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า โซเดียมไฮโปคลอไรต์ (NaOCl) มีสมบัติการฟอกขาวสี



ในการทดลองเตรียมสารฟอกขาว เหตุใดจึงต้องแช่โซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำแข็ง

ในการเตรียมสารฟอกขาว NaOCl ต้องแช่ NaOH ในน้ำแข็งเพราะปฏิกิริยาที่เตรียมสารฟอกขาว NaOCl เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนซึ่งความร้อนจะทำให้ NaOCl สลายตัวได้ง่าย จึงต้องแช่ NaOH ในน้ำแข็งเพื่อลดความร้อนดังกล่าว สารฟอกขาวช่วยทำให้เสื้อผ้าขาวขึ้น แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะเกิดผลเสียอย่างไร

สารฟอกขาวช่วยทำให้เสื้อผ้าขาวขึ้น แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะเกิดผลเสียคือ สารนี้จะกัดกร่อนเส้นใยของเสื้อผ้าให้ขาดเร็ว และทำให้สีของเสื้อผ้าซีดจางอย่างรวดเร็วได้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE

แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

เรื่อง อุตสาหกรรมปุ๋ย (แผนที่ 10)

เวลา 3 ชั่วโมง

สาระสำคัญ

ปุ๋ย คือ สารที่ใส่ลงในดินเพื่อให้ปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืช โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม การนำปุ๋ยมาใช้ในการเกษตรเป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศ

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมได้
2. นักเรียนสามารถสรุปหลักการที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมได้
3. นักเรียนสามารถระบุผลกระทบที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยชนิดต่างๆได้

ด้านกระบวนการ

นักเรียนมีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

สมรรถนะสำคัญ

1. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร
2. นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้

1. ประเภทของปุ๋ย

ปุ๋ย มี 2 ประเภท คือ ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยธรรมชาติที่ได้จากการเน่าเปื่อยผุพังของซากสิ่งมีชีวิต เมื่อใส่ในดินซากสิ่งมีชีวิตจะค่อยๆสลายตัวและปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืช ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากการผลิตหรือสังเคราะห์จากแร่ธาตุต่างๆ หรือ เป็น

ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ซึ่งจะมีธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช

2. ปุ๋ยเคมีที่เป็นธาตุอาหารสำคัญ ดังนี้

2.1 ปุ๋ยไนโตรเจน เป็นปุ๋ยเคมีที่ให้ธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุหลัก ซึ่งช่วยให้พืชเจริญเติบโตดี ลำต้น ใบ แข็งแรง สามารถสร้างโปรตีนได้อย่างเพียงพอ โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต $((\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4)$ เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊ส NH_3 กับ H_2SO_4 และปุ๋ยยูเรีย $(\text{NH}_2\text{CONH}_2)$ เตรียมจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊ส NH_3 กับแก๊ส CO_2

2.2 ปุ๋ยฟอสเฟต เป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสในรูปของสารประกอบฟอสเฟต ใช้หินฟอสเฟต $(\text{CaF}_2 \cdot 3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2)$ เป็นวัตถุดิบการผลิตปุ๋ยฟอสเฟต ในส่วนประกอบหินฟอสเฟตจะมี CaF_2 ซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดจะได้ HF ซึ่งระเหยง่ายและเป็นพิษ จึงกำจัดโดยการผ่านแก๊สลงในน้ำทำให้ได้สารที่เป็นกรด ซึ่งทำให้เป็นกลางโดยทำปฏิกิริยากับโซดาแอชหรือหินปูน

2.3 ปุ๋ยโพแทสเซียม เป็นปุ๋ยที่มีธาตุโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบ ปุ๋ยชนิดนี้นิยมบอกความเข้มข้น เป็นค่าร้อยละโดยมวลของ K_2O ปุ๋ยโพแทสเซียมชนิดต่างๆ เช่น โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ปุ๋ยที่บริสุทธิ์ 95% นั้นจะมีโพแทสเซียมที่อยู่ในรูป K_2O เท่ากับ 60% ผลิตมาจากสินแร่โพแทสเซียม เช่น sylvinite เป็นต้น ในสมัยก่อน แหล่งของปุ๋ยโพแทสเซียมได้จากขี้เถ้าจากเตาถ่าน หรือจากการเผากิ่งไม้ ใบไม้และเศษเหลือของพืช

2.4 ปุ๋ยผสม เป็นการนำแม่ปุ๋ยและส่วนผสมต่างๆมาบดให้เข้ากันแล้วอัดเป็นเม็ด ในแต่ละเม็ดจะมีธาตุอาหารตรงตามสูตรที่ต้องการ ส่วนอีกแบบหนึ่งคือการนำแม่ปุ๋ยที่มีขนาดเล็กใกล้เคียงกันมาผสมกัน เพื่อให้ได้สูตรตามความต้องการ และอาจมีการบดให้ละเอียดจนเข้ากันดี ทำให้ปุ๋ยแต่ละเม็ดอาจมีธาตุอาหารแตกต่างกัน

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ก่อเกิดปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนดูรูปภาพ ดังต่อไปนี้



สุ่มให้นักเรียนตอบว่า ปัจจัยอะไรบ้างที่ทำให้พืชผักนี้เจริญเติบโต (น้ำ อากาศ ปุ๋ย) ครูกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ที่อยู่ในปุ๋ย

2. ครูผู้สอนถามนักเรียนว่า จากความรู้เดิมของนักเรียน ว่า “ปุ๋ยมีกี่ประเภท อะไรบ้าง”

3. ครูผู้สอนและนักเรียนสรุปร่วมกัน (ความรู้เดิม) ได้ว่า “ปุ๋ย มี 2 ประเภท คือ ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นปุ๋ยธรรมชาติที่ได้จากการเน่าเปื่อยผุพังของซากสิ่งมีชีวิต เมื่อใส่ในดินซากสิ่งมีชีวิตจะค่อยๆสลายตัวและปล่อยธาตุอาหารออกมาให้พืช ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ เป็นปุ๋ยที่ได้จากการผลิตหรือสังเคราะห์จากแร่ธาตุต่างๆ หรือ เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมบางชนิด ซึ่งจะมีธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สามารถปลดปล่อยให้แก่พืชได้ง่ายและเร็ว มี 2 ประเภทคือ ปุ๋ยเดี่ยวหรือแม่ปุ๋ย และปุ๋ยผสม

4. ครูผู้สอนถามนักเรียนว่า “นักเรียนคิดว่าทำไมเกษตรกรส่วนมากนิยมใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่าปุ๋ยอินทรีย์” (ปุ๋ยอินทรีย์มีธาตุอาหารน้อย รวมทั้งมีปริมาณและสัดส่วนไม่แน่นอน)

5. ครูผู้สอนสมมติสถานการณ์ว่า “ถ้านักเรียนจะร่วมหุ้นกับเพื่อนในกลุ่มจัดตั้งโรงงานการผลิตปุ๋ย แต่ปัญหาสำคัญของนักเรียนตอนนี้คืออะไร” (ไม่มีความรู้เรื่องการผลิต)

2. ออกแบบแนวทาง

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มๆละ 5-6 คน คละเด็กเก่ง กลาง อ่อน จากเกรดวิชาเคมีของภาคเรียนที่ผ่านมา ให้แต่ละกลุ่มออกมาจับฉลาก โดยจะมีทั้งหมด 4 หัวข้อ 1 กลุ่มจะได้ 1 ข้อ ซึ่งครูชี้แนะข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

- ปุ๋ยไนโตรเจน ยกตัวอย่างปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ พร้อมทั้งกระบวนการผลิตและการนำวัตถุดิบมาใช้ในการผลิตปุ๋ย และประโยชน์ของปุ๋ยไนโตรเจน

- ปุ๋ยฟอสเฟต บอกแหล่งแร่ฟอสเฟตในประเทศไทย สาเหตุที่ต้องผลิตปุ๋ยฟอสเฟตจากหินฟอสเฟต ผลพลอยได้จากการผลิต และประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟต

- ปุ๋ยโพแทสเซียม บอกถึงแหล่งแร่โพแทสเซียมในประเทศไทย ชนิดของแร่โพแทสเซียม วิธีการผลิตปุ๋ยโพแทสเซียมจากรูโพแทสเซียม และประโยชน์ของปุ๋ยโพแทสเซียม

- ปุ๋ยผสม อธิบายการผลิตปุ๋ยผสมในประเทศไทย รวมถึงปัญหาและแนวทางการแก้ไขที่เกิดขึ้นในการใช้ปุ๋ยเคมี

2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลที่ได้เพื่อนำเสนอในชั่วโมงต่อไป โดยนำเสนอรูปแบบเป็นของกลุ่ม ครูผู้สอนแนะนำการนำเสนอที่แปลกใหม่ เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การนำเสนอใช้เพาเวอร์พอยต์ การอ่านข่าว เป็นต้น เพื่อเพิ่มความสนใจในการฟัง

3. ให้นักเรียนร่วมกันประชุมกลุ่มเพื่อออกแบบการนำเสนอและแบ่งงานเพื่อรับผิดชอบ

3. ค้นหาคำตอบ

นักเรียนร่วมกันทำงานจากที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้เสร็จทันเวลาและสมบูรณ์

4. นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (ชั่วโมงที่ 2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนองานของกลุ่มตนเอง ครูผู้สอนและนักเรียนอภิปรายพร้อมสรุปร่วมกัน และครูชี้ให้นักเรียนเห็นว่าปุ๋ยเคมีมีประโยชน์ทางการเกษตร แต่ยังมีโทษที่เกิดขึ้น

5. เสริมความรู้

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนในกลุ่มนักเรียนกลุ่มกันเป็นวงกลมในกลุ่มของตนเอง โดยครูให้ประเด็นว่า “สิ่งที่นักเรียนเห็นว่าเป็นปัญหาและต้องการแก้ไขของการเกษตรกับการใช้ปุ๋ยในชุมชนหรือประเทศเรา” ให้เวลา 15 นาที ในการเล่าประสบการณ์ของแต่ละคนว่าเคยฟังจากข่าวหรือประสบการณ์จริงที่เกี่ยวข้อง เมื่อแต่ละคนพูดคุยกัน ต้องมีคนที่ทำหน้าที่จดบันทึกประสบการณ์ของแต่ละคน เพื่อนำมาส่ง

2. เมื่อหมดเวลาครูผู้สอนให้นักเรียนตัดสินใจว่าเรื่องที่เพื่อนเล่าเรื่องไหนเป็นประเด็นปัญหาที่น่าสนใจที่กลุ่มต้องการศึกษามากที่สุดและบอกเหตุผลว่าเพราะเหตุใดจึงเลือก ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ

3. ครูผู้สอนให้นักเรียนทำวิจัยเกี่ยวกับเรื่องที่กลุ่มเลือกไว้ โดยใช้กระบวนการวิจัยในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากหนังสือ สื่อออนไลน์ หรือผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น พร้อมนำเสนอ ครูผู้สอนให้เวลา 2 อาทิตย์ ครูผู้สอนชี้แนะนักเรียนให้นำเสนอตาม กระบวนการวิจัยที่นักเรียนศึกษาและรูปแบบการนำเสนอขึ้นอยู่กับกลุ่ม

6. ประเมินความรู้ (ชั่วโมงที่ 3)

1. ครูผู้สอนให้นักเรียนทำใบงาน เรื่องอุตสาหกรรมปุ๋ย

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนองานวิจัยของกลุ่มตนเอง

3. ครูผู้สอนและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปถึงการวิจัยของแต่ละกลุ่มที่วิเคราะห์ทางด้านกระบวนการวิจัย ความสำคัญของการวิจัยในปัญหาและประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. รูปภาพ สวนผัก
2. ใบงาน เรื่องอุตสาหกรรมปุ๋ย
3. ห้องสมุด
4. สื่อออนไลน์
5. ผู้เชี่ยวชาญ

การวัดและการประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ -ไปงาน เรื่องอุตสาหกรรม ปួយ	เกณฑ์การตรวจไปงาน	ได้ 6 คะแนนขึ้นไป จาก 10 คะแนน
-งานกลุ่มเรื่อง ปួយ	เกณฑ์การตรวจชิ้นงาน	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านกระบวนการ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการ จัดกระทำและสื่อความหมาย ข้อมูล	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	เกณฑ์การให้คะแนนสามารถ ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่าง สร้างสรรค์	ได้คะแนนระดับ 2 ขึ้นไป
สมรรถนะที่สำคัญ สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน	แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ	ได้คะแนน 7 ขึ้นไปจาก 15 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนงานกลุ่มเรื่อง ปู่เกณฑ์การให้คะแนนการสรุปความรู้ของกลุ่ม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1. ออกแบบ	ออกแบบความคิด ได้ดีและ สร้างสรรค์	ออกแบบความคิด ได้ดีและ สร้างสรรค์ เล็กน้อย	ออกแบบ ความคิดได้ดี	ออกแบบ ความคิดได้
2. ลำดับเรื่อง/ เหตุการณ์ได้ดี	ลำดับเรื่อง เหตุการณ์ได้ดี ไม่สลับวาทน	ลำดับเรื่อง เหตุการณ์ได้ดีแต่ สลับที่บ้าง	ลำดับเรื่องได้ดี แต่วาทนไปมา	ลำดับเรื่องได้ไม่ ดี และวาทน ไปมา
3. ใช้ภาษา สื่อสารได้ดี	ใช้ภาษาสื่อสารใน ภาษาเขียนได้ดีทำ ให้เข้าใจสิ่ง ที่สื่อสารอย่าง ชัดเจน	ใช้ภาษาสื่อสารได้ ดีภาษาเขียนได้ดี แต่ยังสื่อสารไม่ ค่อยชัดเจน	ใช้ภาษาสื่อสาร ไม่ชัดเจน เท่าที่ควร	ใช้ภาษาสื่อสาร ไม่ชัดเจน
4. เนื้อหา	เนื้อหาถูกต้อง ครบถ้วน	เนื้อหาถูกต้องแต่ ไม่ครบถ้วน	เนื้อหาไม่ถูกต้อง บางส่วนและ ไม่ครบถ้วน	เนื้อหาไม่ถูกต้อง และไม่ครบถ้วน

เกณฑ์การให้คะแนนทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การจัดกระทำข้อมูล(จากการออกแบบรายงาน)	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภทเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นชัดเจนและตรงประเด็น	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภทเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นชัดเจน	จัดกระทำข้อมูลใหม่โดยการเรียงลำดับแยกประเภท	จัดกระทำข้อมูลใหม่ โดยการเรียงลำดับแยกประเภทได้แต่ไม่ครบถ้วน
การนำเสนอข้อมูล	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจนและตรงประเด็น มีความน่าสนใจ ถูกต้อง เนื้อหาครบถ้วน	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจนและตรงประเด็น มีความน่าสนใจ ถูกต้อง	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจนและตรงประเด็น มีความน่าสนใจ	อธิบายและนำเสนอได้อย่างชัดเจนและตรงประเด็น

เกณฑ์การให้คะแนนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

เกณฑ์	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ กำหนดเป้าหมาย การกำหนดกลวิธีการปฏิบัติงาน กลุ่ม	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การวางแผนการทำงาน การรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การวางแผนการทำงาน	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ	มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ น้อยมากหรือไม่มี

แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ

คำชี้แจง : ให้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

สมรรถนะ ด้าน	สมรรถนะด้าน	ระดับคุณภาพ			
		ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
ความสามารถ ในการปัญหา	สามารถแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้				
	สามารถตัดสินใจได้เหมาะสมตามวัย				
	ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา				
ความสามารถ ในการสื่อสาร	มีความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจของตนเอง โดยใช้ภาษาอย่างเหมาะสม				
	ใช้วิธีการสื่อสารที่เหมาะสม				
	มีประสิทธิภาพ				

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพ

ดีมาก	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและสม่ำเสมอ	ให้ 4 คะแนน
ดี	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติชัดเจนและบ่อยครั้ง	ให้ 3 คะแนน
พอใช้	คือ พฤติกรรมที่ปฏิบัติบางครั้ง	ให้ 2 คะแนน
ต้องปรับปรุง	คือ ไม่เคยปฏิบัติพฤติกรรม	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การสรุปผล

ดีมาก	16- 20	คะแนน
ดี	11-15	คะแนน
พอใช้	2-10	คะแนน
ต้องปรับปรุง	1	คะแนน

แบบประเมินตนเองของนักเรียน

ชื่อ-นามสกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
 วัน..... ที่..... เดือน..... พ.ศ.....
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่..... เรื่อง.....
 ผู้สอน ครูอติลา ราชวัตร

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามดังต่อไปนี้

1. นักเรียนได้เรียนรู้เรื่องอะไรบ้างจากที่เรียนในเรื่องนี้

2. นักเรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนหรือไม่ อย่างไร

3. นักเรียนชอบกิจกรรมการสอนนี้หรือไม่ อย่างไร และพบปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือไม่

4. หลังจากเรียนจบนักเรียนยังไม่เข้าใจหรือสงสัยเรื่องใดบ้าง

ลงชื่อ.....

ผู้บันทึก

แบบบันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....

ผู้สอน ครูอลิสรา ราชวัตร

1. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ด้านการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้

ด้านความรู้ (ใบงาน/ชิ้นงาน/การนำเสนอ)

.....

.....

.....

ด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์/สมรรถนะ

.....

.....

.....

ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

3. ด้านปัญหาหรืออุปสรรค

.....

.....

.....

.....

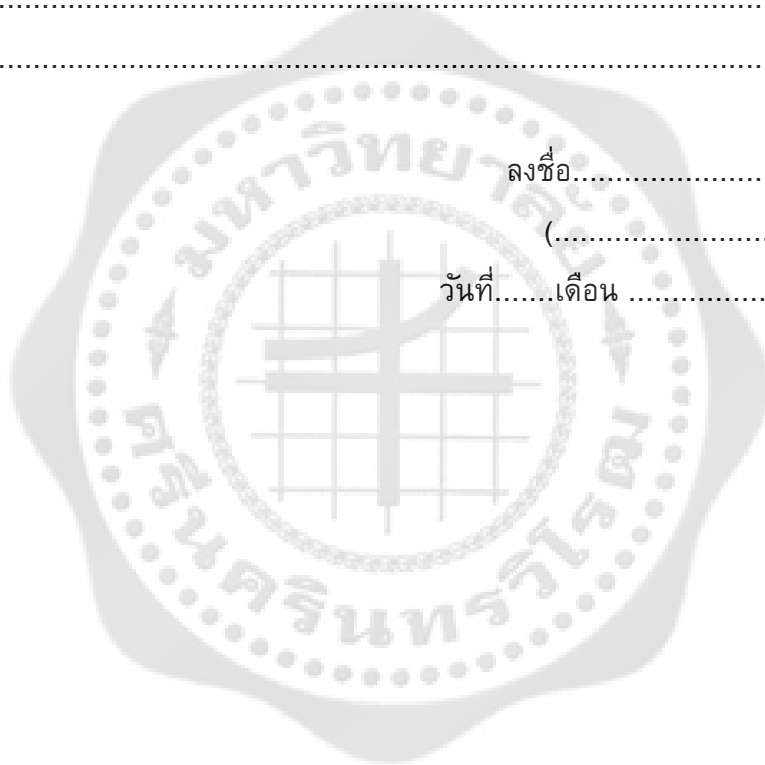
4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการพัฒนาต่อไป

.....

.....

.....

.....

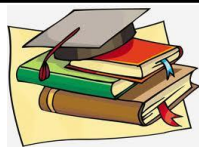


ลงชื่อ.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
โรงเรียน.....วันที่.....



ใบงาน เรื่อง อุตสาหกรรมปุ๋ย

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การผลิตปุ๋ยซุบเปอร์ฟอสเฟต มีสารมลพิษที่เป็นอันตรายเกิดขึ้นหรือไม่ และจะแก้ไขได้อย่างไร (2 คะแนน)

.....
.....
.....

2. กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีใช้หลักการวิทยาศาสตร์ใดบ้าง (2 คะแนน)

.....
.....
.....

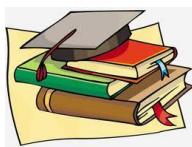
3. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีมีประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างไร (2 คะแนน)

.....
.....
.....

4. การใช้ปุ๋ยเคมีต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ จะทำให้ดินเป็นกรด ดินแข็งและเสื่อมสภาพ เป็นเพราะเหตุใด (2 คะแนน)

.....
.....
.....

ชื่อ-นามสกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....
โรงเรียน.....	วันที่.....	



เฉลยใบงาน เรื่อง อุตสาหกรรมปุ๋ย

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. การผลิตปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต มีสารมลพิษที่เป็นอันตรายเกิดขึ้นหรือไม่ และจะแก้ไขได้อย่างไร (2 คะแนน)

ตอบ มีสารมลพิษที่เป็นอันตรายเกิดขึ้น คือ กรด HF ซึ่งเป็นสารที่ระเหยง่าย วิธีแก้ไข ผ่าน HF ลงในน้ำให้ทำปฏิกิริยาอีกทีหนึ่ง

2. กระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยเคมีใช้หลักการวิทยาศาสตร์ใดบ้าง(1 คะแนน)

ตอบ การหมัก การควบแน่น การละลาย การสลาย

3. ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีมีประโยชน์ต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอย่างไร(3 คะแนน)

ตอบ ช่วยปรับปรุงดินให้ดีขึ้น ช่วยสร้างเสริมให้จุลินทรีย์ในดินทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะทำให้พืชให้ผลเร็วและในจำนวนมาก

4. การใช้ปุ๋ยเคมีต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ จะทำให้ดินเป็นกรด ดินแข็งและเสื่อมสภาพ เป็นเพราะเหตุใด(3 คะแนน)

ตอบ ปุ๋ยมีคุณสมบัติเป็นกรดทำให้ดินเปลี่ยนสภาพไปกลายเป็นกรดวิธีแก้คือเติมเบส เช่น ปูนขาว

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม
รายวิชา เคมี

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
โรงเรียน.....วันที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 30 ข้อ 4 ตัวเลือก
2. ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ห้ามขีดเขียนหรือทำเครื่องหมายใดๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้เป็นอันขาด
4. ให้นักเรียนส่งคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้กรรมการคุมสอบทันทีเมื่อหมด

เวลา

5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบให้เรียบร้อย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2556
รายวิชา เคมี (ว 3222) เรื่อง ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม เวลา 60 นาที

<p>ผลการเรียนรู้ที่ 1 อธิบายหลักการถลุงแร่และการสกัดแร่ดีบุก ทองแดง สังกะสี แคดเมียม ทังสแตน พลวง แทนทาลัม ไนโอเบียม และเซอร์โคเนียม พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยา พร้อมทั้งบอกประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>1. ขั้นตอนสุดท้ายของการถลุงทองแดง แสดงด้วยปฏิกิริยา</p> $2\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{Cu}_2\text{S}(\text{s}) \rightarrow 6\text{Cu}(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g})$ <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <p>1) Cu_2O และ Cu_2S เป็นตัวออกซิไดส์</p> <p>2) Cu_2S มี S ถูกออกซิไดส์</p> <p>3) ทองแดงเปลี่ยนเลขออกซิเดชันจาก + 1 เป็น 0</p> <p>4) กำมะถันเปลี่ยนเลขออกซิเดชันจาก - 2 เป็น + 4</p> <p>ก. ข้อ 1 2 และ 3 ข. ข้อ 2 และ 3</p> <p>ข. ข้อ 3 และ 4 ง. ถูกต้องทุกข้อ</p> <p>2. ข้อความใดต่อไปนี้ กล่าวผิด</p> <p>ก. สารประกอบเรืองแสงของทังสแตนนำมาใช้เป็นสีเขียวและสีเหลืองในการย้อมไหม</p> <p>ข. ดีบุกผสมกับไทเทเนียม และ อะลูมิเนียม ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องบินและยานอวกาศ</p> <p>ค. Ta_2O_5 และ Nb_2O_5 ถูกรีดิวซ์ด้วยโลหะแคลเซียมโดยมีแคลเซียมคลอไรด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาจะได้โลหะแทนทาลัมและไนโอเบียมและแคลเซียมออกไซด์</p> <p>ง. โลหะแทนทาลัมมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าโลหะไนโอเบียม มีผลให้โลหะแทนทาลัมมีความเหนียวน้อยกว่าโลหะไนโอเบียม</p>	<p>3. ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องใช้สารจำพวกปรอท ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียมและสังกะสีควรมีลักษณะของสภาพโรงงานเพื่อให้คนงานที่ปฏิบัติงานได้รับอันตรายจากสารจำพวกนี้น้อยที่สุด โดยโรงงานควรมีวิธีการป้องกันตามข้อใด</p> <p>ก. ให้คนงานใส่เสื้อคลุมและถุงมือ</p> <p>ข. มีระบบการทำงานโดยเครื่องจักรกลแทนแรงงานคน</p> <p>ค. มีระบบการจัดการน้ำทิ้งของโรงงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน</p> <p>ง. มีระบบถ่ายเทอากาศภายในโรงงานที่ดี</p> <p>4. พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1) แร่ประกอบหิน เป็นแร่ที่อยู่ชั้นเปลือกโลกจะกระจายตัวแทรกอยู่ในเนื้อหินนำออกมาใช้ประโยชน์ได้ยาก</p> <p>2) แร่โลหะนิยมนำมาถลุงหรือแยกก่อนนำมาใช้ประโยชน์</p> <p>3) แร่โลหะเป็นแร่ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยตรงหรือมีการปรับปรุงคุณภาพเล็กน้อย</p> <p>4) การทำเหมืองแร่จะพิจารณาที่บริเวณที่มีสินแร่เป็นจำนวนมากพอ</p> <p>ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. ข้อ 1 และ 4 ข. ข้อ 2 และ 3</p> <p>ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 3 และ 4</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่ 2 อธิบายแหล่งวัตถุดิบและกระบวนการผลิตเซรามิกส์ แก้ว ปูนซีเมนต์ รวมทั้งอธิบายประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้</p>
--	--

รายวิชา เคมี (ว 32222)	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	หน้า 2
<p>5. สารประกอบออกไซด์คู่ใดใช้เป็นวัตถุดิบเซรามิกส์ชนิดวัตถุดิบไฟ</p> <p>ก. SiO_2 , BeO ข. SnO_2 , ZnO ค. BeO , Al_2O_3 ง. SiO_2 , B_2O_3</p> <p>6. วัตถุดิบที่มีความชื้นสูงตามสภาพธรรมชาติที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์แบบเผาเป็ยกคือสารใด</p> <p>1) ดินดำ 2) ดินขาว 3) ดินเหนียว 4) หินปูน 5) หินดินดาน</p> <p>ก. ข้อ 1, 2 และ 5 ข. ข้อ 1 , 2 และ 3 ค. ข้อ 2, 3 และ 4 ง. ข้อ 1, 2, 3 และ 5</p> <p>7. กระจกเงา กระจกสะท้อนแสง กระจกนิรภัย เป็นผลิตภัณฑ์แก้วชนิดใด</p> <p>ก. กระจกควอตซ์ ข. กระจกแผ่น ค. กระจกโบโรซิลิเกต ง. กระจกโซดาโลม</p> <p>8. ภาชนะที่ใส่อาหารซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ควรใส่อาหารประเภทใด</p> <p>ก. แกงไตปลา ข. แกงส้ม ค. ยำปลากระป๋อง ง. ไช้จืดใส่หมู</p> <p>9. พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1) ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ผ่านการเผาแล้วสามารถนำไปใช้ได้เลย เช่น กระจกตันไม้ อัฐภาชนะใส่อาหาร</p> <p>2) การผลิตเซรามิกส์ขั้นตอนการตากหรืออบนั้นจะช่วยให้แห้งและผิวเรียบ</p> <p>3) การขึ้นรูปโดยใช้แป้นหมุน เป็นวิธีการที่ง่ายและสะดวกที่สุดไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญ</p> <p>4) สารผสมในน้ำเคลือบของการเคลือบเซรามิกส์ที่ช่วยให้ทึบแสงคือ SiO_2 TiO_2 เป็นต้น</p> <p>ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้อง</p>	<p>ก. เฉพาะข้อ 3 ข. เฉพาะข้อ 4 ค. ข้อ 3 และ 4 ง. ข้อ 1,2 และ 4</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่ 3 อธิบายและวิเคราะห์สมบัติของแร่รัตนชาติรวมทั้งอธิบายวิธีการพัฒนาคุณภาพและประโยชน์ได้</p> <p>10. ข้อความใดต่อไปนี้ ถูกต้อง</p> <p>1) ทับทิม บุษราคัม และไพไรต์คือ แร่คอร์ันดัม 2) ปะการัง เปลือกหอย และไข่มุกเป็นอัญมณี 3) ทองแดง เพชร และพลอยสีต่างๆเป็นแร่รัตนชาติ 4) มรกตมีสูตรเคมีว่า Al_2O_3 มี Fe แสดงสีเขียว</p> <p>ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 3 และ 4 ง. ข้อ 1, 2 และ 3</p> <p>11. ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้อง</p> <p>ก. เพชรในธรรมชาติมีเพียงชนิดเดียวไม่มีสี ข. คอร์ันดัมที่มีตำหนิและเกิดปรากฏการพิเศษคือ สตาร์ นิยมการเจียรไน ค. การเจียรไนเป็นเทคนิคทำให้เนื้อพลอยใสขึ้นและมีสีที่เปลี่ยนแปลง ง. วิธีการช่วยให้อัญมณีมีความงดงามและมีคุณค่า คือการเจียรไนและการอาบรังสี เท่านั้น</p> <p>12. ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. พลอยตระกูลคอร์ันดัม ถ้าต้องการให้มีสีน้ำเงินให้เติม TiO_2 ลงไปแล้วนำไปเผาที่เรียกว่าการย้อมเคลือบสี ข. การหุงพลอยเป็นการทำให้เนื้อพลอยมีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน มีผลทำให้เนื้อพลอยใสขึ้นมีสีเปลี่ยนไป อย่างถาวร ค. การหุงพลอยเป็นเทคนิคเดียวเท่านั้นที่มีผลให้เนื้อพลอยเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน ง. การอาบรังสีเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้เปลี่ยนสีของพลอยโดยใช้รังสีแกมมาเท่านั้น</p> <p>จากโคบอลต์ – 60</p>	

รายวิชา เคมี (ว 32222)	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	หน้า 3
<p>ผลการเรียนรู้ที่ 4 อธิบายกระบวนการผลิตโซดาแอสและบอกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>13. การผลิตโซดาแอสในกระบวนการโซลเวย์ จะมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตสารดูดความชื้น และผลิตฝนเทียม สารดังกล่าวคือสารใด</p> <p>ก. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ข. CaCl_2 ค. CaCO_3 ง. CaO</p> <p>14. ในกระบวนการผลิตโซดาแอส ถ้ามีแก๊ส NH_3 รั่วออกมาจะเกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ยกเว้น ข้อใด</p> <p>ก. แก๊สนี้เมื่อถูกความชื้นจะมีคุณสมบัติเป็นเบสผลกระทบต่อระบบหายใจ ข. มีผลทำให้ปริมาณของ O_2 ในอากาศลดลงด้วย ค. เพราะแก๊สนี้ละลายในน้ำ ตามแม่น้ำลำคลองจะทำให้น้ำเหล่านั้นมาสมบัติเป็นเบสผลกระทบต่อเกษตร ง. ทำให้ดินขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อพืช</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่ 5 ทดลอง และอธิบายกระบวนการผลิตสารฟอกขาวได้</p> <p>15. ไฮโปคลอไรต์ไอออน (OCl^-) จากสารฟอกขาวไม่เหมาะสมในการฟอกขาวในสภาวะที่เป็นกรด เพราะเหตุใด</p> <p>ก. สารละลายกรดจะกัดกร่อนสารที่ฟอกขาว ข. ค่า pH ของสารละลายจะต่ำลงเหมาะกับการเกิดปฏิกิริยารีดักชัน ค. ทำให้สารฟอกขาวตกตะกอน ง. ทำให้เกิดแก๊สคลอรีนขึ้น</p> <p>16. ในการเตรียมสารฟอกขาว NaOCl ต้องแช่ NaOH ในน้ำแข็งในขณะที่ทำการทดลองเพราะเหตุ</p>	<p>ก. ลดความร้อน เพราะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนทำให้ NaOCl จะสลายตัวได้ง่าย ข. ลดอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการระเหยของ NaOH ค. ให้เกิดการควบแน่นของ NaOH ง. ให้แก๊สคลอรีนผสมกับ NaOH</p> <p>17. ถ้าต้องการซักเสื้อนักเรียนให้ขาวมากๆ จึงใช้สารฟอกขาว แต่ถากล้างเสื้อจะไม่ขาวจึงใส่ในปริมาณมากเกินไป จะเกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้ ยกเว้น ข้อใด</p> <p>ก. สารจะกัดกร่อนเส้นใย ข. เสื้อผ้าให้ขาดเร็ว ค. เสื้อเกิดรอยต่างสีน้ำตาล ง. สีของเสื้อผ้าซีดจางอย่างรวดเร็ว</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่ 6 อธิบายวิธีการเกี่ยวกับโซเดียมไฮดรอกไซด์และแก๊สคลอรีน โดยใช้เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน เซลล์ไดอะแฟรม และเซลล์ปรอท พร้อมทั้งเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาได้</p> <p>18. ถ้า NaOH ราคาลดลงกว่าปัจจุบัน 60 เปอร์เซ็นต์ สารใดจะมีต้นทุนการผลิตลดลง</p> <p>ก. โซดาแอสและสบู่ ข. ผงซักฟอกและสารฟอกขาว ค. โซดาแอสและผงซักฟอก ง. โซดาแอสและสารฟอกขาว</p> <p>19. ในปัจจุบันมีกระบวนการที่ใช้ในการผลิต NaOH ที่สำคัญ 3 กระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการจะมีข้อดีและข้อเสีย แตกต่างกัน ดังนี้</p> <p>1) สารละลาย NaOH ที่ผลิตโดยวิธีเซลล์ไดอะแฟรม มีความเข้มข้นสูงไม่มีสารปนเปื้อน รวมทั้งไม่ต้องนำสารละลายไปทำให้เข้มข้น</p>	

รายวิชา เคมี (ว 32222)	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	หน้า 4														
<p>2) สารละลาย NaOH ที่ผลิตโดยวิธีเซลล์ปรอทจะมีความเข้มข้นต่ำและมีสารประกอบของปรอทปะปนกับน้ำทิ้ง</p> <p>3) สารละลาย NaOH ที่ผลิตโดยวิธีเซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออนจะมีความเข้มข้นสูงและมีความบริสุทธิ์สูง</p> <p>ข้อใดถูกต้อง</p> <p>ก. ข้อ 1 ข. ข้อ 3</p> <p>ค. ข้อ 2 และ ข้อ 3 ง. ถูกต้องทุกข้อ</p> <p>20. การผลิต NaOH โดยใช้</p> <p>1) เซลล์ไดอะแฟรม</p> <p>2) เซลล์ปรอท</p> <p>3) เซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออน</p> <p>วิธีการในข้อใดที่ทำให้การผลิต NaOH ได้ปริมาณ (ร้อยละโดยมวล) มากที่สุด และวิธีการใดผลิต NaOH ได้บริสุทธิ์มากที่สุดตามลำดับ</p> <table border="1" data-bbox="277 1294 791 1621"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ร้อยละโดยมวลมากที่สุด</th> <th>บริสุทธิ์ที่สุด</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ก</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ข</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ค</td> <td>1,2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ง</td> <td>2,3</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>ผลการเรียนรู้ที่ 7 อธิบายวิธีการผลิตเกลือสมุทร และการผลิตเกลือสินเธาว์ และบอกประโยชน์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>21. การผลิตโซเดียมไฮดรอกไซด์โดยเซลล์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออนกับเซลล์ไดอะแฟรมมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่มีส่วนที่แตกต่างกันคือข้อใด</p> <p>ก. สารละลายที่ใช้</p> <p>ข. แผ่นกั้นระหว่างแอโนดกับแคโทด</p>	ข้อ	ร้อยละโดยมวลมากที่สุด	บริสุทธิ์ที่สุด	ก	1	2	ข	2	3	ค	1,2	3	ง	2,3	1	<p>ค. ปริมาณกระแสไฟจากแหล่งจ่าย</p> <p>ง. ขั้วแคโทดกับแอโนด</p> <p>22. แก้วช่วยแม่ทำการผลิตเกลือสมุทรเมื่อเสร็จสิ้นก็นำเกลือไปขายกับนายทุนผลปรากฏว่า มีการปนเปื้อนของสารที่เป็นเกลือชนิดอื่นที่ไม่ใช่เพียง NaCl อย่างเดียว จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนักเรียนคิดว่าเกิดขึ้นเพราะเหตุใด</p> <p>ก. แก้วลืมนะบายน้ำจากนาเกลือเข้าไปจึงเกิด $MgCl_2$ และ $MgSO_4$ ปปลอมปน</p> <p>ข. แก้วทำการตากนาเกลือน้อยกว่าเวลาที่กำหนด $MgCl_2$ และ $MgSO_4$ จึงระเหยไม่หมด</p> <p>ค. เกิดจากมีน้ำฝนเข้าไปในนาเกลือมากเกินไป</p> <p>ง. แก้วโรยปูนขาวขอบนาเพื่อปรับปรุงสภาพดินสำหรับปลูกพืชผักสวนครัว</p> <p>23. เกลือแกงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญชนิดหนึ่งใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทใดมากที่สุด</p> <p>ก. โรงงานผลิตผงชูรส</p> <p>ข. โรงงานผลิตโซดาไฟ</p> <p>ค. โรงงานผลิตพลาสติก</p> <p>ง. โรงงานผลิตผงซักฟอก</p> <p>24. การปรับปรุงเกลือสมุทรโดยการเติมปูนขาว ($Ca(OH)_2$) ลงในนาเกลือเพื่อเพิ่มคุณภาพให้เกลือมีผลึกที่ใส ไม่ขึ้นง่ายได้ปริมาณเกลือสูง จากที่กล่าวมา ปูนขาวมีคุณสมบัติตามข้อใด</p> <p>ก. ช่วยฟอกสีเกลือให้ใส</p> <p>ข. ช่วยดูดความชื้นจากเกลือ</p> <p>ค. ช่วยลดปริมาณการตกผลึกของเกลือแมกนีเซียมไอออน</p> <p>ง. ช่วยเพิ่มปริมาณเกลือแคลเซียมซัลเฟตในการตกผลึก</p>
ข้อ	ร้อยละโดยมวลมากที่สุด	บริสุทธิ์ที่สุด														
ก	1	2														
ข	2	3														
ค	1,2	3														
ง	2,3	1														

รายวิชา เคมี (ว 32222)	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	หน้า 5							
<p>25. ในการผลิตเกลือสินเธาว์ข้อใด ไม่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>ก. ทำให้ปริมาณ Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, CO_3^{2-} ในดินเพิ่มขึ้น</p> <p>ข. ต้องใช้ปริมาณน้ำจืดเป็นจำนวนมาก ทำให้ขาดแคลนน้ำ</p> <p>ค. เกลือสินเธาว์มีจำนวนธาตุไอโอดีนน้อยจึงทำให้ดินเสื่อมคุณภาพ</p> <p>ง. เกิดการยุบตัวของพื้นดินบริเวณที่ทำการผลิตเกลือบาดาล</p> <p>ผลการเรียนรู้ที่ 8 อธิบายกระบวนการผลิตปุ๋ยไนโตรเจน ปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทส ปุ๋ยผสม และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้</p> <p>26. หมวดยใช้ปุ๋ยชนิดหนึ่งในการบำรุงดิน เพื่อให้ต้นไม้เจริญเติบโตดี หมวดยจึงใช้เป็นประจำและจำนวนมาก จึงส่งผลให้ดินเสียหรือเปรี้ยว ปุ๋ยที่หมวดยใส่หน้าจะเป็นปุ๋ยชนิดใด</p> <p>ก. ปุ๋ยแอมโมเนีย ข. ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต</p> <p>ค. ปุ๋ยคอก ง. ปุ๋ยฟอสเฟต</p> <p>27. แดงมีอาชีพทำไร่ข้าวโพดทั้งหมด 4 ไร่ แต่แดงสังเกตเห็นข้าวโพดที่มีความแตกต่างกันทั้ง 4 ไร่ ดังนี้</p> <p>ไร่ที่ 1 ไบร่รงและมีใบสีเหลืองแก่ โตช้า</p> <p>ไร่ที่ 2 ไบร่รงและมีสีน้ำตาลและไบร่รง</p> <p>ไร่ที่ 3 ไบร่รงมีสีเหลืองแก่ แข็ง และไบร่รง</p> <p>ไร่ที่ 4 ไบร่รงมีสีเหลืองแก่และมีสีน้ำตาล โตช้า</p> <p>แดงจึงทำการศึกษาค้นหาข้อมูลได้ดังนี้</p>	<p>แดงมีปุ๋ยวิทยาศาสตร์อยู่เป็นสูตร 20:15:5 แดงควรใส่ในไร่ใด</p> <p>ก. ไร่ที่ 1 ข. ไร่ที่ 2</p> <p>ค. ไร่ที่ 3 ง. ไร่ที่ 4</p> <p>28. การผลิตปุ๋ยบางชนิดก่อให้เกิดสารพิษ มีปุ๋ยชนิดหนึ่งที่มีสารพิษไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต ปุ๋ยชนิดนี้คือข้อใด</p> <p>ก. ปุ๋ยยูเรีย</p> <p>ข. ปุ๋ยโพแทส</p> <p>ค. ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต</p> <p>ง. ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต</p> <p>29. ถ้า H_2SO_4 มีราคาเพิ่มขึ้น 20 % จะส่งผลให้ปุ๋ยชนิดใดราคาต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น</p> <p>ก. ปุ๋ยฟอสเฟต และปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต</p> <p>ข. ปุ๋ยโพแทส และปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟต</p> <p>ค. ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยโพแทส</p> <p>ง. ปุ๋ยยูเรีย และปุ๋ยฟอสเฟต</p> <p>30. พิจารณาข้อความต่อไปนี้</p> <p>1) ปุ๋ยอินทรีย์มีไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช จึงต้องใช้เป็นปริมาณมาก และไม่รู้สัดส่วนที่ต้องการแน่ชัด</p> <p>2) การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียซัลเฟตเป็นจำนวนมากทำให้ดินเป็นกรด</p> <p>3) ในกระบวนการผลิตปุ๋ยฟอสเฟตสามารถนำสาร SiF_6 มาทำสารกำจัดแมลงได้</p> <p>4) ปุ๋ยผสมได้จากการนำปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟตและโพแทสมาผสมกัน</p> <p>ข้อใดต่อไปนี้เป็น กล่าวผิด</p> <p>ก. ข้อ 2 ข. ข้อ 3</p> <p>ค. ข้อ 4 ง. ข้อ 2 และ 3</p>								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ธาตุที่ขาด</th> <th>อาการ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N</td> <td>ใบเหลืองแก่ แข็ง หยาบ</td> </tr> <tr> <td>P</td> <td>ใบสีน้ำตาล โตช้า</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>ไบร่รง ขอบใบเหลืองซีด</td> </tr> </tbody> </table>	ธาตุที่ขาด	อาการ	N	ใบเหลืองแก่ แข็ง หยาบ	P	ใบสีน้ำตาล โตช้า	K	ไบร่รง ขอบใบเหลืองซีด	
ธาตุที่ขาด	อาการ								
N	ใบเหลืองแก่ แข็ง หยาบ								
P	ใบสีน้ำตาล โตช้า								
K	ไบร่รง ขอบใบเหลืองซีด								

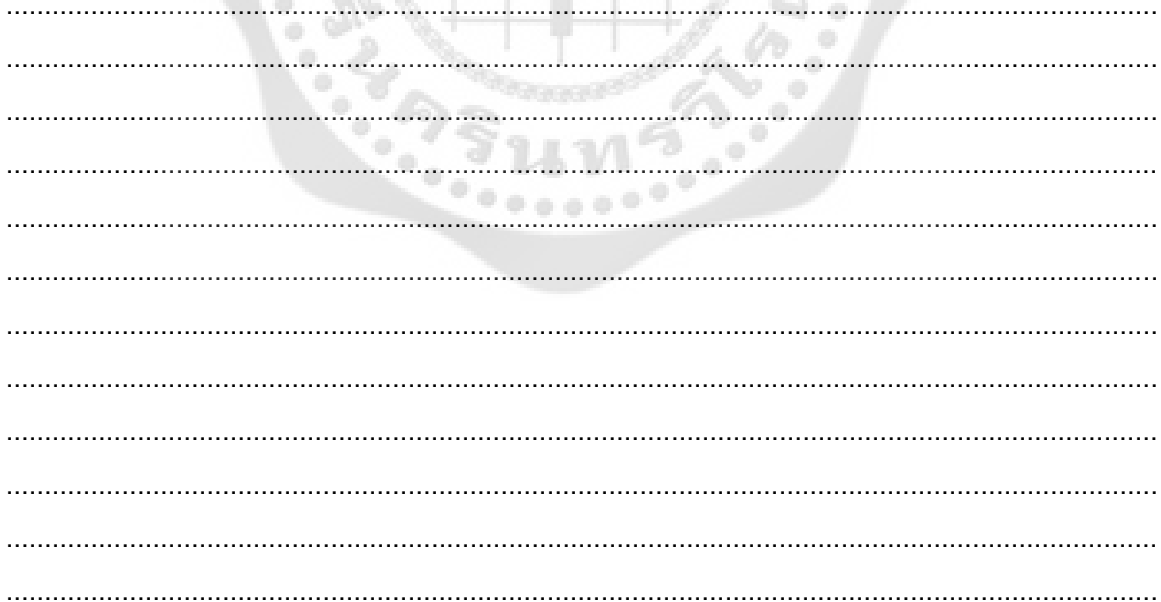
แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....
โรงเรียน.....วันที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ใช้วัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ให้นักเรียนอ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อนลงมือทำ โดยแบบทดสอบนี้เป็นข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกัน
2. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 4 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที ซึ่งนักเรียนจะได้คะแนนสูงสุดถ้าตอบได้อย่างหลากหลาย ครอบคลุม มากวิธี มีแนวคิดที่เป็นของตนเองและมีความแตกต่างจากคนอื่น
3. คำตอบจากการตอบคำถามนี้จะไม่ส่งผลใดๆ ต่อคะแนนของนักเรียนใช้ชั้นเรียน

ข้อที่ 4 จากปัญหาที่เกิดขึ้นให้นักเรียนออกแบบการทำเกลือสินเธาว์เพื่อเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ โดยวาดรูปประกอบ และเขียนชื่อชิ้นงานที่ออกแบบ วัตถุประสงค์ วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และหลักการ วิธีการในการสร้างชิ้นงาน



เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คำชี้แจง

ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดแก้ปัญหาที่ประยุกต์ใช้จินตนาการ แนวคิดที่แปลกใหม่ รวมทั้งข้อเท็จจริงที่มีอยู่ โดยคิดอย่างเป็นกระบวนการปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน เพื่อให้ได้ผลผลิตหรือผลงานที่มีความแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ ที่เป็นการเพิ่มความรู้และการนำความรู้ไปใช้ โดยสามารถวัดได้จากพฤติกรรมของนักเรียน 3 ด้าน คือ

1. ความคล่องในการคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการในการคิดตอบสนองต่อปัญหาหรือเหตุการณ์ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด โดยวัดได้จากปริมาณความคตินับจากคำตอบทั้งหมดที่นักเรียนตอบโดยไม่คำนึงว่าคำตอบนั้นจะซ้ำกับคนอื่นหรือไม่

2. ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดที่น่าเชื่อถือ เป็นการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง ความสามารถในการจัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดขึ้นหลายๆด้าน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยวัดได้จากการพิจารณาการจัดประเภทคำตอบของนักเรียนให้เป็นหมวดหมู่ตามทิศทางที่แตกต่างกันไป

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่มีความคิดแปลกใหม่ โดยการนำความรู้เดิมมาคิดจัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดสิ่งใหม่ โดยวัดที่ความแปลกใหม่ของความคิด ไม่ซ้ำกับนักเรียนคนอื่น

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อ 1-3

พฤติกรรม	คะแนนที่ได้				
	4	3	2	1	0
ความคล่อง ในการคิด	คำตอบที่ เป็นไปได้ 10 ข้อ ขึ้นไป	คำตอบที่ เป็นไปได้ 7-9 ข้อ	คำตอบที่ เป็นไปได้ 4-6 ข้อ	คำตอบที่ เป็นไปได้ 1-3 ข้อ	ไม่ตอบหรือ เป็นคำตอบ ที่เป็นไป ไม่ได้
ความยืดหยุ่น ในการคิด	มีประเภท คำตอบที่ เป็นไปได้ 7-8 ประเภท	มีประเภท คำตอบที่ เป็นไปได้ 5-6 ประเภท	มีประเภท คำตอบที่ เป็นไปได้ 3-4 ประเภท	มีประเภท คำตอบที่ เป็นไปได้ 1-2 ประเภท	ไม่ตอบ หรือ เป็นคำตอบ ที่เป็นไป ไม่ได้
ความคิดริเริ่ม	คำตอบที่ซ้ำ 1 คน หรือไม่ ซ้ำ	คำตอบที่ซ้ำ 2 คน	คำตอบที่ซ้ำ 3 คน	คำตอบที่ซ้ำ 4 คน	คำตอบที่ซ้ำ เกิน 5 คน ขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อ 4

พฤติกรรม	คะแนนที่ได้				
	4	3	2	1	0
ความคล่อง ในความคิด	มีวัสดุ อุปกรณ์ มากกว่า 3 ประเภท ขึ้นไป	มีวัสดุ อุปกรณ์ จำนวน 3 ประเภท	มีวัสดุ อุปกรณ์ จำนวน 2 ประเภท	มีวัสดุอุปกรณ์ จำนวน 1 ประเภท	ไม่ตอบ หรือ เป็นคำตอบที่ เป็นไปได้
ความยืดหยุ่น ในการคิด	มีประเภท ของหลักการ ที่เป็นไปได้ 7-8 ประเภท	มีประเภท ของหลักการ ที่เป็นไปได้ 5-6 ประเภท	มีประเภท ของหลักการ ที่เป็นไปได้ 3-4 ประเภท	มีประเภทของ หลักการที่ เป็นไปได้ 1-2 ประเภท	ไม่ตอบ หรือเป็น คำตอบที่ เป็นไปได้
ความคิดริเริ่ม	ลักษณะของ ชิ้นงานที่ซ้ำ 1 คน หรือ ไม่ซ้ำ	ลักษณะของ ชิ้นงานที่ซ้ำ 2 คน	ลักษณะของ ชิ้นงานที่ซ้ำ 3 คน	ลักษณะของ ชิ้นงานที่ซ้ำ 4 คน	คำตอบที่ซ้ำ เกิน 5 คนขึ้นไป

คะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากข้อ 1-4 ของนักเรียนแต่ละคนได้จากผลรวมคะแนนของ 3 ด้าน คือ ความคล่องในความคิด ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม จาก 4 ข้อ มารวมกัน ดังนี้

ความคล่องในความคิด ข้อละ 4 คะแนน

ความยืดหยุ่นในการคิด ข้อละ 4 คะแนน

ความคิดริเริ่ม ข้อละ 4 คะแนน

ข้อ 1-4 มีคะแนนข้อละ 12 คะแนน รวมเป็น 48 คะแนน

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 2. ผู้ตอบแบบสอบถามคือนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 3. แบบสอบถามฉบับนี้เป็นการการถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้สึกหรือการปฏิบัติของนักเรียนที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์
 4. การตอบแบบสอบถาม ให้นักเรียนพิจารณาข้อความที่กำหนดให้และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างของแต่ละข้อความ ให้ตรงกับระดับพฤติกรรมหรือการกระทำที่เป็นจริงของตนเองมากที่สุด คำตอบของนักเรียนไม่มีข้อถูกหรือผิด และไม่มีผลต่อผลการเรียนวิชาเคมี
- มากที่สุด หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรม หรือมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอตลอดเวลา
- มาก หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรม หรือมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ
- ปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรม หรือมีการปฏิบัติเป็นครั้งคราว
- น้อย หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรม หรือมีการปฏิบัติน้อยครั้ง
- น้อยที่สุด หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรม หรือมีการปฏิบัติน้อยมากหรือไม่แสดงออก

ข้อ	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				
		มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ความสนใจใฝ่เรียนรู้หรืออยากรู้อยากเห็น						
1	นักเรียนมีความสนใจและพอใจใคร่จะสืบเสาะแสวงหาความรู้ในสถานการณ์และปัญหาใหม่ๆ อยู่เสมอ					
2	นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อกิจกรรมและเรื่องต่างๆ					
3	นักเรียนไม่ชอบทดลองค้นคว้า					
4	นักเรียนชอบสนทนา ซักถาม ฟัง อ่าน เพื่อให้ได้รับความรู้เพิ่มเติม					
ความรับผิดชอบ ความมุ่งมั่น อดทน และเพียรพยายาม						
5	นักเรียนยอมรับการกระทำของตนเอง ทั้งที่เป็นผลดีและผลเสีย					

ข้อ	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				
		มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
6	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดเวลา และตรงต่อเวลา					
7	นักเรียนรู้สึกเหนื่อย และเบื่อในการทำงานเมื่อมีอุปสรรคหรือล้ามเหลว					
8	นักเรียนจะพยายามทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด					
9	นักเรียนมีความอดทนแม้การดำเนินการแก้ปัญหาจะยุ่งยากใช้เวลา					
ความมีเหตุผล						
10	นักเรียนยอมรับในคำอธิบายเมื่อมีหลักฐานหรือข้อมูลมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ					
11	นักเรียนพยายามอธิบายสิ่งต่างๆในแง่เหตุและผลไม่เชื่อโชคลางหรือคำทำนายที่ไม่สามารถอธิบายตามวิธีวิทยาศาสตร์					
12	นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องหรือความสมเหตุสมผลของแนวความคิดต่างๆกับแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้					
13	นักเรียนรวบรวมข้อมูลเพียงพอก่อนจะลงข้อสรุปเรื่องราวต่างๆ					
ความซื่อสัตย์						
14	นักเรียนเสนอความเป็นจริงแม้จะเป็นผลที่แตกต่างจากผู้อื่น					
15	นักเรียนบันทึกข้อมูลตามความเป็นจริงไม่ใส่ความคิดเห็นของตนเองไปเกี่ยวข้อง					
16	นักเรียนไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง					
ความมีระเบียบและรอบคอบ						
17	นักเรียนเห็นคุณค่าของความมีระเบียบและรอบคอบ					

ข้อ	พฤติกรรม	ระดับพฤติกรรม				
		มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
18	นักเรียนนำวิธีการหลายๆวิธี มาตรวจสอบผลหรือวิธีการทดลอง					
19	นักเรียนมีการใคร่ครวญ ไตร่ตรอง พินิจพิเคราะห์ในการทำงาน					
20	นักเรียนมีการวางแผนการทำงาน และจัดระบบการทำงาน					
21	นักเรียนตรวจสอบความเรียบร้อยหรือคุณภาพของเครื่องมือก่อนการทำการทดลอง					
22	นักเรียนทำงานอย่างมีระเบียบและเรียบร้อย					
ความมีใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น						
23	นักเรียนรับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้งหรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น					
24	นักเรียนยึดมั่นในความคิดของตนเองเป็นหลัก					
25	นักเรียนรับฟังความคิดเห็นที่ตนเองไม่เข้าใจ และพร้อมที่จะทำความเข้าใจ					
26	นักเรียนยอมพิจารณาข้อมูลที่ยังสรุปแน่นอนไม่ได้และพร้อมที่จะหาข้อมูลเพิ่มเติม					
ความคิดสร้างสรรค์						
27	นักเรียนกล้าที่จะนำเสนอผลงานที่แสดงออกถึงจินตนาการซึ่งแตกต่างจากคนอื่น					
28	นักเรียนรู้สึกภูมิใจที่สามารถสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แตกต่างจากเพื่อน					
29	นักเรียนสร้างและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ทางการทดลองที่ใช้ทดแทนจากสิ่งที่เคยใช้ตามปกติ					
30	นักเรียนชอบออกแบบการทดลอง การบันทึกข้อมูลที่มีความแปลกใหม่ที่น่าสนใจกว่ารูปแบบปกติ					



ตาราง 17 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ 1						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัยหรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 2						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัย หรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 3						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	0	1	1	2	.67	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และระดับของผู้เรียน	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัย หรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 4						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัยหรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 5						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัยหรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 6						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัยหรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 7						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	2	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัย หรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 8						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระ การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงาน เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัย หรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ 9						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัยหรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ 10						
1. จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
2. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
3. สื่อการเรียนรู้เหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
4. กิจกรรมการเรียนรู้และภาระงานเหมาะสมกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

ตาราง 17 (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
	1	2	3			
5. การวัดและประเมินผลเหมาะสม กับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง
6. การจัดเวลาเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ และระดับของผู้เรียน	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
7. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการ คิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	1	1	1	3	1	สอดคล้อง
8. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ผลการวิจัย หรือกระบวนการวิจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง	1	1	1	3	1	สอดคล้อง

การหาคุณภาพของเครื่องมือวัดผลและประเมินผล

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ ที่	ความสอดคล้อง กับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ความสอดคล้อง กับพฤติกรรมที่ ต้องการวัด ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ความชัดเจน ของคำถาม ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
2	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน
4	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน
5	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน
6	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	0.89	ผ่าน
7	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน
8	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน

ตาราง 18 (ต่อ)

ข้อ ที่	ความสอดคล้อง กับจุดประสงค์ การเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ความสอดคล้อง กับพฤติกรรมที่ ต้องการวัด ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ความชัดเจน ของคำถาม ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
10	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
11	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
13	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
14	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
15	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
16	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
17	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
19	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
21	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
23	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	ผ่าน
25	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
26	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
27	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	0.78	ผ่าน
28	0	1	1	0	1	1	0	1	1	6	0.67	ผ่าน
29	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0.89	ผ่าน
30	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0.89	ผ่าน

หมายเหตุ

การแปลผลคะแนนมีความหมายดังนี้

+1 หมายถึง ข้อสอบนั้นสามารถวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง(IC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์
การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.2 การหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน

ตาราง 19 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.27	0.26	นำไปใช้ทดลองจริง
2	0.70	0.33	นำไปใช้ทดลองจริง
3	0.67	0.48	นำไปใช้ทดลองจริง
4	0.63	0.39	นำไปใช้ทดลองจริง
5	0.65	0.52	นำไปใช้ทดลองจริง
6	0.79	0.20	นำไปใช้ทดลองจริง
7	0.67	0.55	นำไปใช้ทดลองจริง
8	0.64	0.55	นำไปใช้ทดลองจริง
9	0.54	0.27	นำไปใช้ทดลองจริง
10	0.70	0.29	นำไปใช้ทดลองจริง
11	0.67	0.28	นำไปใช้ทดลองจริง
12	0.47	0.33	นำไปใช้ทดลองจริง
13	0.64	0.85	นำไปใช้ทดลองจริง
14	0.74	0.44	นำไปใช้ทดลองจริง
15	0.72	0.47	นำไปใช้ทดลองจริง
16	0.52	0.36	นำไปใช้ทดลองจริง
17	0.67	0.67	นำไปใช้ทดลองจริง

ตาราง 19 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
18	0.38	0.20	นำไปใช้ทดลองจริง
19	0.64	0.64	นำไปใช้ทดลองจริง
20	0.64	0.20	นำไปใช้ทดลองจริง
21	0.77	0.59	นำไปใช้ทดลองจริง
22	0.75	0.42	นำไปใช้ทดลองจริง
23	0.56	0.52	นำไปใช้ทดลองจริง
24	0.64	0.29	นำไปใช้ทดลองจริง
25	0.57	0.44	นำไปใช้ทดลองจริง
26	0.69	0.43	นำไปใช้ทดลองจริง
27	0.43	0.25	นำไปใช้ทดลองจริง
28	0.61	0.35	นำไปใช้ทดลองจริง
29	0.56	0.52	นำไปใช้ทดลองจริง
30	0.54	0.33	นำไปใช้ทดลองจริง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.78

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ใช้ได้หมายถึง ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 20 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้อ ที่	ความ ชัดเจนของ คำถาม			ความ สอดคล้อง การ แก้ปัญหา อย่าง สร้างสรรค์			ความ ชัดเจนของ การเกณฑ์ การวัด			ความ เหมาะสม กับระดับ นักเรียน			รวม	IC	ผลการ ประเมิน
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	0.92	ผ่าน
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11	0.92	ผ่าน
3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	11	0.92	ผ่าน
4	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	10	0.83	ผ่าน

หมายเหตุ

การแปลผลคะแนนมีความหมายดังนี้

+1 หมายถึง ข้อสอบนั้นสามารถวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง ข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดเป็นข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์

การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 21 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด
ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ข้อสอบ ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.42	0.25	นำไปใช้ทดลองจริง
2	0.40	0.40	นำไปใช้ทดลองจริง
3	0.55	0.41	นำไปใช้ทดลองจริง
4	0.40	0.38	นำไปใช้ทดลองจริง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เท่ากับ 0.71

หมายเหตุ

ข้อสอบที่ใช้ได้หมายถึง ข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจ
จำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 22 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ ข้อที่	ข้อพฤติกรรมที่	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
		1	2	3			
1	1	1	1	1	3	1	ผ่าน
	2	1	1	1	3	1	ผ่าน
	3	1	1	1	3	1	ผ่าน
	4	1	1	1	3	1	ผ่าน
2	5	1	1	1	3	1	ผ่าน
	6	1	1	1	3	1	ผ่าน
	7	1	1	0	2	0.67	ผ่าน
	8	1	1	1	3	1	ผ่าน
	9	1	1	1	3	1	ผ่าน
3	10	1	1	1	3	1	ผ่าน
	11	1	1	1	3	1	ผ่าน
	12	1	1	1	3	1	ผ่าน

ตาราง 22 (ต่อ)

คุณลักษณะ ข้อที่	ข้อพฤติกรรมที่	ผลการประเมิน ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม $\sum R$	IC	แปลผล
		1	2	3			
	13	1	0	1	2	0.67	ผ่าน
4	14	1	1	1	3	1	ผ่าน
	15	1	1	1	3	1	ผ่าน
	16	1	1	1	3	1	ผ่าน
5	17	1	1	1	3	1	ผ่าน
	18	1	1	1	3	1	ผ่าน
	19	1	1	1	3	1	ผ่าน
	20	1	1	1	3	1	ผ่าน
	21	1	1	1	3	1	ผ่าน
	22	0	1	1	2	0.67	ผ่าน
6	23	1	1	1	3	1	ผ่าน
	24	1	1	0	2	0.67	ผ่าน
	25	1	0	1	2	0.67	ผ่าน
	26	1	1	1	3	1	ผ่าน
7	27	1	1	1	3	1	ผ่าน
	28	1	1	1	3	1	ผ่าน
	29	1	1	1	3	1	ผ่าน
	30	1	1	1	3	1	ผ่าน

หมายเหตุ

การแปลผลคะแนนมีความหมายดังนี้

+1 หมายถึง พฤติกรรมนั้นวัดได้ตรงกับคุณลักษณะ

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าพฤติกรรมนั้นวัดตรงกับคุณลักษณะ

-1 หมายถึง พฤติกรรมนั้นวัดได้ไม่ตรงกับคุณลักษณะ

ข้อพฤติกรรมที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จัดเป็นข้อพฤติกรรมที่ผ่านเกณฑ์การพิจารณาโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.2 การหาอำนาจจำแนก แบบการแจกแจง t-Distribution ของแบบวัดเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์

ตาราง 23 แสดงอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะ ข้อที่	ข้อพฤติกรรมที่	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	1	5.33	นำไปใช้ทดลองจริง
	2	5.46	นำไปใช้ทดลองจริง
	3	3.96	นำไปใช้ทดลองจริง
	4	3.16	นำไปใช้ทดลองจริง
2	5	2.85	นำไปใช้ทดลองจริง
	6	6.59	นำไปใช้ทดลองจริง
	7	4.34	นำไปใช้ทดลองจริง
	8	5.17	นำไปใช้ทดลองจริง
	9	6.04	นำไปใช้ทดลองจริง
3	10	5.85	นำไปใช้ทดลองจริง
	11	4.20	นำไปใช้ทดลองจริง
	12	5.46	นำไปใช้ทดลองจริง
	13	3.62	นำไปใช้ทดลองจริง
4	14	3.81	นำไปใช้ทดลองจริง
	15	4.78	นำไปใช้ทดลองจริง
	16	2.19	นำไปใช้ทดลองจริง
5	17	2.00	นำไปใช้ทดลองจริง
	18	4.51	นำไปใช้ทดลองจริง
	19	3.47	นำไปใช้ทดลองจริง
	20	4.63	นำไปใช้ทดลองจริง
	21	5.81	นำไปใช้ทดลองจริง
	22	5.20	นำไปใช้ทดลองจริง
6	23	5.07	นำไปใช้ทดลองจริง
	24	3.96	นำไปใช้ทดลองจริง
	25	2.65	นำไปใช้ทดลองจริง
	26	5.31	นำไปใช้ทดลองจริง

ตาราง 23 (ต่อ)

คุณลักษณะ ข้อที่	ข้อพฤติกรรมที่	อำนาจจำแนก	แปลผล
7	27	4.98	นำไปใช้ทดลองจริง
	28	3.74	นำไปใช้ทดลองจริง
	29	4.00	นำไปใช้ทดลองจริง
	30	4.10	นำไปใช้ทดลองจริง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์เท่ากับ 0.95

หมายเหตุ

ข้อพฤติกรรมที่ใช้ได้หมายถึง ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไป





ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 24 แสดงคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
1	4	17
2	8	17
3	5	18
4	14	19
5	8	25
6	12	21
7	10	22
8	10	26
9	7	22
10	9	18
11	4	17
12	9	21
13	9	19
14	14	19
15	9	18
16	13	22
17	6	17
18	7	22
19	13	18
20	7	21
21	7	20
22	7	18
23	4	22
24	3	16
25	7	21
26	12	19

ตาราง 24 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
27	6	12
28	7	21
29	10	18
30	5	20
31	7	15
32	8	16
33	5	20
34	6	15
35	10	23
36	10	15
37	8	21
38	6	21
39	9	18
40	8	20
41	10	22
42	4	18
43	10	17
44	11	23
45	9	15
46	10	16
47	8	18
48	8	19
49	6	17
50	7	19
51	9	18
52	12	17
\bar{X}	8.21	19.10
S.D.	2.66	2.58

2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ตาราง 25 แสดงคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน จากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดริเริ่ม		คะแนนความคล่อง ในความคิด		คะแนนความ ยืดหยุ่นในการคิด		คะแนน รวม 3 ด้าน	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	5	10	11	14	5	9	21	33
2	6	10	6	13	5	10	17	33
3	12	10	4	9	3	8	19	27
4	13	15	10	13	6	11	29	39
5	5	11	5	6	4	12	14	29
6	5	8	6	9	5	10	16	27
7	4	11	6	9	6	9	16	29
8	6	10	6	8	5	12	17	30
9	2	11	5	10	4	14	11	35
10	7	11	5	10	4	7	16	28
11	1	5	7	10	4	10	12	25
12	4	7	9	13	6	9	19	29
13	3	6	7	10	5	11	15	27
14	4	10	8	14	7	11	19	35
15	5	9	9	12	6	10	20	31
16	1	11	5	9	6	12	12	32
17	6	7	7	11	7	10	20	28
18	5	11	7	9	5	12	17	32
19	5	12	4	9	4	11	13	32
20	7	7	7	15	5	12	19	34
21	1	10	4	6	3	11	8	27
22	10	14	8	12	7	7	25	33
23	4	7	7	14	6	12	17	33
24	1	11	5	8	4	10	10	29
25	4	10	4	7	4	10	12	27
26	4	10	6	9	5	13	15	32

ตาราง 25 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิด ริเริ่ม		คะแนนความคล่อง ในความคิด		คะแนนความ ยืดหยุ่นในการคิด		คะแนน รวม 3 ด้าน	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
27	5	12	7	10	4	7	16	29
28	9	7	8	12	8	10	25	29
29	1	12	6	6	5	12	12	30
30	1	10	5	9	3	11	9	30
31	5	10	7	11	7	13	19	30
32	0	12	4	5	3	13	7	30
33	1	8	9	15	3	9	13	32
34	5	12	5	11	5	7	15	30
35	3	9	4	7	5	10	12	26
36	5	15	8	14	8	10	21	39
37	8	13	7	8	5	6	20	27
38	6	12	9	11	7	10	22	33
39	0	11	8	7	3	11	11	29
40	10	14	5	14	4	12	19	40
41	1	11	7	8	4	9	12	28
42	5	9	5	11	6	10	16	30
43	8	11	8	10	5	7	21	28
44	1	10	9	11	6	9	16	30
45	8	13	10	11	8	8	26	32
46	7	8	7	7	5	9	19	24
47	6	6	6	13	5	8	17	27
48	9	10	10	13	6	10	25	33
49	1	8	6	6	4	11	11	25
50	3	8	6	11	5	10	14	29
51	9	14	10	15	10	12	29	41
52	2	9	9	9	7	10	18	28
\bar{X}	4.79	10.15	6.79	10.27	5.23	10.06	16.81	30.48
S.D	3.13	2.32	1.87	2.68	1.52	1.76	1.77	3.73

3. แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 26 แสดงคะแนนก่อนเรียนจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน							รวม
	ด้าน1	ด้าน2	ด้าน3	ด้าน4	ด้าน5	ด้าน6	ด้าน7	
1	13	20	14	12	19	14	10	102
2	8	19	13	13	24	12	12	101
3	13	16	14	9	17	15	12	96
4	14	18	14	12	20	14	14	106
5	13	19	13	9	25	14	14	107
6	13	20	16	11	23	15	15	113
7	13	17	12	9	16	13	9	89
8	18	19	17	13	27	17	20	131
9	13	16	15	13	18	15	12	102
10	13	13	13	13	20	13	16	101
11	13	16	15	13	20	10	16	103
12	12	16	12	11	19	14	16	100
13	13	15	15	9	21	14	13	100
14	14	18	13	10	18	14	14	101
15	10	13	16	10	19	14	15	97
16	16	18	15	11	22	15	15	112
17	12	18	14	12	22	16	13	107
18	12	16	15	10	24	16	18	111
19	13	17	20	11	24	20	15	120
20	14	16	14	8	22	16	14	104
21	15	23	15	14	26	19	16	128
22	16	15	14	7	17	13	12	94
23	11	16	14	14	21	13	15	104
24	14	19	15	9	20	15	11	103
25	13	15	12	8	22	16	14	100
26	14	19	12	10	20	16	10	94

ตาราง 26 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนก่อนเรียน							รวม
	ด้าน1	ด้าน2	ด้าน3	ด้าน4	ด้าน5	ด้าน6	ด้าน7	
27	12	14	12	9	15	16	16	94
28	12	19	14	11	17	13	13	99
29	13	13	15	11	21	15	15	103
30	8	12	13	10	17	11	11	82
31	13	15	13	10	18	12	13	94
32	13	16	13	11	19	14	14	100
33	12	15	15	11	20	15	15	103
34	13	20	15	12	23	14	13	110
35	13	15	15	9	22	12	12	98
36	14	19	14	12	23	14	14	110
37	12	16	16	13	20	19	15	111
38	12	19	14	11	18	16	13	103
39	13	16	13	9	16	12	13	94
40	12	15	14	10	19	15	10	92
41	13	17	14	12	16	16	15	106
42	13	14	13	7	20	12	12	87
43	15	15	13	9	26	16	13	101
44	14	22	14	10	25	20	14	119
45	17	20	19	12	24	13	17	121
46	17	25	20	15	24	12	14	131
47	13	18	16	11	23	15	13	106
48	14	19	15	11	21	15	13	109
49	16	19	18	12	23	17	16	125
50	14	15	16	13	22	14	16	110
51	15	18	15	12	22	18	11	112
52	12	18	12	10	20	12	11	99
\bar{X}	13.23	17.13	14.48	10.85	20.81	14.63	13.71	104.84
S.D	1.85	2.60	1.86	1.80	3.09	2.17	2.15	

ตาราง 27 แสดงคะแนนหลังเรียนจากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

นักเรียน คนที่	คะแนนหลังเรียน							รวม
	ด้าน1	ด้าน2	ด้าน3	ด้าน4	ด้าน5	ด้าน6	ด้าน7	
1	14	22	14	12	25	18	12	117
2	12	19	14	9	23	13	10	100
3	12	18	15	4	19	12	16	96
4	15	19	16	12	22	15	14	113
5	16	24	18	14	28	19	17	136
6	16	22	18	15	23	18	20	132
7	17	22	16	12	23	19	16	125
8	19	24	19	15	29	19	20	145
9	15	19	16	11	22	14	12	109
10	14	16	16	15	24	16	20	121
11	11	16	14	12	21	12	13	99
12	14	17	14	10	21	14	12	102
13	13	18	15	9	24	12	14	105
14	18	22	19	13	27	19	18	136
15	12	17	15	13	22	15	14	108
16	15	18	15	12	24	16	17	117
17	14	19	14	12	22	15	12	108
18	19	21	17	15	19	20	17	128
19	17	21	19	12	23	17	19	128
20	17	21	18	14	28	19	18	135
21	18	24	17	14	28	19	20	140
22	17	17	16	11	19	15	16	111
23	13	19	15	12	19	14	10	102
24	15	17	15	10	21	14	13	105
25	17	19	14	12	24	18	18	122
26	13	18	15	11	22	16	13	108

ตาราง 27 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนหลังเรียน							รวม
	ด้าน1	ด้าน2	ด้าน3	ด้าน4	ด้าน5	ด้าน6	ด้าน7	
27	12	16	15	11	16	16	17	108
28	16	17	16	10	21	13	11	104
29	13	15	12	10	20	15	13	98
30	12	16	18	12	22	18	13	111
31	13	20	16	13	24	16	15	117
32	16	18	17	12	22	16	16	117
33	16	15	14	14	24	15	15	113
34	15	23	18	14	24	15	14	123
35	14	17	16	12	23	14	15	111
36	14	16	13	10	15	14	12	94
37	15	17	16	13	24	16	16	117
38	17	22	16	13	23	15	18	124
39	13	12	13	9	17	17	15	96
40	17	20	17	14	23	18	14	123
41	16	16	12	10	22	16	16	108
42	14	16	15	10	20	14	13	102
43	18	21	15	12	26	17	18	127
44	13	21	15	13	25	17	14	118
45	16	18	17	11	24	14	19	119
46	18	24	20	15	24	17	15	133
47	16	19	13	11	23	16	14	112
48	14	16	13	12	21	15	14	105
49	15	18	12	15	23	16	16	115
50	14	15	15	13	22	15	9	103
51	16	17	18	9	22	15	15	112
52	13	19	18	11	20	15	15	111
\bar{X}	14.98	18.71	15.65	11.92	22.54	15.85	15.06	114.71
S.D	2.02	2.75	1.95	2.08	2.85	2.00	2.72	



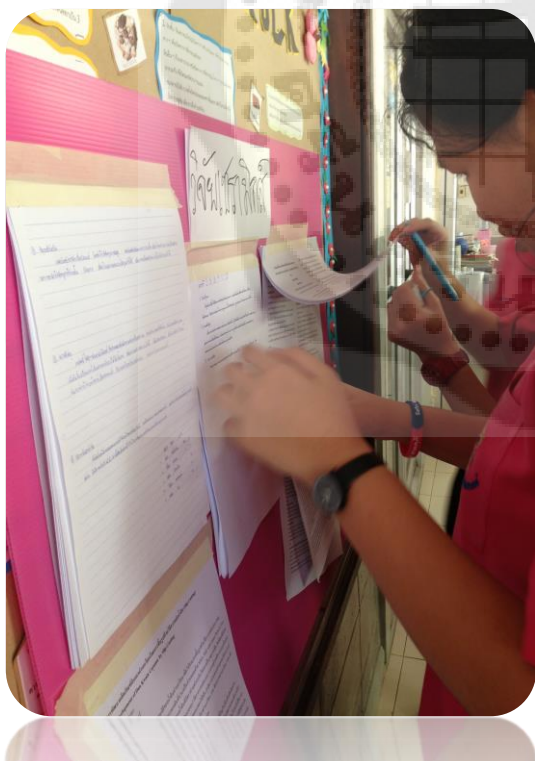
ภาคผนวก จ

-รูปภาพประกอบการจัดการเรียนรู้

-ตัวอย่างงานนักเรียน



ภาพประกอบ 5 แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย



ภาพประกอบ 6 แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย



ภาพประกอบ 7 แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย



ภาพประกอบ 8 แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการวิจัยด้วยตนเอง



ขั้นที่ 1 ก่อเกิดปัญหา (Identify)



ขั้นที่ 2 ออกแบบแนวทาง (Design)



ขั้นที่ 3 ค้นหาคำตอบ (Search)



ขั้นที่ 4 นำเสนอพร้อมตรวจสอบ (Present)



ขั้นที่ 5 เสริมความรู้ (Elaboration)



ขั้นที่ 6 ประเมินความรู้ (Evaluation)

ภาพประกอบ 9 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐานด้วยรูปแบบ IDSPEE 6 ขั้นตอน

ตัวอย่างผลงานนักเรียน
แนวทางที่ 1 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ผลวิจัย

ชื่อ-นามสกุล..... น.ส. พกมล..... โรงเรียน.....
ชื่อวิจัย..... ชั้น..... เลขที่.....
..... วันที่.....



ใบศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวางแผนและควบคุมโครงการลงทุนของแดงในประเทศ
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง การวางแผนและควบคุมโครงการลงทุนของแดงในประเทศ
สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. เกิดปัญหาอะไรขึ้น จึงทำวิจัยเรื่องนี้ (2 คะแนน)
ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ..... ซึ่งเกี่ยวข้องกับหน่วยงานมหาดไทย..... ได้รับมอบ
..... สหภาพ..... ประเมินโครงการไม่ได้..... แต่ยังคงมีการประเมินความเสถียร
.....

2. วิเคราะห์ผลการวิจัยว่าเป็นอย่างไร (2 คะแนน)
ผลจากการศึกษาการดำเนินงานโครงการลงทุนของแดงในประเทศลาว..... ซึ่งไม่ทราบขอบเขตของโครงการ
ทางการเงินและ การบริหารจัดการที่จะดำเนินการดำเนินการที่พบ..... 19. กิจกรรม.....

3. ผลการวิจัยเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนได้อย่างไร(2 คะแนน)
ได้ความรู้เกี่ยวกับ..... ในพื้นที่ที่พบ.....

4. ความสำคัญของการวิจัยเรื่องนี้(2 คะแนน)
เพื่อลดความเสี่ยงและจุดเริ่มต้นที่ดีจากผลการดำเนินงานในประเทศลาว..... ศึกษาความเป็นไปได้
.....

5. วิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัย(2 คะแนน)

- 1. การบริหารของเขตโครงการ เพื่อให้โครงการประสบความสำเร็จ
- 2. การบริหารเวลาของโครงการรวมถึงการบริหารทรัพยากรที่ไร้ขีดจำกัดให้เห็นว่าโครงการจะสำเร็จสมบูรณ์ตามเวลาประกอบด้วย การระบุกิจกรรม การประเมินเวลากิจกรรม
- 3. การบริหารความเสี่ยงของโครงการ วัตถุประสงค์ที่สอดคล้องความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับโครงการ โดยพิจารณาถึงกิจกรรมที่อยู่นอกวงวิสัย

8
2
1.5
0.5
2

แนวทางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อ-นามสกุล..... ว.ช. วรณดา เดชอินโผตา..... ชั้น..... ๑.5/๒..... เลขที่..... ๒.....
 โรงเรียน..... สตรีวัดท่าสีสุบรรณ..... วันที่..... ๒๔..... ๒๖..... ๕๖.....



ใบศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ชุมชนซีเมนต์

การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์พิเศษผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษางานวิจัยเรื่อง การศึกษาโครงสร้างจุลภาคของซีเมนต์พิเศษผสมเถ้าปาล์มน้ำมัน แล้วตอบคำถามต่อไปนี้

1. เกิดปัญหาอะไรขึ้น จึงทำวิจัยเรื่องนี้ (2 คะแนน)

..... ปัญหาปูนซีเมนต์มีการผลิตสูงโดยสาเหตุเกิดจากราคาปูนซีเมนต์ที่ซีเมนต์ราคาแพง และอีกสาเหตุ
 เจ้าที่ผลิตน้ำปูนไม่ได้คุณภาพไปปะปนเข้าปูน ทำให้เกิดปัญหาสีผิวและกลิ่นเหม็น

2. วิเคราะห์ผลการวิจัยว่าเป็นอย่างไร (2 คะแนน)

..... จากผลการวิจัย เถ้าปาล์มที่นำมาใช้ทำซีเมนต์ที่ผลิตได้จากการนำเถ้าปาล์มมาเผาเป็นเนื้อเหนียว ซึ่งเนื้อเหนียว
 ของเถ้าปาล์มที่นำมาใช้ทำซีเมนต์ที่ดีขึ้นในการผลิตซีเมนต์ได้ และช่วยทำให้ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้มี
 คุณสมบัติที่ทนทานและทนต่อการสลายตัวได้ดี การแทรกซึมของน้ำที่ลดลงได้ด้วย

3. ผลการวิจัยเชื่อมโยงกับเรื่องที่เรียนได้อย่างไร(2 คะแนน)

..... เนื่องจากงานวิจัยนี้ เกี่ยวข้องกับการผลิตปูนซีเมนต์ จึงทำซีเมนต์ที่ผลิตได้มีคุณสมบัติที่เชื่อมโยง
 ในเรื่อง เปรียบเทียบ
 เปรียบเทียบปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้กับปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้

4. ความสำคัญของการวิจัยเรื่องนี้(2 คะแนน)

..... งานวิจัยนี้ เป็นการนำเอาเถ้าปาล์มที่ผ่านการเผาแล้วมาผสมกับปูนซีเมนต์ ทำให้ปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้มี
 คุณสมบัติที่ทนทานและทนต่อการสลายตัวได้ดี การแทรกซึมของน้ำที่ลดลงได้ด้วย
 นั่นคือ สีผิว และกลิ่นเหม็น

5. วิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการวิจัย(2 คะแนน)

- 1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย
- 3. ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น
- 4. ศึกษาวิธีทำซีเมนต์

แนวทางที่ 2 การจัดการเรียนการสอนโดยศึกษาผลการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล... ปัทมา... มหรรษา..... ชั้น... 5.12..... เลขที่... 11
 ชื่อ-นามสกุล... ดงมา... แสงทองคำสุก..... ชั้น... 5.12..... เลขที่... 24
 ชื่อ-นามสกุล... สจิตตา..... อธิวัฒน์วิไล..... ชั้น... 5.12..... เลขที่... 23
 โรงเรียน..... รร.วัดป่าเลไลยก์..... วันที่.....



ใบกิจกรรม เรื่อง สรรค์สร้างเซรามิกส์

๑



๒

รูปภาพ ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

- เหตุผลที่ต้องการผลิตเซรามิกส์ชิ้นนี้
 - เป็นผลิตภัณฑ์ที่สวยงาม
 - เป็นผลิตภัณฑ์ที่โดนใจคนดู
 - เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ซ้ำกับผลิตภัณฑ์อื่น
 - เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้จริง
- ขั้นตอนการผลิต
 - วัตถุดิบที่ใช้... ทรายแม่น้ำ, ไม้เนื้ออ่อน, วัสดุทำรูป, วัสดุทำสี, วัสดุทำลวด
 - สาเหตุที่เลือกใช้เพราะ... ง่ายต่อการทำ
 - การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์... ใช้มือปั้น
 - สาเหตุที่เลือกใช้เพราะ... ง่ายต่อการทำ, วัสดุหาง่าย

แนวทางที่ 2 (ต่อ)

-การเผาและการเคลือบ... เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้น้ำมันที่เคลือบไปแตกตัว
เสียน้ำมันที่เคลือบผิวเพื่อความปลอดภัยของรถจักรยาน รวมทั้งใช้เครื่องเร่งความเร็วสมรรถนะสูงที่เลือกกับสารตัว
ผสมอลูมิเนียม ใช้ลักษณะพื้นผิวเรียบๆ ยางที่ควรมีบนล้อผลิตภัณฑ์

สาเหตุที่เลือกเพราะ กล่าวน่าจะเป็นวิธีที่ง่าย และสะดวก

3. ตกแต่งผลิตภัณฑ์เพิ่มเติมโดยวิธี
 - นำปมมาปรับเป็นรูต่างๆ → ทำเป็นลวดปิดกั้นตัวรถ
 - เพิ่มลวดขึ้นในกับผลิตภัณฑ์

4. การนำสินค้าออกสู่ตลาด อธิบายวิธีการรวมทั้งสถานที่ขาย และกลุ่มเป้าหมาย
ให้สินค้าออกสู่ตลาด → ให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกมาวางจำหน่ายในห้างสรรพสินค้า
สถานที่ขาย → ห้างสรรพสินค้า ร้านจักรยาน ร้านจักรยาน ร้านจักรยาน
กลุ่มเป้าหมาย → นักเรียน นักจักรยาน

5. ปัญหาและอุปสรรคที่คาดว่าจะเกิดขึ้น
 ⇒ ขั้นตอนการผลิตอาจยุ่งยาก อาจไม่ได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

วิธีการแก้ปัญหา
 ⇒ ก่อนๆ ผลิตจากชิ้นส่วนที่วางแผนไว้ ไม่ยุ่งเหยิง ใช้ความใจเย็นในการผลิตขั้นนี้

แนวทางที่ 2 (ต่อ)

เลขที่ 1, 4, 7, 12, 16, 24 ม. 5/2

♥ ชื่อผลงานวิจัย : การศึกษาเพื่อวางแผนการผลิตกำลังคนและพฤกษศาสตร์ของผู้บริโภคและผู้บริโภคและผู้บริโภคและเครื่องประดับในประเทศไทย

♥ ปัญหาที่ทำให้เกิดงานวิจัย

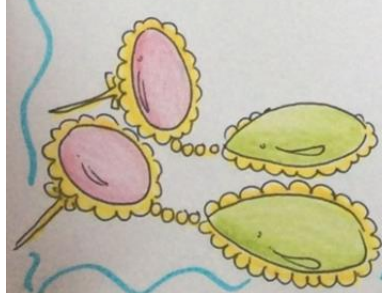
เนื่องจากอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ เป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทและมีควมสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศไทย ทำให้เกิดการจ้างงานเป็นจำนวนมาก แต่การผลิตกำลังคนเพื่อป้อนตลาดแรงงานนั้นพบว่า มักมีการจ้างงานอย่างไม่เป็นทางการและไม่เป็นระบบ จึงทำให้เกิดงานวิจัยขึ้นมา

♥ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับในประเทศไทย
2. เพื่อศึกษาสถานการณ์ตลาดศึกษาเพื่อผลิตกำลังคนด้านอัญมณีและเครื่องประดับ ในประเทศไทย
3. เพื่อวางแผนการผลิตบุคลากร โดยเสนอแนะหลักสูตรเพื่อพัฒนาระบบการศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน
4. เพื่อศึกษาพฤติกรรมและทัศนคติของผู้บริโภคอัญมณีและเครื่องประดับในประเทศไทย และนักทอที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

♥ ผลของงานวิจัย

1. ได้วงความรู้ อุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับในประเทศไทย เป็นกระบวนการที่ต้องการความรู้และความชำนาญใน 10 ลักษณะ
2. ศึกษาการจัดการศึกษาเพื่อผลิตกำลังคนด้านอัญมณีและเครื่องประดับ มีทั้งการศึกษาระดับปริญญาตรีและปริญญาโท อุตสาหกรรม สังกัดเป็นของทั้งของรัฐและเอกชน มีสอนในหลักสูตร
3. การวางแผนผลิตบุคลากรโดยการสอนของบุคคลที่เกี่ยวข้อง ทั้งมีอบรมช่วงเพียงสองในหกละ ซึ่งทำเครื่องประดับและมีการผลิตกับเครื่องประดับปริศนา
4. พฤติกรรมของผู้บริโภค ชาวไทยซื้อเครื่องประดับไว้ใช้เอง ส่วนใหญ่ซื้อเครื่องประดับแท้ ส่วนชาวต่างประเทศจะพบปัญหาด้านคุณภาพ
5. ทัศนคติของผู้บริโภคชาวไทยและชาวต่างประเทศ คิดว่าควรปรับปรุง การออกขายเครื่องประดับ

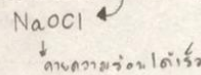


แนวทางที่ 3 การจัดการเรียนการสอนโดยกระบวนการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล... อรรณพ... อรุณพร... ชั้น... 5/2... เลขที่... 16
 โรงเรียน... สอนวิทย์... วันที่... ๗ ก.พ. ๕๗



ใบกิจกรรม เรื่องการเตรียมสารฟอกขาวโซเดียมไฮโปคลอไรต์



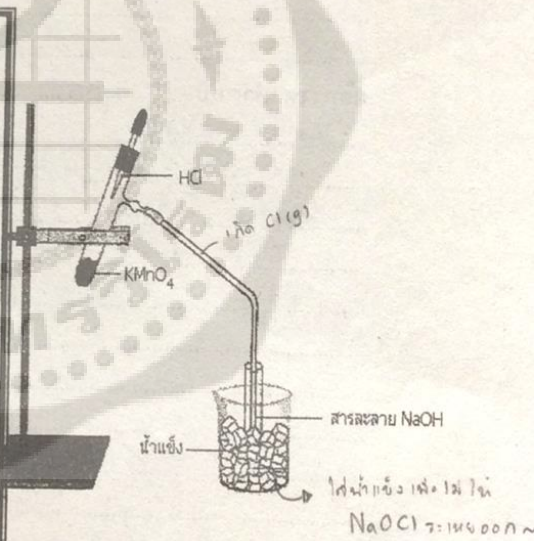
ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น

ซึ่งพบมีปริมาณก๊าซพิษออกมา และใช้สารฟอกขาวในใช้ติดปะติดกัน ในการซักล้าง

เตรียมการค้นหาคำตอบ (วัตถุประสงค์)

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสารฟอกขาว
2. เพื่อศึกษาการเตรียมสารฟอกขาวไฮโปคลอไรต์

- วัสดุ และอุปกรณ์**
1. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง
 2. หลอดทดลองชนิดมีแขนข้างพร้อมจุกยาง
 3. ข้อนเบอร์ 2
 4. สายพลาสติกยาว 30 cm
 5. หลอดทดลองขนาดกลาง
 6. หลอดทดลองขนาดเล็ก
 7. บีกเกอร์ขนาด 250 cm³
 8. หลอดหยด
 9. กระดาษฟิสิก
- สารเคมี**
1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
 2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 mol/dm³
 3. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น
 4. กระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน
 5. น้ำแข็ง



ติดตั้งอุปกรณ์และสารเคมีดังภาพ แล้ว
 หยดกรดไฮโดรคลอริกอย่างช้าๆและผ่านแก๊สที่
 เกิดขึ้นลงไปหลอดทดลอง ประมาณ 10
 นาที นำสารละลายที่ได้ในหลอดทดลอง
 ทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีแดง และน้ำเงิน
 สังเกตการเปลี่ยนแปลง

แนวทางที่ 3 (ต่อ)

(เขียนเวลา ~)

ออกแบบการทดลอง (flow chart)

1. ตั้งอุปกรณ์และสารเคมีตั้งภาชนะ
2. หยด HCl อย่างช้าๆ ผ่านแก๊สที่กักน้ำลงในหลอดทดลอง ประมาณ 10 นาที
3. นำสารละลายที่ได้ในหลอดทดลองทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน
4. สังเกตการเปลี่ยนแปลง

ผลการหาคำตอบ

- หยด HCl ลงใน $KMnO_4$

$$2KMnO_4 (s) + 16HCl (aq) \rightarrow 2KCl (aq) + 2MnCl_2 (aq) + 8H_2O (l) + 5Cl_2 (g)$$

↑ ปล่อยจากหลอดทดลอง ไปตามท่อ

- เกิดคลอรีนผสมกับ NaOH

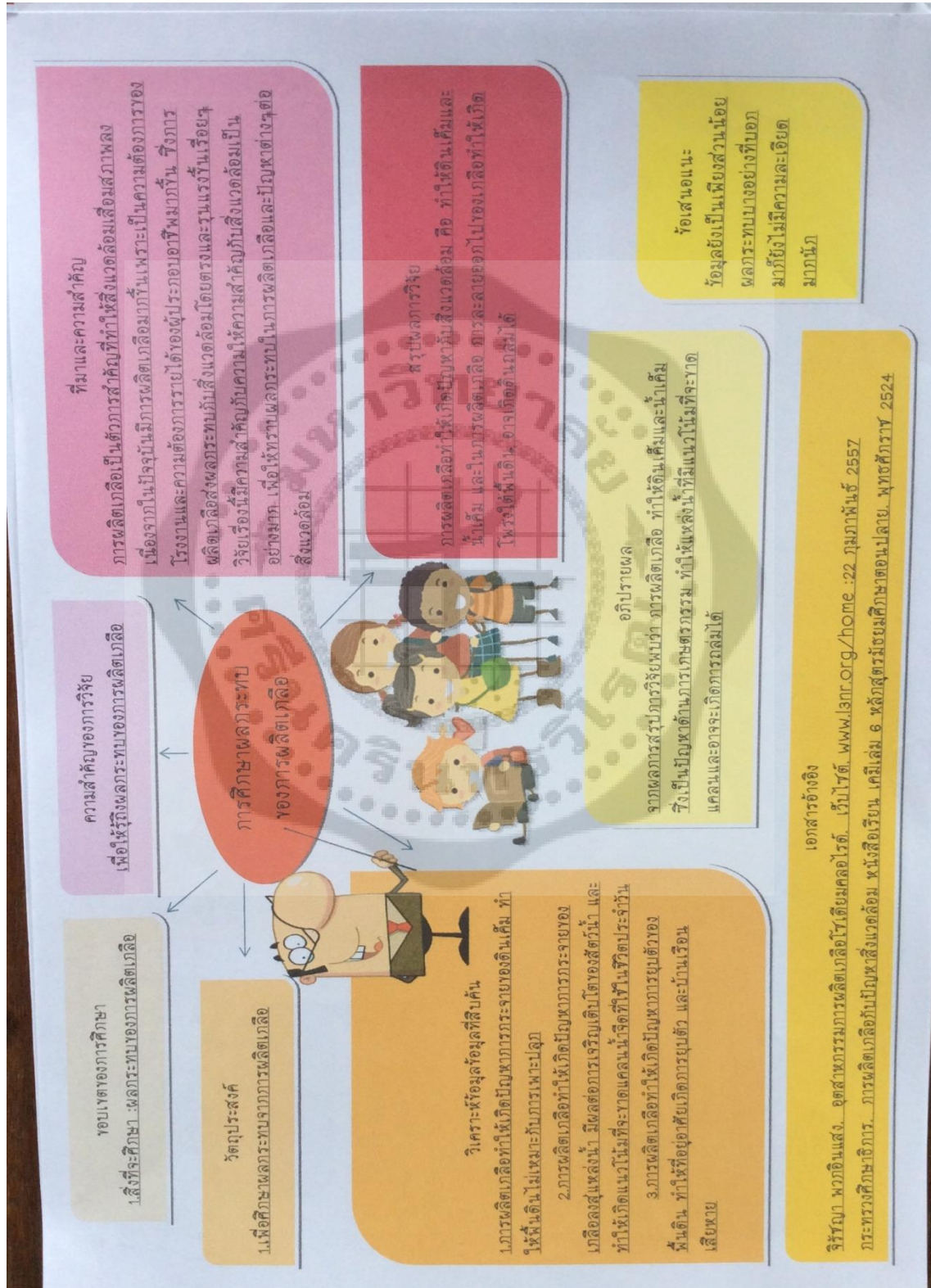
$$Cl_2 (g) + 2NaOH (aq) \rightarrow NaCl (aq) + NaOCl (aq) + H_2O (l)$$

กระดาษลิตมัส ↓
เปลี่ยนเป็นสีขาว ⇒ สัมผัสกับน้ำฟอกขาว (สารฟอกขาว)
↓
น้ำฟอกขาวเกิดกรดอ่อนๆ ~

ในการทดลองเตรียมสารฟอกขาว เผลอได้จึงต้องแก้ไขโดยมีไฮดรอกไซด์ในน้ำแข็ง
 เพื่อให้ $NaOCl$ จะหลุดออก แล้วจาก $NaOCl$ มันจะแยกออกมาได้เร็ว ทำให้จะเหนียวได้ง่าย
 จึงต้องเหนียวแข็งไว้

สารฟอกขาวช่วยทำให้เสื้อผ้าขาวขึ้น แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะเกิดผลเสียอย่างไร
 ทำให้เสื้อผ้าสีจางลง และกัดกร่อนเสื้อผ้า ทำให้เสื้อผ้าเสียหาย

แนวทางที่ 4 การจัดการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้ด้วยตนเอง



แนวทางที่ 4 (ต่อ)

ปัญหาวิจัย :

1. อยากรู้ว่าในการผลิตเกลือสามารถมีชีวิตอื่นที่ผลิตได้ง่ายกว่าการทำนาเกลือหรือไม่
2. นอกจากการผลิต NaCl ด้วยวิธีการทำนาเกลือแล้วสามารถทำชีวิตอื่นได้อีกหรือไม่
3. สามารถผลิตโซเดียมคลอไรด์ด้วยวิธีอื่นๆได้หรือไม่
4. การผลิตเกลือโดยการรดลงไปบนดินเพื่อนำเกลือขึ้นชั้นดินขึ้นมา ยังสามารถผลิตเกลืออื่นได้อีกหรือไม่

วิเคราะห์สภาพปัญหา : ในการผลิตโซเดียมคลอไรด์ นอกจากการผลิตโดยวิธีการทำนาเกลือ และการขุดเจาะลงไปบนดินแล้ว ยังสามารถผลิตโดยวิธีอื่นๆได้ อีกหรือไม่

วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา : จากการศึกษาวิธีการผลิตโซเดียมคลอไรด์ โดยทำนาเกลือ และการรดลงไปบนดิน เพื่อนำเกลือขึ้นชั้นเกลือขึ้นมา ซึ่งทั้ง 2 วิธี มีความซับซ้อนและยุ่งยาก ทางกลุ่มของตัววิจัย จึงอยากศึกษาว่ามีวิธีอื่นๆในการผลิตโซเดียมคลอไรด์อีกหรือไม่

หาแนวทางแก้ไข : โดยการสืบค้นออนไลน์

ระบบปัญหาวิจัย : ในการผลิตโซเดียมคลอไรด์ นอกจากการผลิตโดยวิธีการทำนาเกลือ และการขุดเจาะลงไปบนดินแล้ว ยังสามารถผลิตโดยวิธีอื่นๆได้อีกหรือไม่

วางแผนการดำเนินการแก้ไข :

```

    graph TD
      A[กำหนดปัญหาที่สงสัย] --> B[นำปัญหาที่สงสัยมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในแกลเลอรีเพื่อหาข้อสงสัยที่แท้จริง]
      B --> C[ค้นหาข้อมูลที่สอดคล้องกับปัญหาที่สงสัยโดยการสืบค้นผ่านสื่อออนไลน์]
      C --> D[วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นั้นนำมาเพื่อตอบปัญหาในเรื่องที่สงสัย]
      D --> E[สรุปผล]
  
```



ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางอลิสา ราชวัตร
วันเดือนปีเกิด	10 เมษายน 2528
สถานที่เกิด	อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	31 หมู่ 4 ตำบลหน้าประตู อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี 20160
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	ครู คศ.1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนพานทองสหภาพปลั้มท์ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี 20160
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2547	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนพานทองสหภาพปลั้มท์ อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
พ.ศ.2552	การศึกษาระดับบัณฑิต (การสอนเคมี) จากมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี
พ.ศ.2558	การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาการทางการศึกษาและ การจัดการเรียนรู้) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ