ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ศึกษา | การศึกษา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Inquiry Based Learning with Cooperative Learning to Develop Properties of Substances Concept, Science Process Skills and Attitudes towards Science for Grade 6 Students

นามผู้วิจัย นางสาวจุฑารัตน์ แตงอ่อน

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์จรรยา คลังสิน, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุดารัตน์ สารสว่าง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อพัฒนาแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

Inquiry Based Learning with Cooperative Learning to Develop Properties of Substances Concept, Science Process Skills and Attitudes towards Science for Grade 6 Students

โดย

นางสาวจุฑารัตน์ แตงอ่อน

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฑารัตน์ แตงอ่อน 2554: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สุนันท์ สังข์อ่อง, ค.ด. 203 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3) ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ที่เลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย บันทึกการเรียนรู้ บันทึกหลังสอน แบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มตามความสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หาค่าความถี่ และร้อยละ

ผลการวิจัย พบว่า

1) นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของของแข็งร้อยละ 77 โดยนักเรียนสามารถบอกสถานะและสมบัติของของแข็งได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเรื่องสมบัติของของเหลวร้อยละ 12.5 โดยนักเรียนระบุว่าของเหลวมีปริมาตรไม่คงที่ นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารเกี่ยวกับการแข็งตัวร้อยละ 72.5 โดยสามารถระบุเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้ และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนในเรื่องการควบแน่นร้อยละ 22.5 โดยนักเรียนเรียกชื่อปรากฏการณ์เป็นการระเหยหรือการเดือด อธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิไม่ถูกต้อง มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการละลายร้อยละ 95 นักเรียนสามารถระบุได้ว่าการละลายคือการที่สารอย่างน้อย 2 ชนิดรวมเป็นเนื้อเดียวกันและสามารถทำให้สารกลับคืนมาได้ และนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีร้อยละ 97.5 นักเรียนสามารถระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีคือการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นโดยสารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมสามารถทำให้สารกลับคืนมาได้ยาก

2) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ยร้อยละ 66.25 มีทักษกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเฉลี่ยร้อยละ 45

3) นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีร้อยละ 80

_____ _____ ____ / ____ / ____

ลายมือชื่อนิสิต **ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jutarat Tang-orn 2011: Inquiry Based Learning with Cooperative Learning to Develop Properties of Substances Concept, Science Process Skills and Attitudes towards Science for Grade 6 Students. Master of Education (Science Education), Major Field: Science Education, Department of Education. Thesis Advisor: Associate Professor Sunan Song-ong, Ph.D. 203 pages.

The purpose of this research was to: 1) study conception of Properties of Substances for grade 6 students. 2) science process skills for grade 6 students. and 3) attitudes towards science by Inquiry Based Learning with Cooperative Techniques for grade 6 students.

The subjects of this study were forty students from a school under the Bangkok Primary Education Service Area office first semester, 2010 to purposive samplng. The intruments used in this study were composed of journal, a post-teaching record, multiple choice with reasons and open-ended questions concept test on “Properties of Substances”, the science process skills questionnaire and the attitude towards sciences questionnaire was distributed to the students after the instruction. Data were analyzed by divide student into 5 groups, each group was derived by concept that consistent with the Scientific Understanding to determine frequency and percentage.

The result found that

1) Students with scientific concepts. On the properties of solids, 77 percent of students can identify property of solid both in shape and volume. 12.5 percent misunderstanding about properties of liquids, that liquid volume is not constant. Students’s scientific concepts about changing state of solid material. 72.5 percent can identify about transition state and temperature. 22.5 percent partial understanding with misunderstanding about labeling between boiling and evaporation phenomenon. Describes the transition temperature is not valid. A scientific concept. 95 percent of students can indentify whether the solubility of the compounds include at least two types of homogeneous and can be recovered from the material and students with scientific concepts. 97.5 percent of students can determine about changes in the chemical reaction will occur a new compounds, and property of a new compounds will be a change from the original property. So the property that changes, it is hardly to reverse back to the original material.

2) Students had the basic scientific process skills, average 66.25 percent. Integrated science process skills, average 45 percent.

3) Students had attitude toward science at a high level of 80 percent

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student’s signature Thesis Advisor’s signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเพราะได้รับความกรุณาจากหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งในความกรุณาของ รศ.ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.จรรยา คลังสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ในการสนับสนุน ช่วยเหลือให้คำแนะนำที่ดีในการทำวิจัย รวมทั้งการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยชิ้นนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ผศ.ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์ ดร. ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง อาจารย์อุษา พุ่มศรีภานนท์ อาจารย์จินตนา ตันตสุทธิกุล และอาจารย์กฤษดา สงวนสิน

ขอขอบคุณคณะครูที่คอยอำนวยความสะดวกในการสอนและการเก็บข้อมูล ขอขอบใจนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลในการวิจัยเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณคุณแม่ และน้องสาว ที่คอยห่วงใยและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จุฑารัตน์ แตงอ่อน

เมษายน 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง (3)

สารบัญภาพ (6)

บทที่ 1 บทนำ 1

ความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประโยชน์ที่ได้รับ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 การตรวจเอกสาร 7

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 7

ทฤษฎีการสร้างความรู้ 9

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 10

การเรียนรู้แบบร่วมมือ 14

แนวคิด 23

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 26

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 29

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40

รูปแบบการวิจัย 40

กลุ่มที่ศึกษา 41

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41

การเก็บรวบรวมข้อมูล 48

การวิเคราะห์ข้อมูล 49

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์ 53
ผลการวิจัย 53
ข้อวิจารณ์ 73
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 77
สรุปผลการวิจัย 77
ข้อเสนอแนะ 79

เอกสารและสิ่งอ้างอิง 81

ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ 90
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ 92
ภาคผนวก ค แบบวัดแนวคิดเรื่อง สมบัติของสาร 155
ภาคผนวก ง แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 167
ภาคผนวก จ แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 176
ภาคผนวก ฉ เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวคิดเรื่องสมบัติของสาร 181
ภาคผนวก ช การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 193
ภาคผนวก ซ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 198
ภาคผนวก ฌ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) 200

ประวัติการศึกษา และการทำงาน 203

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และแนวคิดที่ศึกษา	44
2	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	47
3	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร	54
4	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการหลอมเหลว	56
5	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการแข็งตัว	58
6	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการเดือด	60
7	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการระเหย	62
8	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการระเหิด	64
9	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการควบแน่น	66
10	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการละลาย	67
11	จำนวนและร้อยละของนักเรียน จำแนกตามแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	69
12	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่องสมบัติของสารของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	70

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	71
14	ผลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	72

ตารางผนวกที่

1	โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	93
2	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องสมบัติของสาร	184
3	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการหลอมเหลว	185
4	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการแข็งตัว	186
5	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการเดือด	187
6	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการระเหย	188
7	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการระเหิด	189
8	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการควบแน่น	190

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
9	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการละลาย	191
10	เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	192
11	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	194
12	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ	195
13	ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	197

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนภาพการเข้ากลุ่ม	21

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

เป้าหมายสำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.], 2546) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 สาระ โดยแนวคิดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารเป็นแนวคิดสำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องทำความเข้าใจ เพราะแนวคิดดังกล่าวอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสารของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดให้เรียนในระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แนวคิดเกี่ยวกับสารและสมบัติของสารเป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาสมบัติของสารในเรื่องอื่นๆ ต่อไป ทั้งในเรื่องการจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ วิธีการแยกสารที่ผสมกัน การเรียนเรื่องอนุภาคของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐาน ความรู้ในการเรียนเรื่องสารในระดับมัธยมศึกษาในเรื่องการแยกสาร การเกิดพันธะเคมีใน โครงร่างผลึก การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือด จุดหลอมเหลว และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร รวมทั้งการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน (สำนักงานวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

เนื่องจากแนวคิดเกี่ยวกับสมบัติของสารจะมีความสำคัญดังที่กล่าวมาแล้วแต่จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า นักเรียนจำนวนมากยังมีแนวคิดที่หลากหลาย โดยแนวคิดของนักเรียนส่วนใหญ่เป็นแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเรียกว่า แนวคิดคลาดเคลื่อน (alternative conception) และจากการสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่สอนพบว่านักเรียนยังมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนใน เรื่องสมบัติของสาร อยู่เป็นจำนวนมาก นักเรียนบางคนไม่สามารถบอกสถานะของสารได้ถูกต้อง โดยบอกว่าแป้งฝุ่นมีสถานะเป็นของเหลวเพราะมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ หรือบอกว่ายางลบเป็นของแข็งได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถบอกเหตุผลที่ถูกต้องในการจำแนกสารได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษดา สงวนสิน (2548) ที่ผลการวิจัยพบว่านักเรียนจำแนกสถานะของสารผิดหรือสามารถจำแนกสถานะของสารได้แต่บอกเหตุผลในการจำแนกที่ไม่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องรูปร่างและปริมาตรของสารได้หรือนักเรียนบางคนบอกว่าเมื่อเปลี่ยนภาชนะที่บรรจุอากาศ อากาศจะมีปริมาตรคงที่ไม่หายไปไหนซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Stavy (1991) ที่พบว่านักเรียนไม่สามารถระบุสถานะหรือปรากฏการณ์ของสารที่อยู่ในสถานะแก๊สได้หรือนักเรียนบางคนบอกว่าแก๊สไม่ใช่สารเพราะไม่มีน้ำหนัก จับต้องไม่ได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยินดี สวนะคุณานนท์ (2536) ที่พบว่านักเรียนมีแนวคิดว่า สารมีตัวตน มองเห็นได้ สัมผัสได้ และคิดว่าแก๊สไม่ใช่สาร ส่วนในงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารของ วราภรณ์ แย้มจินดา (2547) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารไม่ถูกต้องโดยเฉพาะในเรื่องการเดือดส่วนในงานวิจัยของ กฤษดา สงวนสิน (2548) พบว่านักเรียนแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุดในเรื่องการควบแน่น ครูผู้สอนควรมีการหาสาเหตุว่าแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้นเกิดขึ้นจากสาเหตุใด ซึ่งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนอาจเกิดมาจากประสบการณ์เดิมของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียน (Bell, 1993; Driver *et al*., 1994 อ้างใน ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) บางครั้งอาจเกิดจากการที่นักเรียนมีการนำประสบการณ์หรือภาษาในชีวิตประจำวันไปใช้ในการอธิบาย ซึ่งภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันอาจมีความหมายแตกต่างจากภาษาที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ได้ (Pimthong, 2006) หรืออาจเกิดจากความไม่ชัดเจนในเนื้อหาวิชาของครูผู้สอน (ชาตรี ฝ่ายคำตา และ วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2548) และวิธีการสอนของครูผู้สอน (Osborne and Cosgrove, 1983) แม้ว่าครูจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนก็ยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือเกิดแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องได้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างความรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม มีการลงมือปฏิบัติจริง (สำนักงานและมาตรฐานการศึกษา, 2551) และจากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นในเรื่องความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการจิตวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์รวมถึงคุณธรรมจริยธรรม และค่านิยมในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้อย่างสร้างสรรค์ (สสวท., 2546) ซึ่งเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มิได้มุ่งเพียงเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเฉพาะแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่รวมถึงการมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย (Kessen, 1964) หลักสูตรวิทยาศาสตร์ในหลายประเทศจึงให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (AAAS, 1993) สำหรับประเทศไทยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ได้เห็นถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้กำหนดแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ต้องเน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูล การทำโครงการ การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการสื่อสารและการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2546)

เป้าหมายที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ คือการให้นักเรียนได้พัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ในการเรียนรู้นักเรียนต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น (พรเพ็ญ หลักคำ, 2534)

หน้าที่ของครูผู้สอนคือการช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดของนักเรียนจากแนวคิดที่คลาดเคลื่อนหรือไม่มีแนวคิดให้เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง การเปลี่ยนแปลงแนวคิดมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ Constructivism ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่อธิบายถึงกระบวนการเรียนรู้โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองและจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสังคม (Bell, 1993; Driver *et al*., 1994 อ้างใน ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) จากเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากจะให้นักเรียนได้รับความรู้แล้วยังมุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ด้วย

การสอนด้วยการสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการในการคิดวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้นและมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2546) ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ (Guzzetti, Glass and Gamas, 1993 อ้างถึงใน สุรจิตรา เศรษฐภักดี, 2547) นอกจากนั้นยังช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการใช้เหตุผลของนักเรียน (Lawson, 2001) และยังช่วยให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ (จงกลรัตน์ อาจศัตรู, 2544)

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นเพื่อสร้างทักษะการสื่อสารและทักษะทางสังคม ให้นักเรียนเป็นส่วนหนึ่งของสังคมแห่งการเรียนรู้ การเรียนรู้เป็นกลุ่มแบบร่วมมือถือเป็นกลวิธีสำคัญในการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลวิธีด้านกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนทำงานกลุ่มนักเรียนจะได้มีโอกาสแลกเปลี่ยน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่มที่แต่ละคนมีวัยใกล้เคียงกัน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ต้องอาศัยการเรียนรู้แบบร่วมมือเพราะการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเรียนรู้ที่ทุกคนมีส่วนร่วมกับเพื่อนในกลุ่มและกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะสร้างความเข้าใจ ความรู้ได้มากกว่าการเรียนรู้เป็นรายบุคคล (สสวท., 2546)

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นมีรูปแบบการเรียนรู้ที่น่าสนใจ 2 รูปแบบ คือ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบร่วมมือซึ่งผู้วิจัยนำมาใช้ร่วมกันในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนและศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือ เพื่อให้นักเรียนได้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และค้นพบคำตอบของตนเองและจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นมีความเข้าในแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อการต่อวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2. เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3. เพื่อประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ขอบเขตของการวิจัย

1. สถานที่ดำเนินการวิจัย คือ โรงเรียนระดับประถมศึกษาแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

2. กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 20 คน ได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน เป็นนักเรียนคละเพศ คละความสามารถมีนักเรียนชายและนักเรียนหญิงจำนวนใกล้เคียงกัน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องสมบัติของสาร ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 11 ชั่วโมง ครอบคลุมแนวคิด เรื่องสมบัติของสารในสถานะต่าง ๆ อนุภาคของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร การละลาย และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูผู้สอนใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องสมบัติของสาร

2. ทราบระดับแนวคิด เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

นิยามศัพท์เฉพาะ

แนวคิดเรื่องสมบัติของสาร หมายถึง ความคิดที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจำแนกวัตถุ ปรากฏการณ์ ตามความสัมพันธ์อย่างมีความหมาย แนวคิดเป็นผลมาจากการคิดสังเคราะห์ของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับ เรื่องสมบัติของสารในสถานะต่างๆ อนุภาคของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร การละลาย และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ซึ่งวัดจากแบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร บันทึกหลังสอน และบันทึกการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 ระดับ คือ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเสาะแสวงหาความรู้ การคิดค้น การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญาที่ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในเนื้อหา เรื่องสมบัติของสาร ทั้งหมด 13 ทักษะประกอบด้วย ทักษะการสังเกต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทักษะการวัด ทักษะการจำแนกประเภท ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ และทักษะการตีความหมายและการลงข้อสรุป ซึ่งวัดโดยแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังสอน และบันทึกการเรียนรู้

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยแสดงพฤติกรรมออกมาเป็น 2 ลักษณะ คือ เจตคติทางบวก แสดงออกมาซึ่งความชอบ ความพึงพอใจ การเห็นคุณค่า ความอยากรู้ อยากเห็น เห็นด้วย และเจตคติเชิงลบแสดงออกถึงความเกลียด ความไม่พอใจ ไม่สนใจ ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดต่างๆ วัดโดยใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ บันทึกหลังสอน และบันทึกการเรียนรู้ ซึ่งแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กำหนดมาตรวัดของคำตอบออกเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การสอนให้นักเรียนสืบเสาะหาคำตอบของปัญหา โดยนักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มทุกคนมีหน้าที่ในการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกันมีการแลกเปลี่ยนความรู้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นมีขั้นตอนในการสอน 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explain) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้กลวิธี คือ คิดเดี่ยว : คิดคู่ : แลกเปลี่ยนความคิด (Think-Pair-Share) จิ๊กซอว์ (Jigsaw) สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (Student Teams Achievement Division : STAD)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ในงานวิจัย เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่อง สมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ตรวจสอบเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
2. ทฤษฎีการสร้างความรู้
3. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ
5. แนวคิด
6. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
7. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติโดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ การทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ และนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงมิได้หมายถึงส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้เพียงอย่างเดียวแต่ยังรวมไปถึงส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ด้วย

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดไว้ดังต่อไปนี้ (สสวท., 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยทำการศึกษาครั้งนี้แบ่งองค์ประกอบของความรู้วิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้วิทยาศาสร์ (Scientific Knowledge) มุ่งให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ โดยการศึกษาหาข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี และข้อสันนิษฐานที่นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นคว้าได้แล้ว ซึ่งเป็นพื้นฐานเบื้องต้นให้ผู้เรียนในการค้นคว้าข้อเท็จจริงและแก้ปัญหาต่างๆ ต่อไปและเพื่อเป็นเครื่องมือในการสื่อความหมาย เข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติตลอดจนรู้เท่าทันเทคโนโลยี เพื่อให้สามารถปรับปรุงแก้ไขความเป็นอยู่ของตนเองให้ดีขึ้น

2. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Processes Skills) มุ่งฝึกให้ผู้เรียนมีกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ด้านเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes Towards Science) การมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวกทำให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็น มีความสนใจในวิทยาศาสตร์และมีแนวโน้มที่จะเลือกประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

ทฤษฎีการสร้างความรู้

Glasersfeld (1988 cited in Tobin, 1990) กล่าวถึง Constructivism ไว้ว่าเป็นทฤษฎีความรู้ที่มีพื้นฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยาและการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมการสื่อความหมายในตนเองโดยอ้างถึงหลักการ 2 ข้อ คือ

1. ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการที่บุคคลสร้างความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง

2. หน้าที่ของการรับรู้ คือ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

Tobin (1990) อธิบาย Constructivism ว่าความรู้ถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคล โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ความรู้มีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลาและไม่มีความเป็นปรนัย ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ควบคุมตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิมโดยผ่านกิจกรรมทางสังคมและผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดทั้งความคิดเห็นที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยกับบุคคลในสังคม

ทฤษฎีการสร้างความรู้เชื่อว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาก่อนเรียนและการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ประสบการณ์เดิมของนักเรียน นักเรียนต้องสืบค้น สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่างๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและการรับรู้อย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างองค์ความรู้เก็บไว้ในสมองได้ยาวนาน การจัดการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน (สสวท., 2545)

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้เป็นการบรรยายถึงความรู้และการเรียนรู้โดยอาศัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมนุษยวิทยา ว่าความรู้เกิดขึ้นจากตัวบุคคลและจากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมและความรู้ใหม่ได้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่หลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาสิ่งต่างๆ ทางกายภาพในธรรมชาติและเสนอคำอธิบายสิ่งเหล่านั้นด้วยข้อมูลที่ได้จากการทำงานทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้รวมถึงกิจกรรมที่นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และเข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาสิ่งต่างๆ บนโลกนี้ได้อย่างไร (National Research Council, 1996)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ ดังนี้

1. การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสืบเสาะหาความรู้ที่เริ่มต้นจากคำถามที่เกิดจากการสังเกตสิ่งที่ไม่ปกติหรือสิ่งที่ต้องการรู้แล้วนำประเด็นคำถามนั้นมาพิจารณาอย่างรอบคอบและรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายสิ่งที่ต้องการรู้ นอกจากนั้นนักวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความรู้เดิมของตนและการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์คนอื่นๆ มาพิจารณาเพื่อยืนยันคำอธิบายที่ตนค้นพบก่อนนำเสนอ

2. การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียน หมายถึง การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมและกระบวนการคิดที่หลากหลายทั้งการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด (Opened Inquiry) โดยนักเรียนเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองตั้งแต่การสร้างประเด็นคำถาม การสำรวจตรวจสอบและอธิบายสิ่งที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่นเพื่อปรับปรุงคำอธิบายของตนและนำเสนอต่อผู้อื่นหรือการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางการทำกิจกรรม (Structured Inquiry) โดยครูจะมีส่วนในการชี้นำมากกว่าการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามความหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มุ่งเน้นการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งครอบคลุมประเด็นต่อไปนี้คือ 1) ความรู้วิทยาศาสตร์ เช่น แนวคิด หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การวัด การรวบรวมข้อมูลและจัดกระทำกับข้อมูล การลงความเห็น การคาดคะเน การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสร้างและทดสอบแบบ จำลอง เป็นต้น 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ในการศึกษา

ลักษณะสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ลักษณะ ดังนี้

1. นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คำถามที่นำไปสู่การสำรวจตรวจสอบและการรวมรวบข้อมูลหลักฐาน คำถามเหล่านี้อาจเกี่ยวกับวัตถุ สิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ คำถามที่ดีควรเป็นคำถามที่นักเรียนสามารถหาข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อตอบคำถามนั้นๆ ได้

2. นักเรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานในการอธิบายคำถามทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่ทำให้การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการเรียนรู้แบบอื่นคือนักเรียนต้องนำข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลองมาประกอบคำอธิบายซึ่งอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ เพื่อช่วยในการสังเกตหรือสำรวจตรวจสอบ

3. นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องอยู่บนพื้นฐาน ของเหตุผลและรวมถึงความสัมพันธ์ต่างๆ ตามข้อมูลเชิงประจักษ์ที่รวบรวมได้จากการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์นั้นนักเรียนต้องสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนก วิเคราะห์ ลงความเห็นและทำนาย การอธิบายคือหนทางที่เรียนรู้สิ่งใหม่โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่แล้วกับสิ่งที่สังเกตได้ ดังนั้นการอธิบายจึงเป็นการทำความเข้าใจความรู้ใหม่ซึ่งต่อยอดจากความรู้เดิมของนักเรียน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาควรตระหนักได้ว่าความรู้หรือคำอธิบายที่สามารถยอมรับได้ต้องมีข้อมูลหลักฐานมาสนับสนุนและมีการตรวจสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายของตนว่าขัดแย้งหรือสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้อื่นตรวจสอบไว้หรือไม่อย่างไร

4. นักเรียนประเมินคำอธิบายของตนกับอธิบายอื่นๆ นักเรียนสามารถประเมินปรับปรุงหรือตัดคำอธิบายนั้นทิ้งเมื่อพบว่ายังไม่มีเหตุผลหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เพียงพอ นักเรียนมีการประเมินคำตอบจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันมีการเชื่อมโยงผลการสำรวจตรวจสอบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียน

5. นักเรียนสื่อสารและให้เหตุผล การให้นักเรียนได้นำเสนอผลการตรวจสอบเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการซักถาม ตรวจสอบข้อมูล ให้เหตุผล วิจารณ์และรับคำวิจารณ์และได้แนวคิดหรือมุมมองอื่นเพื่อปรับปรุงการอธิบายหรือการสำรวจตรวจสอบ

จากการศึกษาเอกสารการอบรมครูด้วยระบบทางไกล สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา (2552) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถทางด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แล้วนักเรียนควรเข้าใจว่าการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนระดับประถมศึกษาควรเข้าใจมีดังนี้

1. การสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการถามคำถามและการตอบคำถามการเปรียบเทียบคำตอบของตนเองกับคำตอบที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบ

2. นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการสำรวจตรวจสอบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคำถามที่ต้องการรู้

3. นอกจากจะใช้ประสาทสัมผัสยังใช้เครื่องมือ เช่น แว่นขยาย เทอร์โมมิเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4. นักวิทยาศาสตร์อธิบายสิ่งต่างๆ โดยมีหลักฐานสนับสนุน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. นักวิทยาศาสตร์บันทึกการสำรวจตรวจสอบที่ผู้อื่นสามารถตรวจสอบซ้ำได้และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบแก่ผู้อื่น

6. นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบและทบทวนการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์อื่นและหาประเด็นคำถามจากการสำรวจตรวจสอบนั้น

ลำดับขั้นตอนการสอนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

สสวท. (2546) ได้นำเสนอการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry cycle) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (learning cycle) ที่นำเสนอโดยนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study)ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 5 ขั้นตอน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่เป็นประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้การศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าในประเด็นที่จะศึกษามากขึ้นและมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น การทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งช่วยให้การเชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ และการทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใดจากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ

ความหมายของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Office of Educational Research and Improvement (1992 อ้างใน สุภณิดา ปุสุรินทร์คำ, 2549) ได้ให้ความหมายของ Cooperative Learning ว่าเป็นกลยุทธ์ทางการสอนที่ประสบผลสำเร็จในกลุ่มขนาดเล็กที่นักเรียนมีระดับความสามารถแตกต่างกัน มีความหลากหลายของกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อการปรับปรุงความเข้าใจต่อเนื้อหาวิชา สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบในเรียนรู้และการช่วยเหลือในกลุ่ม นอกจากนี้ยังมีการสร้างบรรยากาศเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามที่ตั้งไว้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

องค์ประกอบของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Johnson and Johnson (1994) ได้สรุปว่า Cooperative Learning มีองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive Interdependent) หมายถึงการพึ่งพากันในทางบวก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การพึ่งพากันเชิงผลลัพธ์ คือการพึ่งพากันในด้านการได้รับผลประโยชน์จากความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ซึ่งความสำเร็จของกลุ่มอาจจะเป็นผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม ในการสร้างการพึ่งพากันในเชิงผลลัพธ์ได้ดีนั้น ต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนทำงาน โดยมีเป้าหมายร่วมกัน จึงจะเกิดแรงจูงใจให้นักเรียนมีการพึ่งพาซึ่งกันและกัน สามารถร่วมมือกันทำงานให้บรรลุผลสำเร็จได้ และการพึ่งพาในเชิงวิธีการ คือ การพึ่งพากันในด้านกระบวนการทำงานเพื่อให้งานกลุ่มสามารถบรรลุได้ตามเป้าหมาย ซึ่งต้องสร้างสภาพการณ์ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มได้รับรู้ว่าตนเองมีความสำคัญต่อความสำเร็จของกลุ่ม

2. การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม (Face to Face Promotive Interdependence) หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนช่วยเหลือกันมีการติดต่อสัมพันธ์กัน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด การอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เกิดการเรียนรู้ การรับฟังเหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้เกิดการเรียนรู้ การรับฟังเหตุผลของสมาชิกภายในกลุ่มจะก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกันทางสังคม จากการช่วยเหลือสนับสนุนกัน การเรียนรู้เหตุผลของกันและกันทำให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการทำงานของตนเอง จากการตอบสนองทางวาจาและท่าทางของเพื่อนสมาชิกช่วยให้รู้จักเพื่อนสมาชิกได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน

3. ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล (Individual Accountability) หมายถึง ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน โดยต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถ ต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนสมาชิกให้ความสำคัญกับความสามารถและความรู้ที่แต่ละคนจะได้รับมีการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือไม่ โดยประเมินผลงานของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งรวมกันเป็นผลงานของกลุ่มให้ข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ย้อนกลับทั้งกลุ่มและรายบุคคลให้สมาชิกทุกคนรายงานหรือมีโอกาสแสดงความคิดเห็นโดยทั่วถึง ตรวจสรุปผลการเรียนเป็นรายบุคคลหลังจบบทเรียน เพื่อเป็นการประกันว่าสมาชิกทุกคนในกลุ่มรับผิดชอบทุกอย่างร่วมกับกลุ่ม ทั้งนี้สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีความมั่นใจ และพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล

4. การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skills) หมายถึง การมีทักษะทางสังคม (Social Skill) เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คือ มีความเป็นผู้นำ รู้จักตัดสินใจ สามารถสร้างความไว้วางใจ รู้จักติดต่อสื่อสาร และสามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งในการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานร่วมกันที่จะช่วยให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ

5. กระบวนการทำงานของกลุ่ม (Group Processing) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ของกลุ่ม โดยนักเรียนจะต้องเรียนรู้จากกลุ่มให้มากที่สุด มีความร่วมมือทั้งด้านความคิด การทำงาน และความรับผิดชอบร่วมกันจนสามารถบรรลุเป้าหมายได้ การที่จะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายนั้น กลุ่มจะต้องมีหัวหน้าที่ดี สมาชิกดี และกระบวนการทำงานดี นั่นคือ มีการเข้าใจในเป้าหมายการทำงานร่วมกัน ในกระบวนการนี้สิ่งที่สำคัญ คือ การประเมินทั้งในส่วนที่เป็นวิธีการทำงานของกลุ่ม พฤติกรรมของสมาชิกกลุ่ม และผลงานของกลุ่ม โดยเน้นการประเมินคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มมาเป็นคะแนนกลุ่ม เพื่อตัดสินความสำเร็จของกลุ่มด้วย ประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม ประเมินหัวหน้า และประเมินสมาชิกกลุ่ม ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของกระบวนการกลุ่มที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของกลุ่มได้

เอกสารพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ระบุว่าการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นกลวิธีที่สามารถนำมาใช้จัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เหมาะสมวิธีหนึ่ง เนื่องจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มนักเรียนจะมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งอยู่ในวัยเดียวกันสามารถสื่อสารกันได้ดี ซึ่งในการเรียนแบบร่วมมือที่มีประสิทธิภาพประกอบด้วยแนวคิดหลัก 6 ประการ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. การจัดกลุ่ม กลุ่มที่จะเรียนรู้ด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ควรเป็นกลุ่มละ 4 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูง ปานกลาง ค่อนข้างต่ำ และต่ำ และหญิงชายเท่าๆ กัน ในบางกรณีอาจจัดกลุ่มโดยวิธีอื่นๆ เช่น ในการศึกษาเรื่องลึกเฉพาะ เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ควรจัดกลุ่มนักเรียนที่มีความสนใจเหมือนกันหรือจัดกลุ่มด้วยวิธีสุ่ม เมื่อต้องการทบทวนความรู้ การจัดกลุ่มแบบร่วมมือร่วมใจ ต้องมีการกำหนดหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มให้ชัดเจนดังตัวอย่าง เช่น

1.1 ผู้ประสานงาน มีหน้าที่ดูแลให้สมาชิกทุกคนร่วมมือกันทำงานให้ลุล่วงตามเป้าหมายทันเวลา

1.2 ผู้จัดการด้านความรู้ มีหน้าที่วางแผนสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูลและสรุปองค์ความรู้

1.3 ผู้รับผิดชอบด้านวัสดุอุปกรณ์ มีหน้าที่รับส่งอุปกรณ์ รวมทั้งดูแลความเรียบร้อย

1.4 ผู้รายงาน มีหน้าที่ประสานงานกับผู้จัดการด้านความรู้เพื่อออกแบบการนำเสนอและรายงานผลการเรียนรู้

ทั้งนี้สมาชิกแต่ละคนจะต้องร่วมมือกันทำกิจกรรมไม่เฉพาะแต่หน้าที่รับผิดชอบของแต่ละคนเท่านั้นและเมื่อทำงานกลุ่มไปแล้ว 2 ครั้ง ก็ให้สลับหน้าที่กัน และเมื่อแต่ละกลุ่มทำงานร่วมกัน 8 ครั้ง ก็ควรมีการจัดกลุ่มใหม่

2. อุดมการณ์ หมายถึง ความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของนักเรียนในการทำงานร่วมกัน นักเรียนจะต้องมีความมุ่งมั่นที่จะเรียนรู้และมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่างๆ ร่วมกัน สิ่งเหล่านี้ต้องสร้างให้เกิดขึ้นและให้คงไว้ โดยให้ทำกิจกรรมหลายหลาย เช่น การสร้างความมุ่งมั่นของกลุ่มที่จะทำงานร่วมกัน การสร้างความมุ่งมั่นของชั้นเรียนที่จะต้องช่วยเหลือกัน

3. การจัดการ เพื่อให้กลุ่มทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการจัดการของครูและการจัดการของนักเรียนภายในกลุ่ม ครูต้องมีการจัดการที่ดี เพื่อให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ เช่น การควบคุมเวลา การกำหนดสัญญาณให้นักเรียนหยุดทำกิจกรรม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ทักษะทางสังคม เป็นทักษะในการทำงานร่วมกันมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ให้ความช่วยเหลือกัน ให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน

5. หลักการพื้นฐาน ได้แก่ การช่วยเหลือซึ่งกันและกันโดยมีแนวคิดว่าเมื่อเราได้ประโยชน์จากเพื่อนเพื่อนก็ได้ประโยชน์จากเราความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของแต่ละคน การยอมรับว่าแต่ละคนในกลุ่มมีความสามารถและมีความสำคัญต่อกลุ่ม แต่ละคนมีส่วนในการทำงานให้กลุ่มสำเร็จ ทุกคนในกลุ่มต้องให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในงานของกลุ่มอย่างเท่าเทียมกันทุกคนในกลุ่มต้องมีปฏิสัมพันธ์กันตลอดเวลาที่ทำงานกลุ่ม

6. โครงสร้างของกิจกรรม หมายถึง รูปแบบของกิจกรรมในการทำงานกลุ่ม ซึ่งมีหลากหลายทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัญหาหรือสถานการณ์ที่จะศึกษา ตัวอย่าง เช่น

6.1 กิจกรรมสลับกันพูดในหัวข้อและเวลาที่กำหนด (Timed-pair-Share) เช่น เมื่อคนหนึ่งพูด อีกคนหนึ่งฟัง แล้วสลับกันคนละ 1 นาที

6.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มเขียนแสดงความคิดเห็นในเรื่องหนึ่งในกระดาษแผ่นเดียวกันแล้ววนไปเรื่อยๆ (Round Table) จนนักเรียนทุกคนเขียนคำตอบหมดแล้วนำมาสรุป

6.3 มอบหมายให้ตัวแทนนักเรียนของสมาชิกในกลุ่มไปรวมกลุ่มใหม่ เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ(Expert Group) กลุ่มเชี่ยวชาญนี้จะศึกษาเรื่องย่อยที่แบ่งไว้เป็นตอนในช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับมาอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มเดิม (Home Group) ในที่สุดนักเรียนทั้งหมดจะเรียนรู้เรื่องทั้งหมดจากเพื่อน นั่นคือนักเรียนแต่ละคนในหนึ่งกลุ่มได้รับมอบหมายเพียงหนึ่งชิ้นย่อยแต่ต้องต่อชิ้นย่อยให้เต็มรูป (Jigsaw) นั่นคือต้องเรียนรู้ทั้งเรื่องแล้วมีการทดสอบเป็นคะแนนของแต่ละคน

จะเห็นว่ารูปแบบของกิจกรรมที่จะกระตุ้นให้นักเรียนรู้โดยร่วมมือ นักเรียนจะได้ใช้ความคิดและมีการปฏิบัติมีการแสดงความคิดของตนเอง แลกเปลี่ยนกับเพื่อนในกลุ่ม เพื่อนต่างกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือจึงทำให้นักเรียนพัฒนากระบวน การคิด ทักษะการสื่อสาร ทักษะทางสังคม รวมทั้งการจัดการ ทั้งนี้การเรียนรู้แบบร่วมมือมีหลากหลายรูปแบบและรูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ วิธีคิดเดี่ยว: คิดคู่: แลกเปลี่ยนความคิด จิ๊กซอ สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม และวงแหวนชาวประมง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ

1. คิดเดี่ยว: คิดคู่: แลกเปลี่ยนความคิด (Think-Pair-Share)

1.1 แนวคิดวิธีการคิดเดี่ยว: คิดคู่: แลกเปลี่ยนความคิด เป็นวิธีการจัดเรียนรู้แบบร่วมมือ มีวัตถุประสงค์ให้ทุกคนมีส่วนร่วมกันคิด โดยให้นักเรียนฝึกกระบวนการคิดด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อนเป็นคู่ แบ่งปันในกลุ่มของตนเองและนำมาแบ่งปันให้เกิดการเรียนรู้ในกลุ่มใหญ่ โดยเริ่มจากการให้นักเรียนคิดเป็นรายบุคคลและให้นักเรียนจับคู่กันเพื่อนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันต่อไปอาจขยายขนาดของกลุ่มโดยการแลกเปลี่ยนความคิดเพิ่มขึ้นทีละคู่ ตอนสุดท้ายจะต้องให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นร่วมกันทั้งห้องเรียน วิธีการนี้ใช้เมื่อต้องการให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีเหตุผล ฝึกทักษะการสื่อสารและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.2 วิธีการ คิดเดี่ยว: คิดคู่: แลกเปลี่ยนความคิด ควรใช้ตอนเริ่มต้นบทเรียน เพื่อดึงความรู้เดิมของนักเรียน ใช้หลังจากนักเรียนได้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว ใช้ตอนวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูล และใช้ตอนสรุปบทเรียน มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้ ให้นักเรียนแต่ละคนคิดประเด็นที่ครูกำหนดให้บันทึกไว้ ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนช่วยกันคิดบันทึกไว้ ให้นักเรียนจับ 2 คู่ (4 คน) รวมเป็นกลุ่มร่วมกันคิดแบ่งปันและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในกลุ่ม และร่วมกันอภิปราย สรุปความคิดเห็นของทั้งชั้นเรียน

2. จิ๊กซอว์ (Jigsaw)

2.1 แนวคิด จิ๊กซอว์เป็นการแบ่งสิ่งที่ศึกษาออกเป็นส่วนๆ เหมือนจิ๊กซอว์ แล้วจัดกลุ่มนักเรียนเป็นผู้เชี่ยวชาญ (Expert Group) ทำหน้าที่ศึกษาเนื้อหาแต่ละส่วนให้เข้าใจ หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญนำความรู้ที่ได้กลับไปสอนเพื่อนในกลุ่มเดิมของตนซึ่งเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home Group) สมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านจะได้รับความรู้ครบทุกเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนเหมือนนำชิ้นส่วนจิ๊กซอว์มาต่อกันให้ครบ

2.2 วิธีการนี้เหมาะสำหรับเนื้อหาที่มีหลายหัวข้อย่อย และเป็นเนื้อหาที่นักเรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง มีขั้นตอนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.1 แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย โดยแต่ละหัวข้อย่อยควรมีปริมาณเนื้อหาใกล้เคียงกัน

2.2.2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มควรคละเพศ คละความ สามารถ จำนวนสมาชิกในกลุ่มเท่ากับจำนวนหัวข้อย่อย เรียกว่า กลุ่มบ้าน แต่ละคนทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในแต่ละหัวข้อย่อย

2.2.3 จัดทำใบกิจกรรมของกลุ่มบ้าน และใบกิจกรรมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

2.2.4 ให้สมาชิกกลุ่มบ้านเข้ากลุ่มและร่วมกันศึกษาวิธีการทำกิจกรรม

2.2.5 หลังจากนักเรียนแบ่งหัวเรื่องที่จะศึกษาแล้ว ครูควรทบทวนขั้นตอนการทำกิจกรรมอีกครั้ง และเน้นย้ำความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

2.2.6 ให้เชี่ยวชาญแต่ละหัวข้อย่อยเดี่ยวกับมารวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

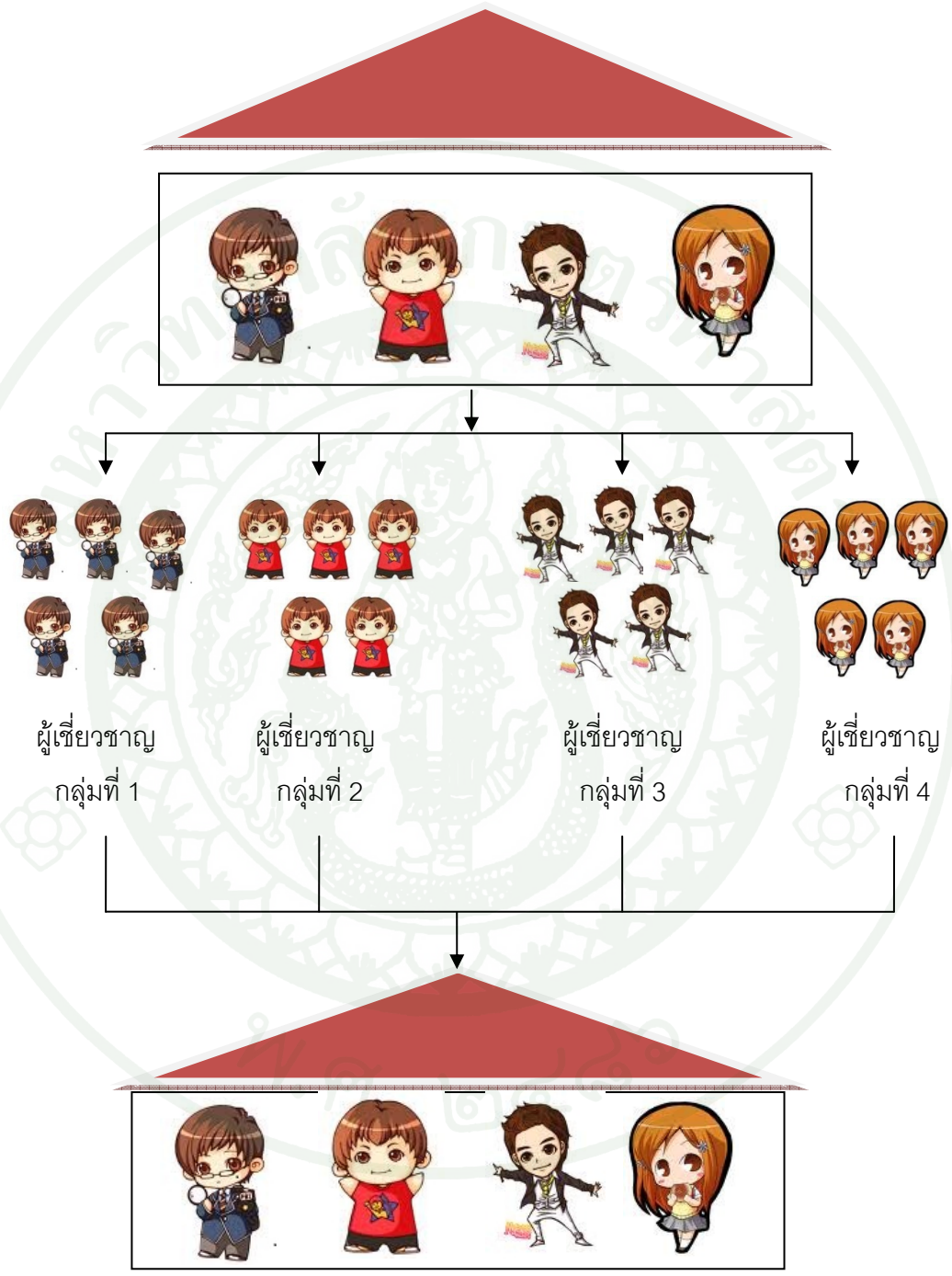
2.2.7 ผู้เชี่ยวชาญร่วมกันศึกษาเรื่องที่รับผิดชอบให้เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง และเตรียมตัวนำเสนอให้เพื่อนกลุ่มบ้านฟัง

2.2.8 ผู้เชี่ยวชาญกลับมากลุ่มบ้านและผลัดกันทีละคน ถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อฟังจนเข้าใจ

2.2.9. เมื่อผู้เชี่ยวชาญถ่ายทอดความรู้จนครบทุกคนแล้วสมาชิกกลุ่มบ้านร่วมกันทำกิจกรรมเพื่อประเมินความรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปแผนภาพการเข้ากลุ่ม



ภาพที่ 1 แผนภาพการเข้ากลุ่ม

ที่มา: เอกสารพัฒนาวิชาชีพครูวิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตราฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge: PCK) (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. สร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (Student Teams Achievement Division: STAD)

3.1 แนวคิดการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (Student Teams Achievement Division: STAD) เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างสมาชิกในกลุ่มอย่างแข็งขัน และช่วยเหลือซึ่งกันและกันอย่างเต็มที่เพื่อให้ทุกคนมีคะแนนจากการประเมินมากที่สุด เนื่องจากหลังจากจบกิจกรรมจะมีการประเมินการเรียนรู้เป็นรายบุคคล แต่ละคนได้คะแนนเท่ากับคะแนนเฉลี่ยของสมาชิกในกลุ่ม

3.2 วิธีการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีมมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถกลุ่มละ 3-4 คน

3.2.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม เช่น ทดการทดลอง สำรวจแหล่งเรียนรู้ สืบค้นข้อมูล อ่านใบความรู้ และสรุปผลการทำกิจกรรม

3.3.3 ครูแจกใบคำถามเกี่ยวกับกิจกรรมที่ทำ ให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายและตอบคำถาม เพื่อเตรียมตัวทดสอบย่อยเป็นรายบุคคล

3.3.4 ครูแจ้งเกณฑ์การผ่านกิจกรรมว่าทุกคนจะได้คะแนนเท่ากับคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มดังนั้นทุกคนจะต้องช่วยเหลือกัน เพื่อให้ได้ความรู้เท่าเทียมกันและสามารถตอบคำถามได้ด้วยตนเอง

3.3.5 นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ จนทุกคนตอบคำถามได้หมดด้วยตนเอง

3.3.6 ครูนำการอภิปรายและเฉลยคำตอบของใบคำถาม

3.3.7 ครูทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคลด้วยข้อสอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3.8 ครูแจ้งผลการทำกิจกรรมให้นักเรียนทราบ และให้รางวัลพิเศษกับกลุ่มที่ทำคะแนนได้สูงสุด

3.3.9 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบและคำถามที่สงสัยจากการทดสอบ

แนวคิด

ความหมายของแนวคิด

ในเรื่องความหมายของแนวคิดนั้นนักการศึกษาใช้คำในความหมายเดียวกับแนวคิดหลายคำ เช่น conceptions, conceptual frameworks, constructs, mini-theories, ideas, belief, schemata เป็นต้น (Duit, 1987 cited in Renstrom, 1990) จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความหมายของแนวคิดของนักการศึกษาไทยและต่างประเทศ สรุปได้ดังนี้

แนวคิดเป็นภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะร่วมกัน และแนวคิดเป็นเรื่องของบุคคลในการรับรู้และนำผลมาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมจนทำให้เกิดแนวคิดซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์นั้น (ภพ เลาหไพบูรณ์, 2540) รวมถึงเป็นความคิดในการจัดประเภทจากการที่มีลักษณะทั่วไปร่วมกันอยู่ (David *et al*., 1999)

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า แนวคิดเป็นความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม แนวคิดเป็นเรื่องเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคล

องค์ประกอบของแนวคิด

ภพ เลาหไพบูรณ์ (2540) กล่าวว่าแนวคิดประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ

1. ชื่อ เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่มหรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ โดยใช้ลักษณะเฉพาะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ตัวอย่างชื่อแนวคิด ได้แก่ ผัก ผลไม้ สัตว์ เป็นต้น จะเห็นว่าสิ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันก็อาจแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ตัวอย่าง เป็นส่วนหนึ่งของการรู้แนวคิด โดยการระบุตัวอย่างของแนวคิดได้ถูกต้องและยกสิ่งใกล้เคียงแต่ไม่ใช่ตัวอย่างของแนวคิดนั้นได้

3. คุณลักษณะเฉพาะ เป็นสิ่งที่สำคัญที่เราใช้เป็นลักษณะร่วมหรือเป็นเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่างๆ ให้เป็นหมวดหมู่เดียวกันแต่ต้องระวังอย่าใช้ลักษณะที่ไม่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัวอย่าง

4. คุณค่าของลักษณะเฉพาะ ในการจำแนกสิ่งต่างๆ โดยใช้ลักษณะเฉพาะนั้นเราพบว่าลักษณะเฉพาะบางอย่างมีคุณค่าหลายระดับ ฉะนั้นเราจึงต้องพิจารณาระดับของคุณค่าเฉพาะในการจัดหมวดหมู่ด้วย

5. กฎเกณฑ์หรือคำจำกัดความ เป็นการให้คำนิยามเป็นข้อความที่รูปลักษณะที่สำคัญและจำเป็นของแนวคิดการที่นักเรียนเกิดแนวคิดนั้นหมายความว่านักเรียนสามารถระบุองค์ประกอบทั้งหมดของแนวคิดได้

วิธีการตรวจสอบแนวคิด

วิธีการตรวจสอบแนวคิดอาจทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนแผนผังแนวคิด การสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง การสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย วิธีกล่องรับจดหมาย แบบสำรวจหรือแบบทดสอบแนวคิดและบทสนทนาเพื่อหาแนวคิด (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2552) โดยแต่ละวิธีมีวิธีการ ดังนี้

1. การสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง (Interview-about-instance) วิธีการสัมภาษณ์เกี่ยวกับตัวอย่าง (Osborne and Freyberg อ้างใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) จุดประสงค์ของการสัมภาษณ์วิธีนี้คือต้องการหาแนวคิดเกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น คำว่า พืช สัตว์ การสังเคราะห์ด้วยแสง หรือสารละลาย เป็นต้น ตัวอย่างการสอนแนวคิดเกี่ยวกับสัตว์โดยให้นักเรียนดูภาพสัตว์และภาพอื่นๆ ที่ไม่ใช่สัตว์และให้นักเรียนบอกว่าภาพใดเป็นภาพสัตว์บ้างพร้อมให้เหตุผลในการตอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ (Interview-about-event) วิธีการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์ (Osborne and Freyberg อ้างใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) มีจุดประสงค์เพื่อหาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่นักเรียนมีประสบการณ์ตรงกับปรากฏการณ์นั้น การสัมภาษณ์อาจใช้บัตรภาพหรือไม่ใช้ก็ได้ยกตัวอย่าง เช่น ครูนำกาต้มน้ำที่กำลังเดือดมาให้นักเรียนสังเกตและถามว่าเกิดอะไรขึ้นกับกาต้มน้ำที่กำลังเดือด หรือ ครูใช้ภาพเทียนไขที่กำลังติดไฟแล้วใช้คำถามถามนักเรียนว่าเทียนไขให้แสงสว่างหรือไม่อย่างไร เรามองเห็นแสงจากเทียนไขได้อย่างไร เป็นต้น

3. การทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย (Predict Observe Explain: P O E) มีจุดประสงค์เพื่อหาว่านักเรียนกำลังคิดอะไรอยู่ โดยครูเป็นผู้เตรียมสถานการณ์ให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น จากนั้นให้นักเรียนสังเกตแล้วอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งเปรียบเทียบการอธิบายกับการทำนายว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

4. วิธีกล่องรับจดหมาย (Post-box-method) วิธีกล่องรับจดหมายจะเป็นกิจกรรมที่ทำให้ครูทราบว่านักเรียนทั้งชั้นมีแนวคิดเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร (Bell, 1993; White and Guntone, 1992 อ้างใน ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) โดยกิจกรรมจะให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเอง รับฟังแนวคิดของเพื่อนร่วมชั้น คิดอธิปรายแนวคิดของเพื่อนร่วมชั้นและร่วมกันสรุปแนวคิด

5. แบบสำรวจหรือแบบทดสอบแนวคิด (Concept Survey or Concept Test) แบบสำรวจหรือแบบทดสอบเหมาะสำหรับใช้หาแนวคิดหลายๆ แนวคิดเพื่อที่จะได้ข้อมูลและข้อสรุปอย่างกว้างๆ แต่ข้อมูลที่ได้จะไม่ใช้ข้อมูลเชิงลึกเหมือนกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ การใช้แบบสำรวจหรือแบบทดสอบจะใช้เวลาน้อยกว่าการสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่าง

6. บทสนทนาเพื่อหาแนวคิด (Viewfinders) บทสนทนาของครูกับนักเรียนจะทำให้ครูทราบแนวคิดของนักเรียนว่าเข้าใจความหมายคำศัพท์หรือนิยามทางวิทยาศาสตร์อย่างไร การสนทนานี้ไม่ได้มุ่งหาคำตอบที่ถูกต้อง แต่เป็นการถามที่กระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดของตนเองออกมา การสนทนาที่เกิดขึ้นอาจเป็นคำถามหรือข้อความก็ได้ ตัวอย่างคำถามของครู เช่น ทำไมนักเรียนจึงคิดหรือพูดสิ่งนั้น นักเรียนหมายถึงอะไร ความคิดไหนมีเหตุผลมากกว่ากัน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวคิด เรื่องสมบัติของของสาร

แนวคิด เรื่องสมบัติของของสารอยู่ในสาระที่ 3 สารและสมบัติของสารของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 สำหรับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แนวคิดที่ศึกษาประกอบด้วย 3 ตัวชี้วัดคือ

1. ทดลองอธิบายสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. ทดลองและอธิบายสมบัติของสารเมื่อเกิดการละลายและการเปลี่ยนสถานะ
3. วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการหรือเครื่องมือที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้หรือค้นหาคำตอบของปัญหา เป็นองค์ประกอบหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งนักการศึกษาเห็นว่ามีความจำเป็นฝึกให้นักเรียนสามารถนำไปใช้อย่างคล่องแคล่วและเกิดความชำนาญในการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม (พวงทอง มีมั่งคั่ง, 2537) นอกจากนี้กระบวนการดังกล่าวทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์รู้จักใช้สติปัญญาในการแก้ปัญหาตลอดจนค้นหาความรู้ใหม่ๆ เชิงวิทยาศาสตร์ได้อยู่เสมอและยังสามารถนำไปใช้ในวิชาอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้เน้นให้นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูล การทำโครงงาน การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น การเรียนรู้การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สสวท., 2546) ในการวิจัยที่ใช้วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการลงมือปฏิบัติซึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนจำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science-AAAS) ได้พัฒนาหลักสูตรที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแก้ปัญหาและแบ่งทักษะดังกล่าว ออกเป็นทักษะทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (basis skills) จำนวน 8 ทักษะ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานจำนวน 5 ทักษะดังต่อไปนี้ (Martin, Sexton, Wagner, and Gerlovich, 1994)

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ ได้แก่

1.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้นและผิวกายเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นคุณสมบัติของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความเห็นของผู้สังเกตลงไป

1.2 การจำแนกประเภท หมายถึง ความสามารถในการจัดจำพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ออกเป็นกลุ่ม โดยพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ของสิ่งนั้นๆ

1.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลารวมทั้งเป็นการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัตถุ เช่น รูปทรง ขนาด ตำแหน่ง ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เวลาต่างๆ กันด้วย

1.4 การคำนวน หมายถึง การนำเอาค่าที่ได้จากการวัดมาจัดกระทำเพื่อให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย อัตราส่วนหรือสัดส่วน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 การวัด หมายถึง การใช้เครื่องมือต่างๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณของสิ่งที่ศึกษาออกมาเป็นตัวเลขได้อย่างถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับ เช่น เซนติเมตร ลิตร กรัม นิวตัน เป็นต้น

1.6 การสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำผลที่ได้จากการสังเกต การวัดและการทดลองมาจัดกระทำเพื่อสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ อาจเป็นโดยการพูด การเขียน การใช้แผนภูมิ แผนภาพกราฟ ไดอะแกรมหรือสมการโดยคำนึงถึงความชัดเจน ความสมบูรณ์ ความถูกต้อง

1.7 การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงความคิดเห็นจากข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

1.8 การทำนาย หมายถึง ความสามารถในการคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกต การวัดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษามาแล้วหรือจากปราการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำหรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎี

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่

2.1 การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิมหรือหลักการ กฎและทฤษฎีอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สมมติฐานเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ทั้งนี้สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจผิดทั้งหมดหรือถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วน ซึ่งจะทราบได้จากการทดสอบหาคำตอบ

2.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการชี้บ่งและจัดกระทำต่อตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรที่ต้องควบคุมในการทดสอบสมมติฐานหนึ่งๆ

2.3 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ในสมมติฐานที่ต้องการศึกษาให้เข้าใจตรงกันสามารถสังเกต วัดหรือนำไปปฏิบัติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการแปลหรือบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำ ซึ่งอยู่ในรูปของกราฟ ตาราง รูปภาพหรือค่าสถิติต่าง ๆ ตลอดจนสามารถบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลหรือตัวแปรได้

2.5 การทดลอง หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วยการออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและการบันทึกผลการทดลอง ทั้งนี้ในการทดลองจะมีทักษะกระบวนการขั้นผสมหลายๆ ทักษะมาใช้ผสมผสานกัน

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์หรือนักวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจเป็นความรู้สึกทางตรงหรือทางอ้อมที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ (Koballa and Crawley, 1985) และความรู้สึกที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในทางบวกคือ ชอบ สนใจอยากรู้ในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และในทางลบคือ ไม่ชอบ ไม่สนใจ ไม่อยากมีส่วนร่วมในสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (นวลพรรณ นวลแสง, 2534) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทางบวกจะส่งผลต่อพฤติกรรมให้เกิดความรู้สึกชอบหรือสนใจร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุกๆ ด้าน ส่วนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จะส่งผลลบต่อพฤติกรรมให้เกิดความรู้สึกไม่ชอบหรือไม่สนใจร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทุกๆ ด้านเช่นกันคุณลักษณะของผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์มีดังนี้ (นวลจิตต์ โชตินันท์, 2524)

1. มีความคิดเห็นที่ดีต่อวิทยาศาสตร์โดยทั่วๆ ไป
2. มีความรู้สึกว่าวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ
3. มีความนิยมชมชอบวิทยาศาสตร์
4. มีความสนใจต่อวิทยาศาสตร์
5. มีการแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อารีย์ ผลประพฤติ (2538) กล่าวว่า บุคคลที่มีเจตคติอันพึงประสงค์ตามแบบวิทยาศาสตร์ควรมีลักษณะดังนี้

1. มีคุณลักษณะในการแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ คือ มีเหตุผล มีความอยากรู้อย่างเห็น มีใจกว้าง ไม่เชื่อโชคลาง มีความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลาง มีการพิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ

2. มีความรู้สึกในด้านดี เช่น ยอมรับ เห็นด้วย ชอบ เห็นความสำคัญต่อวิชาวิทยาศาสตร์และกิจกรรมวิทยาศาสตร์

3. มีความตั้งใจเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่าบุคคลที่มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์จะต้องมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ ประกอบด้วย การมีคุณลักษณะในการแสวงหาความรู้เยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ มีความรู้สึกในด้านดีต่อวิทยาศาสตร์และมีความตั้งใจในเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งมีวิธีการทางในการแก้ปัญหาและค้นพบคำตอบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้

จงจลรัตน์ อาจศัตรู (2544) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้และการสอนปกติ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประภัสสร ผลสินธ์ (2547) ได้ทำการศึกษา การเปรียบเทียบผลของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและการสอนแบบสืบเสาะรูปแบบ สสวท.ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเพศหญิงและชายไม่แตกต่างกัน

สุรจิตรา เศรษฐภักดี (2547) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องจากในขั้นตอนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้นักเรียนมีโอกาสที่จะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดเวลาในการดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนนักเรียนได้สำรวจปรากฏการณ์ที่เป็นรูปธรรม กำหนดปัญหา สร้างสมมติฐาน ทำนายผล ดำเนินทดสอบสมมติฐานและสรุปเป็นแนวคิด ทำให้นักเรียนเกิดการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตลอดเวลา

จารุภา ประถมวงษ์ (2552) ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียรู้ 5 ขั้น (5E) กับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มได้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จาก 2 โรงเรียน จำนวน 27 คน และ 25 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นและ 7 ขั้นมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารในชีวิตประจำวัน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้

Abrahum and Renner (1986) ได้ศึกษาผลงานการวิจัยของนักศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ในวิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อ หาวิชาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และนอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีผลต่อความคงทนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ebrahim (2004) ได้ศึกษาผลการสอนแบบปฏิบัติการและการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า มีการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พัฒนาการทางสติปัญญา รวมถึงความคงทนในผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนด้วย

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จุฑารัตน์ สุรินพรหม (2546) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการดำรงชีวิตของพืชกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม (STAD) ผลการวิจัยพบว่า แผนการจัดการเรียรู้ที่สร้างขึ้นมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ของครูทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกัน มีปฏิสัมพันธ์ มีการช่วยเหลือกันในการเรียน โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำในการในการเรียน

สมใจ เพ็ชร์สุกใส (2548) ได้ศึกษาผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ॥ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ॥ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขนิษฐา เชื้อคำ (2550) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมเกมโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศ ทีมีต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 20 คน เลือกโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมเกมโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องระบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิเวศ กิจกรรมเกม แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมเกมโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของกิจกรรมเกมโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศ เท่ากับ 88/85 2) คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อวัตถุประสงค์ของกิจกรรม การจัดกิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์อยู่ในระดับเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Nembhard (1997) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ในสถานการณ์จำลองกับนักศึกษาปริญญาตรีคณะวิศกรรม มหาวิทยาลัย Auburn ประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้ศึกษาความความกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่าการเรียนแบบบรรยาย และช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของนักศึกษาด้วย

Teed (2001) ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการเรียนรู้แบบบรรยาย ผลการจัยพบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีความหมายมากขึ้น สามารถจำได้นานขึ้น และพัฒนาทักษะการคิดวิจารณ์ เทียบเท่ากับเรียนแบบเรียนแบบบรรยาย นอกจากนั้นการเรียนการแบบร่วมมือช่วยให้นักเรียนสนุกพัฒนาทักษะในการทำโครงการที่มีความยากและซับซ้อน ภายในระยะเวลาที่กำหนดได้

จากการศึกษาพบว่า เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่นำมาใช้การสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (STAD) จิ๊กซอว์ (JIGSAW) สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น มีความสามารถในการทำงานร่วมกัน และมีความกกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มขึ้น

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร

ยินดี สวนะคุณานนท์ (2536) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับสสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 3 และ 5 จำนวน 60 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน โดยการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลโดยการสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 3 ที่ยังไม่เคยเรียน เรื่องสสารจะพูดถึงสารใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานะของแข็งและประโยชน์ของสาร ส่วนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการเรียนเรื่องสสารมาแล้ว จะพูดถึงสสารและสมบัติของสสารในทุกสถานะ นักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าสสารมีตัวตน มองเห็นได้ สัมผัสได้ และคิดว่าแก๊สไม่ใช่สสาร

วราภรณ์ แย้มจินดา (2547) ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนเรื่องการเปลี่ยนสถานะของครูปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาการสอนเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร และแนวคิดของครูเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 36 คน ได้จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอนและครูระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 5 จำนวน 6 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์สำหรับนักเรียนและใช้แบบภาษณ์เป็นทางการสำหรับครู วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่มแนวคิด ผลการวิจัยพบว่า 1) มีนักเรียนเพียง 1 ใน 3 ของนักเรียนทั้งหมดมีแนวคิดถูกต้องเรื่องสถานะของสาร และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารไม่ถูกต้องโดยเฉพาะเรื่องการเดือดนอกจากนั้นนักเรียนที่อยู่ในระดับชั้นสูงส่วนใหญ่จะมีแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารถูกต้องรวมกับถูกต้องบางส่วนมากกว่านักเรียนในระดับชั้นต่ำ 2) ครูส่วนใหญ่รายงานการจัดการเรียนรู้ที่พยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอน และพบปัญหาว่านักเรียนไม่เข้าใจเรื่องการดูดการคายพลังงานเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนสถานะ ความแตกต่างระหว่างการเดือดกับการระเหย การคำนวณ และการเปลี่ยนสถานะของสารในระดับอนุภาค และการสำรวจแนวคิดของครูพบว่าครูส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารและครูประมาณครึ่งหนึ่งของครูทั้งหมดอธิบายถูกต้องเกี่ยวกับพลังงานของอนุภาคขณะเกิดการเปลี่ยนสถานะ

กฤษดา สงวนสิน (2548) ได้สำรวจแนวคิดนักเรียนเรื่องสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการสุ่มอย่างเฉพาะเจาะจงได้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนเอกชนขนาดกลางแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงดี จำนวน 25 คน ช่วงอายุ 10 – 11 ปี เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความถี่ร้อยละของนักเรียนแต่ละแนวคิด ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีแนวคิดถูกต้องเกี่ยวกับสถานะของสารคิดเป็นร้อยละ 80 โดยสามารถระบุสถานะของสารและบอกเหตุผลในเรื่องรูปร่างและปริมาตรได้ถูกต้อง มีแนวคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ร้อยละ 16 นักเรียนระบุสถานะของสารได้ถูกต้องแต่บอกเหตุผลไม่ครบถ้วนในเรื่องรูปร่างและปริมาตร และแนวคิดคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 4 โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนระบุสถานะของสารไม่ถูกต้องและไม่สามารถระบุเหตุผลได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร 2) นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะเรื่องการหลอมเหลวมากที่สุดร้อยละ 88 โดยนักเรียนสามารถเรียกชื่อปรากกฏการณ์การหลอมเหลวได้ถูกต้องและอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้ครบถ้วน และนักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนมากที่สุดในเรื่องการควบแน่นคิดเป็นร้อยละ 32 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับอุณหภูมิและเรียกชื่อปรากฏการณ์ผิดเป็นการระเหย

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร

Osborne and Cosgove (1983) ศึกษาแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของน้ำกับนักเรียนช่วงอายุ 8-17 ปี จำนวน 43 คน ศึกษาแนวคิด เรื่องการระเหย การควบแน่น การเดือด การหลอมเหลว โดยการสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณคนละ 30 นาที ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีแนวคิดเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของน้ำแตกต่างไปจาก แนวคิดของนักวิทยาศาสตร์

Stavy (1990) ศึกษาแนวคิดของนักเรียน เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวและของแข็งไปเป็นแก๊ส โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ปี 4 ถึงนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ช่วงอายุ 9-15 ปี จำนวน 20 คน ทำการสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์การระเหยของอะซีโตนและการระเหิดของไอโอดีน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนรู้จักกฎทรงมวลของสารแต่มีนักเรียนจำนวนหนึ่งเชื่อว่าแก๊สไม่มีน้ำหนัก หรือแก๊สมีน้ำหนักเบากว่าสารชนิดเดียวกันในสถานะของเหลวหรือของแข็ง 2) นักเรียนไม่คำนึงถึงการแปรผันกลับได้ของกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสาร และ 3) นักเรียนเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของไอโอดีนเพราะเห็นแก๊สมีม่วงที่เกิดจากการระเหิดและกรณีอะซีโตนแก๊สไม่มีสีทำให้นักเรียนเข้าใจว่าไม่มีสิ่งใดอยู่ในหลอด นอกจากนั้นผลการวิจัยยังพบว่านักเรียนที่มีอายุมากขึ้นจะมีความเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์สาร การอนุรักษ์น้ำหนัก และกระบวนการผันกลับของสารได้เพิ่มมากขึ้น

Stavy (1991) ศึกษาแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับกฎการอนุรักษ์พลังงานของสารกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 3 และ 5 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลโดยใช้ตัวอย่างและเหตุการณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยจำแนกคำอธิบายของนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1) คำอธิบายโดยใช้ตัวอย่าง 2) คำอธิบายโดยใช้องค์ประกอบ 3) คำอธิบายโดยใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงสร้าง 4) คำอธิบายโดยใช้สมบัติ 5) คำอธิบายอื่นๆ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในระดับชั้นต่ำๆ จะอธิบายโดยยกตัวอย่างและโครงสร้าง นักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ขึ้นไปจะ อธิบายโดยใช้โครงสร้างและสมบัติของสาร นักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเพียงร้อยละ 10 ที่อธิบายสมบัติของสารเกี่ยวกับรูปร่างและปริมาตร นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนมีความสามารถ ในการจำแนกว่าสิ่งใดเป็นสารหรือไม่ใช่สารเพิ่มมากขึ้นมากขึ้นตามอายุและมีปัญหาในเรื่องการจำแนกสารในสถานะแก๊สและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสารในสถานะแก๊สเป็นส่วนใหญ่

Lee *et al*. (1993) ศึกษาการเปลี่ยนแนวคิดที่คลาดเคลื่อน เรื่องสสารและโมเลกุลกับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 15 ห้องเรียน สอนโดยครู 12 คน โดยใช้แบบสำรวจแนวคิดที่เป็นเลือกตอบและ แบบคำถามปลายเปิด และใช้การสัมภาษณ์แบบคลีนิค ครอบคลุม 19 แนวคิด ให้เวลาในการทำแบบสำรวจ 40-50 นาที นำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มแนวคิด เป็นกลุ่มที่ให้เหตุผลชัดเจน กลุ่มที่ตอบคลุมเคลือ และกลุ่มที่ตอบไม่ชัดเจน ใช้แบบสัมภาษณ์นักเรียนก่อนและหลังการสอนใน 8 แนวคิด คือ ธรรมชาติของสาร สถานะของสาร การเพิ่มและการลดความดันของแก๊ส การเพิ่มอุณหภูมิ การละลาย การหลอมเหลวและการแข็งตัว การเดือด การระเหย และการกลั่นตัว มีการบันทึกเทปการสัมภาษณ์ถอดเทป โดยจำแนกคำตอบที่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คำตอบที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และคำตอบที่คลุมเคลือไม่ชัดเจน

จากการศึกษางานวิจัยพบว่าแนวคิด เรื่องสมบัติของสารที่นักเรียนมีความคลาดเคลื่อน ได้แก่ สมบัติของสารในสถานะแก๊ส การเปลี่ยนสถานะของสารในเรื่องการเรียกชื่อและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การดูดและการคายพลังงาน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่างหรือเหตุการณ์ แบบสำรวจแนวคิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จันทร์พร พรหมมาศ (2541) ศึกษาผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียน รวมจำนวน 245 คน แต่ละระดับชั้นแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ผลของการวิจัยในส่วนหนึ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เกี่ยวกับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุษา นาคทอง (2550) ได้สำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 120 คน ของโรงเรียนมัธยมศึกษา 3 แห่งในจังหวัดสุพรรณบุรี โดยใช้คำถามแบบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ ซึ่งครอบคลุมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นผสมจำนวน 6 ทักษะ ได้แก่ การคำนวณ การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการคำนวณ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร และการตีความหมายและลงข้อสรุป ผลจากการที่นักเรียนขาดทักษะที่สำคัญน่าจะเป็นปัญหาในการเข้าใจแนวคิด ความสามารถในการทำการทดลองและการสืบเสาะหาความรู้

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

Roth and Roychoudhury (1993) ศึกษาตรวจสอบการพัฒนาทักษะขั้นผสมของการเรียนแบบสืบเสาะในห้องปฏิบัติการ วิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการบันทึกวีดีโอเทปในห้องปฏิบัติการ การรายงานผลการทดลอง และอนุทินของนักเรียนเก็บข้อมูลโดยครู 2 คนที่เกี่ยวข้องในการสอน กลุ่มที่ศึกษาเป็นเกรด 11 สาขาฟิสิกส์ 48 คน เกรด 12 สาขาฟิสิกส์ จำนวน 29 คน เกรด 8 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 60 คน กับนักเรียนชายล้วนของโรงเรียนเอกชน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาทักษะขั้นสูงจากการสอนนั้นต้องเป็นแบบไม่เป็นทางการที่ให้นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลอง นักเรียนแต่ละคนมีความเกี่ยวข้องกันโดยนักเรียนสามารถ a) กำหนดและระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง b) การตีความ การแปลความหมายจากผลการทดลอง c) วางแผนออกแบบการทดลอง และ d) การตั้งสมมติฐาน

Germann, Aram and Burke (1996) ศึกษาพัฒนาทักษะการใช้เหตุผล ทักษะการคิดขั้นสูงและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการเข้าร่วมโครงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องห้องปฏิบัติการ เก็บข้อมูลจากการตอบแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (AASPS) วิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนในการออกแบบการทดลองประเมิน 7 องค์ประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ในทักษะการตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การศึกษางานวิจัยพบว่า การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการบันทึกวีดีโอในห้องปฏิบัติการ การเขียนรายงานการทดลอง การเขียนอนุทินของนักเรียน เป็นต้น

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

พรเพ็ญ หลักคำ (2535) ศึกษาผลของการใช้ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในกรุงเทพมหานคร เลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการใช้ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่คะแนนเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

จงกลรัตน์ อาจศัตรู (2544) ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้และการสอนตามแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติทั้งในด้านความนิยมชมชอบด้านความสนใจ ด้านการแสดงออกและมีส่วนร่วมและมีเจตคติที่ดีระดับสูงที่สุดในด้านการเห็นความสำคัญ

ศาสตรา ศรนารายณ์ (2545) ศึกษาการเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และเปรียบเทียบเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในระดับสูงและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นักเรียนที่ไม่มีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ปานกลาง โดยมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

Freedman (1997) ศึกษาการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการในการพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเก็บข้อมูลหลังเรียนของกลุ่มที่ศึกษา โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการตอบคำถามสั้นๆ และใช้แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนในห้องปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ระดับปานกลางกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

Telli (2003) ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมและเจตคติต่ออวิชาชีววิทยาโดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนเกรด 9 และ 10 ในประเทศตุรกี จำนวน 1,250 คน ผลการวิจัยพบว่าสภาพแวดล้อม สถานที่ กิจกรรมที่ปรับเนื้อหาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม การเรียนที่มีการร่วมมือ และการเตรียมการของครู มีผลต่อความนิยมชมชอบในการเรียนเรื่องสิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นยังพบว่านักเรียนหญิงชอบการเรียนสิ่งแวดล้อมมากกว่านักเรียนชาย และยังพบว่าการทำให้นักเรียนชายในใจมากขึ้นทำได้โดยการเน้นการสอนที่สนุกสนานและสร้างชิ้นงานในการเรียนรู้

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอาจทำได้โดยการใช้ของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์ การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ การใช้สถานการณ์จำลอง การเรียนแบบร่วมมือ รวมถึง สภาพแวดล้อม เนื้อหา รูปแบบของกิจกรรม การเตรียมการของครู ล้วนส่งผลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. กลุ่มที่ศึกษา
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัย คือ กลุ่มที่ศึกษากลุ่มเดียววัดผลหลังการจัดการเรียนรู้ (One-shot Case Study)

X O

เมื่อ X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

O แทน การวัดผลหลังการจัดการเรียนรู้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 20 คน ทั้ง 2 ห้องเรียนเป็นนักเรียนคละเพศ มีจำนวนนักเรียนชาย และนักเรียนหญิง จำนวนเท่าๆ กัน เป็นห้องเรียนแบบคละความสามารถมีทั้งนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ บันทึกหลังสอน บันทึกการเรียนรู้ แบบวัดแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการสร้างดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ตัวชี้วัด ขอบเขตของเนื้อหาเรื่องสมบัติของสารจากคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบเรียน เอกสารต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาตำรา เอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวกับแนวการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดประเมินผล สื่อการสอน ในแต่ละแนวคิดที่สอดคล้องกับระยะเวลา

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องสมบัติของสาร ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นสำรวจและ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค้นคว้า ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน โดยเวลาในการสอนทั้งหมด 5 แผน ใช้เวลาในการสอน 5 สัปดาห์ ประกอบด้วยเรื่องสมบัติของสารในสถานะต่างๆ อนุภาคของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร การละลาย และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและนำไปปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบและแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญสาขาเคมี สาขาการวัดผลประเมินผล และด้านการสอนเรื่องสมบัติของสารรวม 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบและนำไปปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 2

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญดำเนินการวิจัย

บันทึกหลังการสอน

1. ศึกษาแนวทางในการเขียนบันทึกหลังการสอนในแผนการจัดการเรียนรู้จากเอกสารต่างๆ และวิเคราะห์ตัวบ่งชี้สิ่งที่ต้องการศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อกำหนดประเด็นที่จะบันทึก ซึ่งมีดังนี้ 1) แนวคิด บันทึกการตอบคำถามการอธิบายคำตอบของนักเรียน 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ บันทึกการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ บันทึกการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม

2. นำประเด็นที่จะบันทึกในแบบบันทึกหลังการสอนปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เกี่ยวกับความเหมาะสมของสิ่งที่จะบันทึกและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในตอบปัญหาการวิจัยแล้วนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บันทึกการเรียนรู้

1. วิเคราะห์สิ่งที่ศึกษาและกำหนดประเด็นในการบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งมีประเด็นคำถามให้นักเรียนบันทึก ดังนี้ 1) ฉันเรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับเรื่องนี้ 2) ฉันได้ทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบสิ่งที่เรียนรู้ และ 3) ฉันรู้สึกอย่างไรต่อการเรียน

2. นำประเด็นในบันทึกการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการตอบปัญหาการวิจัยแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขก่อนในไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดแนวคิดเรื่องสมบัติของสาร

แบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสารเป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบและส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิดให้นักเรียนตอบตามความเข้าใจของตนเอง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบเรียนและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง นำมาจัดทำรายการแนวคิด เรื่องสมบัติของสารเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหาให้ครอบคลุมตามหลักสูตร

2. สร้างตารางวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ตามตัวชี้วัด และรายการแนวคิดที่ต้องการวัดเรื่อง สมบัติของสารและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความครอบคลุมเนื้อหา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลาง และแนวคิดที่ศึกษา

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	แนวคิดที่ศึกษา
1. ทดลองอธิบายสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส	● สารอาจปรากฏในสถานะของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส สารทั้ง 3 สถานะมีสมบัติบางประการเหมือนกันและบางประการแตกต่างกัน	1. แนวคิดเรื่องสมบัติของสาร 1.1 สมบัติของของแข็ง 1.2 สมบัติของของเหลว 1.3 สมบัติของแก๊ส
2. ทดลองและอธิบายสมบัติของสารเมื่อเกิดการละลายและการเปลี่ยนสถานะ	● เมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสารละลายหรือเปลี่ยนสถานะสารแต่ละชนิดยังคงแสดงสมบัติของสารเดิม	2. แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะ 1.1 การหลอมเหลว 1.2 การแข็งตัว 1.3 การเดือด 1.4 การระเหย 1.5 การระเหิด 1.6 การควบแน่น 3. แนวคิดเกี่ยวกับการละลาย
3. วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป	● การเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้นและสมบัติของสารจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม	4. แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

3. นำตารางที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษามาจัดทำแบบวัดแนวคิดจำนวน 13 ข้อ ซึ่งปรับปรุงมาจากแบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง และแบบสัมภาษณ์แนวคิด เรื่องสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสาร ของกฤษดา สงวนสิน เป็นแบบวัดที่ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบและส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. นำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อกรรมการวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบแล้วแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1

5. นำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 1 เสนอต่อกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญสาขาเคมี สาขาการวัดและประเมินผล และการสอน เรื่องสมบัติของสาร รวม 5 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและนำมาแก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 2

6. นำแบบวัดแนวคิดที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการทดสอบเครื่องมือกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษาและผ่านการเรียนเรื่องสมบัติของสารมาแล้ว ซึ่งได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 9 คน โดยคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน พร้อมทั้งสังเกตการณ์การทำแบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสารของนักเรียน

7. นำแบบวัดแนวคิดมาปรับปรุงแก้ไขเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ แนวคำตอบให้มีความครอบคลุมและตรวจสอบความชัดเจน ความตรง ความเที่ยงของแบบวัดแนวคิด

8. นำแบบวัดแนวคิดที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 13 ทักษะโดยอิงเนื้อหา เรื่องสมบัติของสาร เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. กำหนดกรอบเนื้อหาสาระของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากหนังสือวารสาร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 52 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน โดยในแต่ละข้อหากตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน จำนวน 52 ข้อ และนำแบบวัดที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและนำมาปรับปรุงครั้งที่ 1

5. แบบวัดที่ผ่านการปรับปรุงครั้งที่ 1 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญสาขาเคมี สาขาการวัดและประเมินผลและการสอนเรื่องสมบัติของสารจำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาตรวจสอบ ผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เลือกข้อที่มีค่า IOC 0.6 ขึ้นไปจำนวน 35 ข้อ

6. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานครเขตจำนวน 50 คน

7. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก เป็นรายข้อโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program) ที่พัฒนาโดย Brooks Gordon (อ้างใน ประเสริฐ สุภิรักษ์, 2551) แล้วคัดเลือกแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ โดยถือเกณฑ์ว่าต้องเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป แล้ววิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

8. นำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญแล้วไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นมาตรวัดลิเคร์ท (Likert Type Scale) มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาการสร้างแบบมาตรวัดลิเคร์ท (Likert Type Scale) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ ขนิษฐา เชื้อคำ (2550) และนำมาสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ คือให้ความคิดเห็นต่อข้อความว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เกณฑ์การให้คะแนนระดับความคิดแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ข้อความ	เชิงนิมาน	เชิงนิเสธ
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5	1
เห็นด้วย	4	2
ไม่แน่ใจ	3	3
ไม่เห็นด้วย	2	4
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1	5

เกณฑ์ในการตัดสิน

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.50 – 5.00	มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
3.50 – 4.49	มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
2.50 – 3.49	มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่ดี
1.00 – 1.49	มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่ดีอย่างยิ่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. นำแบบวัดเจตคติต่อการสอนวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขครั้งที่ 1

3. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการสอน และด้านการวัดและประเมินผลรวม 3 ท่านพิจารณาและตรวจสอบ ผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เลือกข้อที่มีค่า IOC 0.6 ขึ้นไปจำนวน 33 ข้อ

4. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จำนวน 33 ข้อไปทดลองใช้กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากรุงเทพมหานครจำนวน 100 คน

5. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจนำแนก โดยคัดเลือกเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ แล้ววิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

6. นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อกรรมการวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญแล้วไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร

การวัดแนวคิดเรื่อง สมบัติของสาร ของนักเรียน โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นไปจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนและการประเมินผล หลังจากทำกิจกรรมในแต่ละคาบผู้วิจัยบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนให้เขียนบันทึกการเรียนรู้สัปดาห์ละ 1 ครั้ง และใช้แบบวัดแนวคิดเรื่องสมบัติของสารกับนักเรียนหลังจากการทำการสอนเสร็จสิ้นครบทุกแผนแล้ว จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ตีความหมายเพื่อประเมินแนวคิดของนักเรียน โดยวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Haidar (1997 อ้างใน เอกรัตน์ และคณะ, 2552) จัดกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 ระดับ คือ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน และไม่มีแนวคิด ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 5 แนวคิด คือ แนวคิดเรื่องสมบัติของสารในสถานะต่างๆ อนุภาคของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร การละลาย และการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ผู้วิจัยทำการแจ้งจุดประสงค์ในการทำแบบวัดแนวคิดให้กับนักเรียนก่อนทำการวัด และหากมีคำถามข้อใดที่นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลไม่ชัดเจน คลุมเคลือ ผู้วิจัยทำการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร

การวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยบันทึกผลการสังเกตการปฏิบัติกรรมของนักเรียนหลังเสร็จสิ้นการสอนในแต่ละชั่วโมง และในแต่ละสัปดาห์ผู้วิจัยให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้โดยใช้คำถามว่า “ฉันได้ทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบในสิ่งที่เรียนรู้” และหลังสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทันที โดยผู้วิจัยชี้แจงวิธีการในการทำเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตรงกัน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยเขียนบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกชั่วโมง และในแต่ละสัปดาห์ผู้วิจัยให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ โดยใช้คำถามว่า “ฉันรู้สึกอย่างไรในการเรียน” และหลังสิ้นสุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ทันที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลแนวคิด เรื่องสมบัติของสารของนักเรียนด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตอนตามลำดับดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1. อ่านบันทึกหลังสอนที่ผู้วิจัยบันทึกในประเด็นความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน วิเคราะห์ตีความความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน ปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

2. อ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนข้อที่ 1 ในประเด็นคำถามว่า “ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้าง” อย่างละเอียด บันทึกประเด็นในการเขียนของนักเรียนวิเคราะห์ตีความความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน

3. ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากแบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร มาวิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อโดยอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด ตีความและจัดกลุ่มคำตอบจากนั้นนำกลุ่มคำตอบมาวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของ Haidar (1997 อ้างใน เอกรัตน์ ศรีตัญญู และคณะ, 2552) จำแนกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีความหมาย ดังนี้

3.1 กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันครบทุกแนวคิด

3.2 กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 แนวคิดแต่ไม่มีส่วนผิด

3.3 กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปัจจุบันบางส่วนและมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้อง

3.4 กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

3.5 ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU) หมายถึง นักเรียนไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. นำผลการจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนเสนอต่อครูผู้สอนสาขาเคมีจำนวน 3 ท่านเพื่อหาค่าความสอดคล้องในการจัดกลุ่มแนวคิดเป็นรายข้อตามเกณฑ์วิเคราะห์คำตอบ

5. เสนอผลการจัดกลุ่มแนวคิดต่อคณะกรรมการวิทยานิพนธ์เพื่อลงความเห็นต่อการวิเคราะห์แนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของผู้วิจัยว่าเห็นด้วยกับการตีความหมายและจำแนกแนวคิดของผู้วิจัยพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะ

6. ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลโดยหาความถี่ ค่าร้อยละ และคำตอบที่แสดงตัวอย่างแนวคิดของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ส่วนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตามลำดับดังนี้

1. อ่านบันทึกหลังสอนที่ผู้วิจัยบันทึกในประเด็นการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ตีความการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนที่แสดงถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2. อ่านบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนข้อที่ 2 ในประเด็นคำถามว่า “ฉันได้ทำอะไรบ้างเพื่อหาคำตอบสิ่งที่เรียนรู้” อย่างละเอียด บันทึกประเด็นในการเขียนของนักเรียนวิเคราะห์ตีความทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ข้อมูลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีขั้นตามลำดับดังนี้

1. อ่านบันทึกหลังสอนที่ผู้วิจัยบันทึกในประเด็นการให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามของนักเรียน วิเคราะห์ตีความเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. อ่านบันทึกการเรียนรู้ข้อ 3 ในประเด็นคำถามว่า ฉันรู้สึกอย่างไรต่อการเรียน บันทึกประเด็นความคิดเห็นของนักเรียน วิเคราะห์ตีความเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

3. วิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS คำนวนหาค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและข้อวิจารณ์

ผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ตอนที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ตอนที่ 3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องสมบัติของสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 1 แนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

จากแบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแนวคิด เรื่องสมบัติของสารหลังเสร็จสิ้นการเรียนรู้ และนำคำตอบของนักเรียนมาวิเคราะห์จัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ผลดังตารางต่อไปนี้

1. แนวคิดสมบัติของสาร

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร

แนวคิด	**ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์** N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
1. สมบัติของสาร					
1.1 สมบัติของของแข็ง	31 (77.5%)	8 (20.0%)	-	1 (2.5%)	-
1.2 สมบัติของของเหลว	19 (47.5%)	11 (27.5%)	5 (12.5%)	5 (12.5%)	-
1.3 สมบัติของแก๊ส	19 (47.5%)	10 (25.0%)	11 (27.5%)	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของของแข็งเป็นร้อยละ 77.5 สมบัติของของเหลวและแก๊สเป็นร้อยละ 47.5 แนวคิดคลาดเคลื่อน เรื่องสมบัติของของแข็งเป็นร้อยละ 2.5 และสมบัติของของเหลวเป็นร้อยละ 12.5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุสถานะของสารได้อย่างถูกต้องพร้อมทั้งให้เหตุผลทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร ตัวอย่างเหตุผลในการตอบของนักเรียนมีดังต่อไปนี้

"ของแข็ง ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ ปริมาตรคงที่"
"ของเหลว มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ มีปริมาตรคงที่"
"แก๊ส รูปร่างไม่แน่นอน ฟุ้งกระจายไปทั่ว ปริมาตรไม่คงที่"

1.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)

นักเรียนสามารถระบุสถานะของสารได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถบอกเหตุผลในเรื่องรูปร่างและปริมาตรของสารได้อย่างครบถ้วนโดยระบุเหตุผลในเรื่องรูปร่างหรือปริมาตรเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่ไม่มีส่วนผิด ตัวอย่างเหตุผลในการตอบของนักเรียนมีดังต่อไปนี้

"ของแข็ง มีปริมาตร หรือ ของแข็งมีรูปร่างแน่นอน"
"ของเหลว เปลี่ยนรูปร่างตามภาชนะบรรจุ มีปริมาตร"
"แก๊ส มีรูปร่างไม่คงที่ หรือ ปริมาตรไม่คงที่"

1.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนระบุสถานะของสารบอกเหตุผลในเรื่องรูปร่างและปริมาตรแต่มีบางส่วนไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเหตุผลในการตอบของนักเรียนมีดังต่อไปนี้

"ของเหลว มีรูปร่างแน่นอน ปริมาตรไม่คงที่"
"แก๊ส มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ ปริมาตรคงที่"

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)

นักเรียนระบุสถานะของสารและบอกเหตุผลในการระบุสถานะที่ไม่เกี่ยวข้องทั้งเรื่องรูปร่างและปริมาตร ตัวอย่างเหตุผลในการตอบของนักเรียนมีดังต่อไปนี้

"ของแข็ง สามารถทุบและยังเป็นของแข็งเหมือนเดิม"

"ของเหลว สามารถนำไปโยนไปทุบไม่เป็นไร"

2. แนวคิดการเปลี่ยนสถานะของสาร

การศึกษาแนวคิดการเปลี่ยนสถานะของสารมีทั้งหมด 6 แนวคิด คือ การหลอมเหลว การแข็งตัว การเดือด การระเหย การระเหิด และการควบแน่น ปรากฏผลดังต่อไปนี้

2.1 การหลอมเหลว

ตารางที่ 4 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการหลอมเหลว

แนวคิด	**ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์** N=40 (100)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การหลอมเหลว	27 (67.5%)	-	13 (32.5%)	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 4 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการหลอมเหลว ร้อยละ 67.5 และแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 32.5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภทดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การหลอมเหลวได้ และอธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การหลอมเหลว คือการที่น้ำแข็งเปลี่ยนแปลงกลายเป็นน้ำเพราะความร้อนที่อยู่ภายนอก”

“การหลอมเหลว คือการที่น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำเพราะดูดความร้อน”

“การหลอมเหลว คือการที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลวมีอุณหภูมิสูงขึ้น”

2.1.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การหลอมเหลวหรืออธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิ ได้ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่งแต่มีบางส่วนผิด ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“น้ำแข็งเปลี่ยนเป็นน้ำมีอุณหภูมิต่ำลง”
“ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลวมีอุณหภูมิต่ำลง”

2.2 การแข็งตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการแข็งตัว

แนวคิด	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ N=40 (100)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การแข็งตัว	29 (72.5%)	2 (5.0%)	9 (22.5%)	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 5 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการแข็งตัวคิดเป็นร้อยละ 72.5 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ร้อยละ 5 และแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน ร้อยละ 22.5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภทดังนี้

2.2.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งตัวได้ และอธิบายเกี่ยวกับการแข็งตัวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การแข็งตัว เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็งโดยมีอุณหภูมิต่ำลง”

“การแข็งตัว คือการที่น้ำเปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง โดยมีอุณหภูมิลดลง”

“การแข็งตัว คือการที่น้ำแข็งตัวเป็นน้ำแข็ง มีการคายความร้อน”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งตัวได้ และอธิบายเกี่ยวกับการแข็งตัวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งและไม่มีส่วนที่ผิด ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"น้ำแข็งตัวโดยมีอุณหภูมิลดลง"
"น้ำแข็งตัวมีการคายความร้อน"

2.2.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งตัว และอธิบายเกี่ยวกับแข็งตัวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้แต่มีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง โดยมีอุณหภูมิลดลง เรียกว่าการควบแน่น"

"ของเหลวเปลี่ยนเป็นของแข็ง เมื่อเจอความเย็นมากๆ เรียกว่า การแช่แข็ง"

"ของเหลวเปลี่ยนเป็นของแข็ง โดยมีอุณหภูมิลดลง ไม่ทราบชื่อปรากฏการณ์"

2.3 การเดือด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการเดือด

แนวคิด	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การเดือด	19 (47.5%)	15 (37.5%)	6 (15.0%)	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 6 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการเดือดร้อยละ 47.5 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ร้อยละ 37.5 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 15 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

2.3.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือดได้ และอธิบายเกี่ยวกับการเดือดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลว ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การเดือด คือการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สเกิดขึ้นทุกส่วนของเหลว มีอุณหภูมิสูงขึ้น”

“การเดือด คือการที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลว มีอุณหภูมิสูงขึ้น”

“การเดือด คือการที่น้ำได้รับความร้อนกลายเป็นไอ เกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลว มีอุณหภูมิสูงขึ้น”

“การเดือด คือการที่ของเหลวเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส เกิดฟองขึ้นมาบนผิวน้ำ มีอุณหภูมิสูงขึ้น”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือดได้ และอธิบายเกี่ยวกับการเดือดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลวได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งและไม่มีส่วนที่ผิด ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การเดือด เกิดฟองแก๊สขึ้นทุกส่วนมีอุณหภูมิสูงขึ้น”
“การเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะของเหลวเป็นแก๊ส มีอุณหภูมิสูงขึ้น”
“การที่น้ำเดือดและมีอุณหภูมิสูงขึ้น”

2.3.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือด และอธิบายเกี่ยวกับการเดือดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลว ได้แต่มีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะของเหลวเป็นแก๊สเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของของเหลว มีอุณหภูมิสูงขึ้น”

“การเดือด เป็นการที่น้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้นเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของของเหลว”

“การเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะของของเหลวเป็นแก๊สเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของของเหลว มีอุณหภูมิลดลง”

2.4 การระเหย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการระเหย

แนวคิด	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การระเหย	20 (50.0%)	17 (42.5%)	3 (7.5%)	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 7 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการระเหยร้อยละ 50 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ร้อยละ 42.5 และแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 7.5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภทดังนี้

2.4.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหยได้ และอธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลว ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การระเหย เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้ามีอุณหภูมิสูงขึ้น”

“การระเหย เป็นการที่น้ำเปลี่ยนเป็นไอน้ำเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลวมีอุณหภูมิสูงขึ้น”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหยได้ และอธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลว ได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งและไม่มีส่วนที่ผิด ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การระเหย เป็นการที่ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊สโดยการดูดความร้อน”

“การระเหย เป็นการที่ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊สมีอุณหภูมิร้อนน้อยกว่าการเดือด”

“น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำเกิดจากความร้อนทำให้ระดับน้ำลดลง”

2.4.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหย และอธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลวได้แต่มีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การระเหย เกิดขึ้นเมื่อน้ำเดือดเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวมีอุณหภูมิลดลง”

“การระเหย เกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลวมีการคายความร้อน”

2.5 การระเหิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการระเหิด

แนวคิด	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การระเหิด	13 (32.5%)	12(30%)	13 (32.5%)	2 (5%)	-

หมายเหตุ: S = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 8 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการระเหิดร้อยละ 32.50 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ร้อยละ30 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 32.5 และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนร้อยละ 5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภทดังนี้

2.5.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิดได้ และอธิบายเกี่ยวกับการระเหิดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“การระเหิด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊สมีการดูดความร้อน”

“การระเหิด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊สมีอุณหภูมิสูงขึ้น”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิดได้ และอธิบายเกี่ยวกับการระเหิดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้ถูกต้องเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งและไม่มีส่วนที่ผิด ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"การที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นแก๊สเกิดกลิ่นเหม็นมีอุณหภูมิสูงขึ้น"
"การระเหิด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งกลายเป็นแก๊ส"
"การระเหิด คือการที่ลูกเหม็นมีขนาดเล็กลง"

2.5.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิด และอธิบายเกี่ยวกับการระเหิดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้แต่มีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"การระเหิด คือการที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สมีอุณหภูมิลดลง"
"การระเหิด เป็นการที่ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลวมีการดูดความร้อน"
"การที่ของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่า การระเหย"

2.5.4 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิดไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการระเหิดได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับลูกเหม็นว่าเป็นการละลาย"
"มีการเกิดกลิ่นเหม็น"

2.6 การควบแน่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการควบแน่น

แนวคิด	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การควบแน่น	9 (22.5%)	-	22 (55.0%	9 (22.5%)	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 9 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการควบแน่นร้อยละ 22.50 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 55 และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนร้อยละ 22.50 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภทดังนี้

2.6.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่นได้ และอธิบายเกี่ยวกับการควบแน่นในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“จะมีไอน้ำมาเกาะที่กระจกมีอุณหภูมิลดลงเรียกว่า การควบแน่น”
“แก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวมีอุณหภูมิลดลงเรียกว่า การควบแน่น”

2.6.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่น และอธิบายเกี่ยวกับการควบแน่นในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้แต่มีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

"มีไอน้ำมาเกาะที่กระจกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่า การเดือด"
"มีไอน้ำมาเกาะที่กระจกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่า การระเหย"
"แก๊สเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวมีอุณหภูมิลดลงเรียกว่า การแข็งตัว"

2.6.3 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)

นักเรียนระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่นไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับควบแน่นได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊สมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่า การกลายเป็นไอ"
"ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊สมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่า การระเหย"
"ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊สมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรียกว่า การเดือด"

3. แนวคิดเรื่องการละลาย

ตารางที่ 10 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการละลาย

แนวคิด	**ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์** N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การละลาย	38 (95.0%)	-	2 (5.0%)	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตารางที่ 10 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการละลายร้อยละ 95 และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภท ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์การละลายได้ และระบุวิธีการในการแยกสารละลายได้ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“น้ำตาลจะลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำสามารถนำน้ำตาลกลับมาได้โดยนำไปต้มให้น้ำกลายเป็นไอ”

“น้ำตาลจะละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำสามารถแยกสารออกจากกันได้โดยการนำไปตั้งแตกแดด”

“น้ำตาลจะละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำสามารถแยกสารออกจากกันได้โดยการนำไปต้มจนเดือด”

3.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)

นักเรียนสามารถอธิบายปรากฏการณ์การละลาย และระบุวิธีการในการแยกสารละลายแต่มีส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้องตามแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“น้ำตาลจะละลายเป็นเนื้อเดียวกับน้ำและไม่สารถแยกน้ำตาลกลับคืนมาได้”

4. แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามแนวคิด เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

แนวคิด	ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ N=40 (100%)				
	SU	PU	PU&MU	MU	NU
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	39 (97.5%)	1 (2.50%)	-	-	-

หมายเหตุ: SU = Scientific Understanding ; PU = Partial Understanding ; PU&MU = Partial Understanding with Misunderstanding ; MU = Misunderstanding ; NU = No Understanding

จากตาราง 11 นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีร้อยละ 97.5 และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ร้อยละ 2.5 โดยมีคำตอบที่แสดงแนวคิดแต่ละประเภทดังนี้

4.1 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)

นักเรียนสามารถเรียกชื่อปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ ระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นและสามารถนำสารกลับคืนมาด้วยวิธีการง่ายๆ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

“มีขี้เถ้าเกิดขึ้นไม่สามารถนำกระดาษขาวกลับคืนมาไม่ได้เพราะกระดาษถูกเผาไปแล้วมีสมบัติต่างไปจากก่อนเผา”

“มีสารใหม่เกิดขึ้นไม่สามารถนำกระดาษขาวกลับคืนมาได้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี”

“กระดาษเกิดการเผาไหม้เป็นสีเทาไม่สามารถนำกระดาษกลับคืนมาได้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)

นักเรียนไม่สามารถเรียกชื่อปรากฏการณ์ทางเคมีได้ แต่สามารถระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นและไม่สามารถนำสารกลับคืนมาด้วยวิธีการง่าย ๆ ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนมีดังนี้

"มีขี้เถ้าเกิดขึ้นไม่สามารถประกอบกันขึ้นได้ใหม่"

ตอนที่ 2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องสมบัติของสาร

ตารางที่ 12 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะขั้นพื้นฐาน	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
1.	การสังเกต	25	62.5
2.	การวัด	28	70.0
3.	การจำแนกประเภท	27	67.5
4.	การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา	26	65.0
5.	ทักษะการคำนวณ	32	80.0
6.	การจัดกระทำและการสื่อความหมายข้อมูล	25	62.5
7.	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	24	60.0
8.	การพยากรณ์	25	62.5
	เฉลี่ย	**26.5**	**66.25**

จากตารางที่ 12 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.25 โดยมีทักษะการคำนวณมากที่สุดร้อยละ 80 รองลงมาคือ ทักษะการวัด ร้อยละ 70 ทักษะการจำแนกประเภทร้อยละ 67.5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาร้อยละ 65 มีทักษะการสังเกต ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและทักษะการพยากรณ์ร้อยละ 62.5 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูลน้อยที่สุดร้อยละ 60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียน หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
1. การตั้งสมมติฐาน	17	42.5
2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	16	40.0
3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร	19	47.5
4. การทดลอง	18	45.0
5. การตีความหมายข้อมูล	20	50.0
เฉลี่ย	**18**	**45.0**

จากตารางที่ 13 พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 45 โดยนักเรียนมีทักษะการตีความหมายข้อมูลร้อยละ 50 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรร้อยละ 47.5 ทักษะการทดลองร้อยละ 45 ทักษะการตั้งสมมิฐานร้อยละ 42.5 และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการน้อยที่สุดร้อยละ 40

ตอนที่ 3 **เจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ**

ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการคำนวนหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ ได้ผลดังตาราง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 ผลเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
4.50-5.00	มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก	-	-
3.50-4.49	มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี	32	80
2.50-3.49	มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง	8	20
1.50-2.49	มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่ดี	-	-
1.00-1.49	มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับไม่ดีอย่างยิ่ง	-	-
	รวม	**40**	**100**

จากตารางที่ 14 จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีร้อยละ 80 และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 20 โดยมีตัวอย่างในการตอบของนักเรียนที่เขียนบันทึกการเรียนรู้ที่เป็นทางด้านบวกมีดังต่อไปนี้

“สนุกตื่นเต้นที่ได้ทำการทดลองกับการสารเคมีและได้ทดลองกับเพื่อนๆ ทำให้มีความสุข”
“ได้ความรู้และได้ทดลองสนุกมากและได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ ที่เพื่อนเล่าให้ฟัง”
“มีความสุขและภูมิใจที่ตัวเองทำการทดลองได้”
“รู้สึกมีความสุข ได้ความรู้ และไม่เบื่อ เพราะว่าการทดลองไม่ยาก”
“รู้สึกดีที่ได้ทำงานกับเพื่อนๆ”
“รู้สึกว่าเป็นการทดลองที่น่าทึ่งเพราะได้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสาร สนุกมากและไม่เบื่อ”

ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนที่เขียนในบันทึกการเรียนรู้ที่เป็นคำตอบในด้านลบมีดังต่อไปนี้

“รู้สึกไม่ค่อยสนุกและน่าเบื่อได้ทำการทดลองอย่างเดียว”
“รู้สึกไม่คอยสนุก ไม่ค่อยเข้าใจ”
“รู้สึกมีความทุกข์นิดๆ เพราะมีกลิ่นเหม็น ทำให้ปวดหัว”

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อวิจารณ์

จากผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีความคิดเห็นดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิด เรื่องสมบัติของสาร

1. แนวคิดสมบัติของสาร พบว่านักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์สมบัติของของแข็งมากที่สุดร้อยละ 77.5 โดยนักเรียนสามารถระบุสถานะของสารที่มีสถานะเป็นของแข็งได้ อาจเนื่องจากสมบัติของของแข็งสามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนแต่ก็มีนักเรียนบางส่วนระบุสถานะของสารไม่ถูกต้องโดยระบุว่าแป้งฝุ่นมีสถานะเป็นของเหลวเพราะสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ตามภาชนะบรรจุ มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องสมบัติของของเหลวและแก๊สร้อยละ 47.5 มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนเรื่องสมบัติของของเหลวร้อยละ 12.5 อาจเนื่องในการสอนเรื่องสมบัติของของเหลวโดยการให้นักเรียนเทของเหลวใส่ภาชนะรูปร่างต่างๆ แล้ววัดปริมาตรของของเหลวอีกครั้งนักเรียนพบว่าของเหลวมีปริมาตรลดลงถึงแม้ว่าจะมีการอภิปรายหลังการทดลองว่าการที่ของเหลวมีปริมาตรลดลงนั้นเป็นเพราะมีของเหลวบางส่วนติดค้างอยู่ที่ก้นภาชนะ แต่มีนักเรียนบางส่วนยังเข้าใจว่าของเหลวมีปริมาตรลดลง ส่วนแนวคิดเรื่องสมบัติของแก๊สนั้นนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนร้อยละ 27.5 อาจเนื่องจากสมบัติของสารในสถานะแก๊สนั้นนักเรียนไม่สามารถสังเกตได้โดยตรงต้องมีการสังเกตการเปลี่ยนแปลงและใช้จินตนาการร่วมด้วยและในการสอนเรื่องสมบัติของสารนั้นครูใช้วิธีการจิ๊กซอว์ที่ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มบ้านทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในแต่ละเรื่องเป็นแผนแรกซึ่งนักเรียนแต่ละคนอาจยังไม่เข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเองเท่าที่ควรซึ่งมีผลต่อความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนและของกลุ่ม โดยนักเรียนบางส่วนระบุว่าแอลกอฮอล์มีสถานะเป็นแก๊สเพราะสามารถระเหยได้ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิจัยของ กฤษดา สงวนสิน (2548) ที่พบว่านักเรียนจำแนกผิดหรือบอกเหตุในการจำแนกสารไม่สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่องรูปร่างและปริมาตร จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนบางส่วนระบุว่าแก๊สไม่มีปริมาตรหรือระบุว่าแก๊สมีปริมาตรคงที่ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Stavy (1991)ที่พบว่านักเรียนไม่สามารถระบุสถานะหรือปรากฏการณ์ของสารที่อยู่ในสถานะแก๊สได้ หรือนักเรียนบางคนจะบอกว่าแก๊สไม่ใช่สารเพราะไม่มีน้ำหนักจับต้องไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวคิดการเปลี่ยนสถานะของสาร พบว่านักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องการแข็งตัวมากที่สุดร้อยละ 72.5 รองมาเป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง การหลอมเหลว ร้อยละ 67.5 อาจเนื่องจากการเปลี่ยนสถานะของสารใน 2 รูปแบบนี้มีตัวอย่างให้นักเรียนสังเกตได้ชัดเจนและก่อนการสอนครูทราบแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนว่านักเรียนอาจมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในการเรียกชื่อการหลอมเหลวว่าการละลายจึงเน้นย้ำให้นักเรียนทราบความแตกต่างระหว่างการหลอมเหลวและการละลาย ส่วนแนวคิดเรื่องการควบแน่นนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนมากที่สุดร้อยละ 22.5 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษดา สงวนสิน (2548) ที่พบว่านักเรียนแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนมากที่สุดเรื่องการควบแน่น อาจเนื่องจากแนวคิดเรื่องการควบแน่นนั้นเป็นแนวคิดที่เกิดขึ้นต่อเนื่องจากการกลายเป็นไอเรื่องการเดือดหรือการระเหยทำให้นักเรียนระบุชื่อของปรากฏการการควบแน่นไม่ถูกต้องและคิดว่าการควบแน่นนั้นจะต้องมีอุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้น และในการสอนเรื่องการเปลี่ยนสถานะมีกิจกรรมที่เป็นตัวอย่างเรื่องการเปลี่ยนสถานะที่ให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเรื่องการเปลี่ยนสถานะของน้ำเพียงอย่างเดียวทำให้นักเรียนยังไม่เข้าใจในแนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะเท่าที่ควร

3. แนวคิดการละลาย พบว่านักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 95 และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วนเพียงร้อยละ 5 อาจเป็นเพราะในการจัดการเรียนรู้ครูให้นักเรียนศึกษาจากตัวอย่างการละลายที่หลากหลาย เช่น การละลายของน้ำตาล เกลือ พิมเสน ดิน และทรายในน้ำ ในขั้นการสำรวจและค้นหา รวมทั้งสืบค้นการละลายของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สเพิ่มเติมในขั้นขยายความรู้ด้วย โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่าการละลายคือการที่สารอย่างน้อย 2 ชนิดรวมเป็นเนื้อเดียวกันและสามารถทำให้สารกลับคืนมาได้

4. แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี พบว่านักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ถึงร้อยละ 97.5 และมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบเพียงไม่สมบูรณ์ร้อยละ 2.5 อาจเป็นเพราะว่าในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับกลวิธีจิ๊กซอว์ (Jigsaw) ที่ให้นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มบ้านทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในการศึกษาการทดลองการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เป็นการทดลองซึ่งแตกต่างกันนักเรียนจะต้องทำการศึกษาให้เข้าใจ เพื่อที่จะได้นำไปถ่ายทอดให้เพื่อนในกลุ่มบ้านฟัง ทั้งนี้นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้โดยการสืบค้นหาคำตอบด้วยตนเองและจากการมีปฏิสัมพันธ์สื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มที่มีวัยใกล้เคียงกันทำให้สื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้กลุ่มของตนเองได้คำตอบที่ครบถ้วน โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมสามารถทำให้สารกลับคืนมาได้ยาก

ตอนที่ 2 ทักษะกระบวนทางการวิทยาศาสตร์

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่อง สมบัติของสาร พบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ยร้อยละ 66.25 โดยนักเรียนมีทักษะการคำนวนมากที่สุดร้อยละ 80 รองลงมาคือ ทักษะการวัดร้อยละ 70 นักเรียนมีทักษะการลงความคิดเห็นน้อยที่สุดร้อยละ 60 ซึ่งไม่สอดคล้องกับการวิจัยของ อุษา นาคทอง (2550) ที่ได้สำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะขั้นพื้นฐาน คือ การคำนวณ และนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมร้อยละ 45 โดยนักเรียนมีทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปเพียงร้อยละ 50 และทักษะขั้นผสมอื่นๆ ต่ำกว่าร้อยละ 50 ทุกทักษะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเยาวเรศ ใจเย็น (2550) ที่ได้สำรวจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมในเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่าที่ควรโดยเฉพาะทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การทดลองและการตีความหมายและลงข้อสรุป

กรณีที่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีค่าไม่ดีเท่าที่ควรอาจเป็นเพราะในการจัดการเรียนการสอนเรื่องสมบัติของสารนั้นใช้การสอนเพียง 5 สัปดาห์ซึ่งในส่วนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่นักเรียนจะต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในระดับที่สูงขึ้น และนอกจากนั้นควรมีประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติจริงของนักเรียนแต่ละคนด้วย

ตอนที่ 3 เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

เจตคติของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ขนิษฐา เชื้อคำ (2550) ที่จัดการเรียนรู้โดยการใช้กิจกรรมเกมร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ จงกลรัตน์ อาจศัตรู (2544); ศาสตรา ศรนารายณ์ (2545) ซึ่งวิจัยพบว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่แบบปกติ

กรณีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ อาจเป็นเพราะว่าในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนจะเป็นผู้ที่ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองจากกิจกรรมหรือการทำการทดลองต่างๆ และในการทำกิจกรรมนักเรียนจะร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มโดยการเรียนแบบร่วมมือโดยนักเรียนทุกคนจะต้องร่วมมือกันในกลุ่มเพื่อให้ได้คำตอบที่ครบถ้วนและทำคะแนนของกลุ่มให้สูงขึ้น ทำให้นักเรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเพื่อพัฒนาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวคิด เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2. เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

3. เพื่อประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลแบบวัดแนวคิดเรื่อง สมบัติของสารจากการอ่านคำตอบของนักเรียนและจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามเกณฑ์ของ Haidar (1997 อ้างใน เอกรัตน์ ศรีตัญญู และคณะ, 2552) ซึ่งแบ่งกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 ตามความสอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์หาค่าความถี่ค่าและเฉลี่ย ร้อยละของนักเรียนแต่ละกลุ่มแนวคิด

2. นำคะแนนจากแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มาวิเคราะห์โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. นำคะแนนจากแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. นำข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนมาอ่านและวิเคราะห์แนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนการสอน

5. นำข้อมูลจากบันทึกหลังสอนของครูมาอ่านและวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแผนต่อไป

ผลการวิจัย

1. แนวคิดเรื่องสมบัติของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ พบว่าแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสารในเรื่องสมบัติของของแข็งมากที่สุดร้อยละ 77 สามารถระบุสถานะของสารและสมบัติเกี่ยวกับรูปร่างและปริมาตรได้ แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการแข็งตัวมากที่สุดร้อยละ 72.5 โดยสามารถระบุเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิได้ นักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยศาสตร์เรื่องการละลายร้อยละ 95 โดยนักเรียนสามารถระบุได้ว่าการละลายคือการที่สารอย่างน้อย 2 ชนิดรวมเป็นเนื้อเดียวกันและสามารถทำให้สารกลับคืนมาได้ และนักเรียนมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมีร้อยละ 97.5 นักเรียนสามารถระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีคือการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นโดยสารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมสามารถทำให้สารกลับคืนมาได้ยาก

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 66.25 และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมคิดเป็นร้อยละ 45

3. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีร้อยละ 80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมนักเรียนเก่งได้ช่วยเหลือนักเรียนอ่อน เพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

2. ในการจัดการเรียนรู้ เรื่องสมบัติของสาร ควรมีการยกตัวอย่างสารและการทดลองที่หลากหลาย เช่น ตัวอย่างสารในสถานะต่างๆ ตัวอย่างการเปลี่ยนสถานะของสาร ตัวอย่างสารละลาย และตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น

3. ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ และต้องมีการกำหนดข้อตกลง กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมได้ตามเวลาที่กำหนด

4. ในการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน ควรมีการเสริมแรงที่เหมาะสม เช่น การให้คะแนนหรือรางวัลกับกลุ่มที่ชนะ เพื่อให้นักเรียนมีความช่วยเหลือกันในกลุ่มและแข่งขันกับเพื่อนต่างกลุ่ม

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การใช้แบบจำลอง การใช้กิจกรรมเกม เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย

2. ควรพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้เป็นแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหา เรื่องสมบัติของสารต่อไป โดยหาแบบฝึกหัดมาให้นักเรียนทำเพิ่มเติม

3. ควรมีการสำรวจแนวคิดของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ทราบแนวคิดของนักเรียนเพื่อนำข้อมูลมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ควรมีการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้อยู่ในระดับที่สูงขึ้น และมีการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ รูปแบบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กฤษดา สงวนสิน. 2548. **แนวคิดเกี่ยวกับสถานะและการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขนิษฐา เชื้อคำ. 2550. **ผลการใช้กิจกรรมเกมโดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ เรื่องระบบนิเวศเพื่อพัฒนาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุภา ประถมวงษ์. 2552. "การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)." **วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา** 1 (1): 87-96.

จงกลรัตน์ อาจศัตรู. 2544. **การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จันทร์พร พรหมมาศ. 2541. **ผลการใช้วิธีวงจรการเรียนรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2552ก. "วิธีหาแนวคิดของผู้เรียน: เครื่องมือสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในยุคปฏิรูปการศึกษา." **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์** 24 (2): 1-9. อ้างถึง R. Osborne and P. Freyberg. 1985. **Learning in Science. The implications of Children's Science.** Aukland: Heinemann Education.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชาตรี ฝ่ายคำตา. 2552ข. “วิธีหาแนวคิดของผู้เรียน: เครื่องมือสำหรับครูวิทยาศาสตร์ในยุคปฏิรูปการศึกษา.” **วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์** 24 (2): 1-9. อ้างถึง R. White and R. Gunstone. 1992. **Probing understanding**. London: The Falmer Press.

_____ และ วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2548. “ปัญหาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพของนักศึกษาโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ สควค.” **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 11 (2): 151-164.

นวลจิตต์ โชตินันท์. 2524. **ความสัมพันธ์ระหว่างการอ่านวารสารทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสามัญ**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลพรรณ นวลแสง. 2534. **องค์ประกอบที่มีผลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 จังหวัดสมุทรปราการ**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประกายศิต จันทศ. 2537. **ผลการสอนวิชาเคมี เรื่อง ตารางธาตุ ด้วยโมเลวงจรการเรียนรู้ประยุกต์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประภัสสร ผลสินธุ์. 2547. **การเปรียบเทียบผลการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น และการสอนแบบสืบเสาะรูปแบบ สสวท.ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเสริฐ สุภิรักษ์. 2551. **การวิเคราะห์แบบทดสอบด้วยโปรแกรม TAP: Test Analysis Progarm** (Online). http://202.143.147.116/~eva2553/software/tap-21.pdf, 1 ธันวาคม 2553.

ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. 2551. "การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด" **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 31 (1): 27-35. อ้างถึง B. Bell. 1993. **Children's science, constructivism and learning in science**. Geelong: Deakin University Press.

พรเพ็ญ หลักคำ. 2534. **การพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยของเล่นและเกมทางวิทยาศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงทอง มีมั่งคั่ง. 2537. **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: พิมพ์พัฒนาศึกษา.

ภพ เลาหไพบูรณ์. 2540. **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.

ยินดี สวนะคุณานนท์. 2536. **ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสสารของนักเรียน**. สงขลา: งานวิจัย, สถาบันราชภัฏสงขลา.

เยาวเรศ ใจเย็น, เพ็ญศรี บุญสวรรค์ส่ง และ นฤมล ยุตาคม. 2550. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมในเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนในจังหวัดจันทบุรี." **วิทยาสารเกษตรศาสตร์** 28 (1): 11-22.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. 2540. **Constructivism**. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วราภรณ์ แย้มจินดา. **แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชาญ เลิศลพ. 2543. **การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบวัฏจักร การเรียนรู้รูปแบบ สสวท. และรูปแบบการผสมผสานระหว่างวัฏจักรการเรียนรู้กับสสวท**. วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศาสตรา ศรนารายณ์. 2545. **การศึกษาการเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนโครงการขยายโอกาสทางการศึกษาสังกัดสำนักงานประถมศึกษา จังหวัดฉะเชิงเทรา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546ก. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2546ข. **การจัดการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. 2552. **กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาตามมาตราฐานหลักสูตร (Pedagogical Content Knowledge: PCK)**. (อัดสำเนา).

สราวุธ บุญยืน. 2542. **การศึกษารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวงจรการเรียนรู้เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุภณิดา ปุสุรินทร์คำ. 2549. **การพัฒนารูปแบบการแบ่งปันความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเพื่อพัฒนาความเป็นชุมชนนักปฏิบัติของครูในโรงเรียนที่เข้าร่วมในโครงการหนึ่งอำเภอหนึ่งโรงเรียนในฝันของกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรจิตา เศรษภักดี. 2547. **ผลการเรียนรู้ เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อ้างถึง B. Guzzetti, T. E. Taylor, G. V. Glass and W. S. Game. 1993 **"Promoting Conceptual change in Science: A Comparative meta analysis of Instructional Interventions from reading Education and Science Education."** Reading Research Quarterly 28: 117-159.

สมใจ เพ็ชรสุกใส. 2548. **ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ฉบับใหม่ (2545)**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

สำนักงานงานวิชาการและมาตราฐานการศึกษา. 2551. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อารีย์ ผลประพฤติ. 2538. **ผลการใช้บทเรียนเทปโทรทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุษา นาคทอง, ธีราภร อนันตะเศรษฐกูล และ นฤมล ยุตาคม. 2550. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .ในเรื่องเซลล์และกระบวนการของเซลล์." **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 13 (3): 383-394.

เอกรัตน์ ศรีตัญญู, นฤมล ยุตาคม และ นุจารี ประสิทธิ์พันธ์. 2552. "แนวคิดเรื่องวัสดุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4." **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 15 (3): 437-451.

Abraham, M. R. and J. W. Renner 1986. "The Sequence of Learning Cycle Activities in High School Chemistry." **Journal of Research in Science Teaching** 23 (2): 121-143.

American Association for the Advancement of Science (AAAs). 1993. **Benchmarks for Science Literacy**: Project 2061. New York: Oxford University Press.

Ebrahim, A. 2004. "The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry Learning strategy on students'science achievement and attitudes toward elementary science." **The Smithsonian/NASA Astrophysics Data System** (Online). http://adsabs.harvard.edu/abs/2004PhDT.....14E, March 3, 2011.

John ,D. W. and R. T. Johnson. 1987. **Learning together and alone**. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall.

Kessen, W. 1964. "Statement of Purposes and Objectives of Science Education in School." **Journal of Research in Science Teaching** 2 (1): 4-6.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Koballa, T. T. and F. E. Crawley. 1985. "The Influence of Attitude on Science Teaching And Learning." **School Science and Mathematics** 85 (3): 222-232.

Lawson, A. E. 2001. "Using the Learning to teach Biology Concepts and Reasoning Patterns." **Journal of Biological Education** 35 (4): 165-169.

Lee, O., D. C. Eichinger, C. W. Anderson, G. D. Berkheimer and T. D. Blakeslee. 1993. "Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules." **Journal of Research in Science Teaching** 30 (March 1993): 249-270.

Michael P. Freedman. 1997. "Relationship among laboratory instruction, attitude toward science, and achievement in science knowledge." **Journal of Research in Science Teaching** (Online). http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1098-2736(199704)34:4%3C343::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-R/abstract, March 16, 2011.

National Research Council. 2000. **Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning**. Washington, D.C.: National Academy Press.

Harriet Black Nembhard. 1997. **Cooperative Learning in Simulation** (Online). http://www.informs-sim.org/wsc97papers/1390pdf, March 16, 2011.

Osborne, R. and M. Cosgrove. 1983. Children's Conceptions of the Changes of State Of Water. **Journal of Research in Science Teaching**. 20 (9).

Pattamaporn Pimthong. 2006. **Teaching and Learning about Matter in Grade 6 Classrooms: A Conceptual Change Approach**. Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, Kasetsart University.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Paul, J. G., R. Aram and G. Burke. 1996. "Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments." **Journal of Research in Science Teaching** (Online). http://onlinelibrary.wiley.com/doi/ 10.1002/ (SICI)1098-2736(199601)33:1%3C79::AID-TEA5%3E3.0.CO;2-M/abstract, March 11, 2011.

Rebecca Teed. 2001. **Cooperative Learning** (Online). http://serc.carleton.edu/introgeo/cooperative/index.html, March 16, 2011.

Stavy, R. 1990. "Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas." **Journal of Research in Science Teaching** 27 (3).

Stavy, R. 1991. Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. **Journal of Research in Science Teaching.** 28 (4).

Sible Telli. 2003. **Learning Environment and Students' Attitudes towards Biology**. (Online). http://www.phys.uu.nl/esera 2003/programme/pdf%5c165s.pdf, March 11, 2011.

Tobin, K. 1990. Social Constructivist Perspectives on the Reform of Science Education. **The Australian Science Teachers Journal** 36 (4).

Wolff-Michael, R. and A. Roychoudhury. 1993. "The Development of Science Process Skills in Authentic Contexts." **Journal of Research in Science Teaching** (Online). http://onlinelibrary.wiley.com/maintenance/, March 11, 2011.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิทยานิพนธ์

1. ผศ.ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา
2. ดร. ปัทมาภรณ์ พิมพ์ทอง	คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. อาจารย์อุษา พุ่มศรีภานนท์	ศึกษานิเทศน์ชำนาญการพิเศษ สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษา กรุงเทพมหานคร
4. อาจารย์จินตนา ตันตสุทธิกุล	หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ครู คศ.3) โรงเรียนสายน้ำทิพย์ กรุงเทพมหานคร
5. อาจารย์กฤษดา สงวนสิน	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา กรุงเทพมหานคร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 โครงสร้างของแผนการจัดเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

แผนที่	เรื่อง	รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ	จำนวนชั่วโมง
1	สมบัติของสารในสถานะต่างๆ	คิดเดี่ยว:คิดคู่:แลกเปลี่ยนความคิด จิ๊กซอว์ (Jigsaw)	3
2	อนุภาคของสาร	คิดเดี่ยว:คิดคู่:แลกเปลี่ยนความคิด การสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (STAD)	2
3	การเปลี่ยนสถานะของสาร	การสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม (STAD)	2
4	การละลาย	จิ๊กซอว์ (Jigsaw)	2
5	การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	จิ๊กซอว์ (Jigsaw)	2
		รวม	**11**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (JIGSAW)

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง สมบัติของสารในสถานะต่าง ๆ เวลา 3 ชั่วโมง

****

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (ว3.1 ป 6/1)

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลอง อธิบาย และสรุปสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
2. มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. แนวคิดหลัก

สารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มีสมบัติบางประการเหมือนกัน และบางประการแตกต่างกันเนื่องจากการจัดเรียงตัวและการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่เป็นองค์ประกอบของสารในแต่ละสถานะแตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของแข็ง มีมวล ต้องการที่อยู่ มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ

ของเหลว มีมวล ต้องการที่อยู่ แต่รูปร่างจะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ เป็นของไหล และของเหลวที่ภาชนะเดียวกันจะอยู่ในแนวระดับเดียวกัน

แก๊ส มีมวล ต้องการที่อยู่ มีรูปร่างและปริมาตรไม่คงที่ จะเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ สามารถฟุ้งกระจายได้เต็มภาชนะบรรจุเสมอ และเป็นของไหล

5. กิจกรรมการเรียนรู้

<u>ชั่วโมงที่ 1</u> สมบัติของของแข็ง

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ให้นักเรียนสังเกตสารต่างๆ ที่อยู่รอบตัวและตัวอย่างที่ครูเตรียมมา ได้แก่ ยางลบ แก้วใส่น้ำ ลูกโป่งที่เป่าลมจนเต็ม ก้อนหิน แป้งฝุ่น

2. ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนว่า

- นักเรียนเห็นอะไรบ้าง (จนเต็มยางลบ แก้วใส่น้ำ ลูกโป่งที่เป่าลม ก้อนหิน แป้งฝุ่น ครูเขียนคำตอบของนักเรียนบนกระดาน)
- วัตถุต่างๆ ที่นักเรียนเห็นอยู่ในสถานะใดบ้าง สถานะของเข็ง ได้แก่ยางลบ ก้อนหิน แป้งฝุ่น สถานะของเหลว ได้แก่ น้ำ และสารที่อยู่ในสถานะแก๊ส ได้แก่ อากาศในลูกโป่ง)
- นักเรียนคิดว่าสารแต่ละสถานะเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (ต่างกัน ของแข็งคงรูปร่างอยู่ได้ ของเหลวและแก๊สรูปร่างไม่คงที่)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แบบคละความสามารถให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มศึกษาใบกิจกรรม ที่ 1.1 เรื่องสมบัติของของแข็ง ก่อนทำการทดลองครูแนะนำให้นักเรียนอ่านใบกิจกรรมอย่างละเอียดและซักถามข้อสงสัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ให้ผู้เรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของสารทีละสถานะเริ่มต้นจากสถานะของแข็ง ตามใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่องสมบัติของของแข็ง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. เมื่อทุกกลุ่มทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูขออาสาสมัคร 1 กลุ่ม รายงานผลให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ทราบเพื่อนกลุ่มที่เหลือร่วมกันอภิปรายว่าผลการทดลองของกลุ่มตัวเองว่าเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนอย่างไร ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ของแข็งมีมวล มีรูปร่างและปริมาตรคงที่ต้องการที่อยู่

2. ครูอธิบายเพิ่มเติมในคำถามที่นักเรียนสงสัย

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

1. ให้นักเรียนดูวีดีโอ นิทานเรื่อง ยูเรก้า แล้วร่วมกันอภิปรายว่าในนิทานมีการนำสมบัติของของแข็งไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจได้คำตอบดังนี้

- วัตถุต่างชนิดกันปริมาตรเท่ากันจะมีความหนาแน่นต่างกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบชนิดของวัสดุได้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนสรุปสมบัติของของแข็งได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร

2. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าจะต้องปฏิบัติกิจกรรมอย่างไร เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง เช่น ระบุว่าต้องรอให้น้ำจากถ้วยยูเรก้าไหลจนหมดก่อน ต้องเช็ดก้อนหินให้แห้ง เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง สมบัติของของแข็ง

สมาชิกในกลุ่ม

1. .....2.....

3. .....4.....

5. .....

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม ได้แก่ อ่านวิธีการทดลอง ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตรวจคำตอบและตรวจสอบผลที่ได้จากการทดลองสรุปผล รายงานผล

2. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ช่วยกันตอบคำถาม

คำถามก่อนทำกิจกรรม : ของแข็งมีสมบัติอย่างไร

อุปกรณ์ 1. เครื่องชั่งมวล 2. ถ้วยยูเรก้า 3. บีกเกอร์ 4. กระบอกตวง 5. ก้อนหิน

วิธีการศึกษา

1. ชั่งมวลก้อนหิน บันทึกผล
2. เติมน้ำลงในถ้วยยูเรก้าให้เต็ม พร้อมกับนำบีกเกอร์มารองรับน้ำที่ล้น รอจนไม่มีน้ำออกมาอีกรินน้ำออกจากบีกเกอร์ และเช็ดบีกเกอร์ให้แห้งแล้วนำมารองรับน้ำที่ล้นอีกครั้ง
3. ค่อยๆ หย่อนหินที่ที่ผูกเส้นด้วยไว้ลงในถ้วยยูเรก้าจนมิดน้ำทั้งก้อน และรอจนไม่มีน้ำล้นออกมา
4. วัดปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมาจากถ้วยยูเรก้า โดยใช้กระบอกตวง
5. เช็ดก้อนหินและบีกเกอร์ที่รองรับน้ำให้แห้งแล้วทำการทดลองข้อ 1-4 ซ้ำ

ผลการทดลอง

ชั่งมวลก้อนหินได้ =.....กรัม

วัดปริมาตรของน้ำที่ล้นจากถ้วยยูเรก้าครั้งที่ 1 = ...ลูกบาศก์เซนติเมตร

วัดปริมาตรของน้ำที่ล้นจากถ้วยยูเรก้าครั้งที่ 2 = ...ลูกบาศก์เซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดลองให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ก้อนหินมีมวลเท่าใด

.....

.....

.....

.....

2. เพราะเหตุใดเมื่อหย่อนก้อนหินลงในถ้วยยูเรก้าน้ำจึงล้นออกมา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. น้ำที่ล้นออกมีความสัมพันธ์กับก้อนหินอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. วัดปริมาตรของก้อนหินครั้งที่ ได้เท่ากันหรือไม่ถ้าไม่เท่านักเรียนคิดว่าเป็น 2และครั้งที่ 1 เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ในการทดลองนี้รูปร่างของก้อนหินเปลี่ยนแปลงหรือไม่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. สามารถสรุปผลการทดลองเกี่ยวกับสมบัติของของแข็งได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ชั่วโมงที่ 2</u> สมบัติของของเหลว (Think – Pair – Share)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ให้นักเรียนดูวีดีโอ เรื่อง การรักษาระดับผิวหน้าของเหลว ให้นักเรียนแต่ละคนทำนายว่าน้ำจะมีลักษณะเป็นอย่างไร ทุกคนเขียนคำตอบของตนเองลงใน พร้อมเหตุผล

2. ให้นักเรียน 2 คนจับคู่กันอภิปรายว่าเป็นเพราะสาเหตุใด จากนั้นจึงร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม 4 คนตัวแทนกลุ่มนำเสนอให้เพื่อนทั้งชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า น้ำสามารถรักษาระดับผิวหน้าให้เท่ากันเสมอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ครูถามนักเรียนว่า นักเรียนคิดว่านอกจากนั้นแล้วน้ำจะมีสมบัติใดอีกบ้าง ให้นักเรียนศึกษาจากใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องสมบัติของของเหลว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แบบคละความสามารถให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่มทำการทดลองเรื่อง สมบัติของของเหลว ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงวิธีทำการทดลอง ซักถามข้อสงสัยก่อนทำการทดลอง

2. ให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติของของเหลวตามใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องสมบัติของของเหลว

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้วขออาสาสมัครในการนำเสนอผลการทดลองให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายว่าได้ผลเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนอย่างไร ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า ของเหลว มีมวล ต้องการที่อยู่ มีปริมาตรคงที่ ส่วนรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ

2. ครูซักถามปัญหาเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนยังไม่มีการอภิปราย เช่น สมบัติการเป็นของไหล

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

1. ครูนำการอภิปรายการที่ของเหลวมีสมบัติต่าง ๆ นี้นักเรียนสามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง ซึ่งอาจได้คำตอบดังนี้

- นำความรู้เรื่องการรักษาระดับผิวหน้าของน้ำไปใช้ในการทำเครื่องมือในการก่อสร้าง
- นำหลักการเรื่องการไหลของน้ำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 5 **ขั้นประเมิน** (evaluation)

1. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของของเหลวได้ทั้งเรื่องรูปร่างและปริมาตร
2. นักเรียนสามารถอภิปรายได้ว่าเพราะเหตุใดจากการทดลองปริมาตรของของเหลวจึงไม่เท่าเดิม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1.2 เรื่องสมบัติของของเหลว

สมาชิกในกลุ่ม

1. .....2.....
3. .....4.....
5. .....

คำชี้แจง :

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานในกลุ่ม ได้แก่ อ่านวิธีการทดลอง ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตรวจคำตอบและตรวจสอบผลที่ได้จากการทดลองสรุปผล รายงานผล

2. เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ช่วยกันตอบคำถาม

คำถามก่อนทำกิจกรรม : ของเหลวมีสมบัติอย่างไร

อุปกรณ์ 1. เครื่องชั่งมวล 2. กระบอกตวง 3. ขวดรูปทรงต่างกัน 3 ขวด 4. น้ำสี

วิธีทำการทดลอง

1. ชั่งมวลของกระบอกตวงเปล่า บันทึกผล
2. เติมน้ำสีลงในกระบอกตวงจำนวนหนึ่ง แล้วชั่งมวลของกระบอกตวงและน้ำสี บันทึกผล
3. อ่านปริมาตรของน้ำสีจากกระบอกตวง บันทึกผล
4. รินน้ำสีจากกระบอกตวงในลงในขวดใบที่ 1 สังเกตรูปร่างของน้ำสี แล้วรินน้ำสีจากขวดใบที่ 1 ลงในขวดใบที่ 2 สังเกตรูปร่างของน้ำสีทำเช่นนี้จนครบ 3 ขวด บันทึกผล
5. รินน้ำสีจากขวดใบที่ 3 ลงในกระบอกตวงแล้วอ่านปริมาตรของน้ำสีในกระบอกตวงอีกครั้งหนึ่งบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลอง

ชั่งมวลของกระบอกตวงได้ = ... กรัม

ชั่งมวลของกระบอกตวง + น้ำสีได้ = ... กรัม

อ่านปริมาตรของน้ำสีจากกระบอกตวงได้ = ...ลูกบาศก์เซนติเมตร

รินน้ำสีจากขวดใบสุดท้ายลงในกระบอกตวง แล้ววัดปริมาตรได้ = ...ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากการทดลองให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. น้ำสีมีมวลหรือไม่ และมีมวลเท่าใด

.....

.....

.....

.....

2. น้ำมีในกระบอกตวงมีปริมาตรเท่าใด

.....

.....

.....

.....

3. เมื่อรินน้ำสีจากขวดใบสุดท้าย ลงในกระบอกตวง อ่านปริมาตรของน้ำสีจากกระบอกตวงได้เท่าเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. รูปร่างของน้ำสีเมื่ออยู่ในขวดใบที่ 1-3 แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากการทดลองสามารถสรุปสมบัติของของเหลวได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

<u>ชั่วโมงที่ 3</u> สมบัติของแก๊ส (JIGSAW)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ครูชูลูกโป่ง 2 ลูกในมือ ลูกหนึ่งเป่าลม อีกลูกไม่เป่าลม แล้วถามนักเรียนว่า
   - นักเรียนคิดว่าลูกโป่งทั้ง 2 ลูกหนักเท่ากันหรือไม่ (เท่ากัน หรือ ไม่เท่ากัน)
2. ครูยังไม่เฉลยคำตอบให้นักเรียนศึกษาจากการทำกิจกรรม เรื่อง สมบัติของแก๊ส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 4 คนแบบคละความสามารถ เรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้านครู แจกใบกิจกรรมกลุ่มบ้านให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมกับชี้แจงการทำกิจกรรม ดังนี้ สมาชิกในแต่ละกลุ่มทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญคนละ 1 เรื่อง โดยสมาชิกคนที่ 1, 2, 3 และ 4 ของกลุ่มร่วมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ สมาชิกผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมทำการทดลองและตอบคำถาม ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊สมีมวลหรือไม่
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาตรของแก๊สคงที่หรือไม่
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อากาศในถุงพลาสติกหายไปไหน
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง รูปร่างของแก๊สเป็นอย่างไร

2. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องกลับมารวมเป็นกลุ่มบ้านเดิม

3. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มบ้านเข้าใจ

4. สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมการทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง สรุปสมบัติของแก๊ส และนำเสนอผล

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบ้านนำเสนอผลการอภิปราย ซึ่งควรได้ข้อสรุปในแต่ละตอนดังนี้

- ใบกิจกรรมที่ 1 สรุปได้ว่าอากาศมีมวล
- ใบกิจกรรมที่ 2 สรุปได้ว่า อากาศมีประมาตรไม่คงที่ ฟุ้งกระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ
- ใบกิจกรรมที่ 3 สรุปได้ว่า อากาศต้องการที่อยู่
- ใบกิจกรรมที่ 4 สรุปได้ว่า อากาศมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะบรรจุ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ให้นักเรียนกลุ่มบ้านร่วมกันสรุปสมบัติของอากาศซึ่งมีสถานะเป็นแก๊สในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง สรุปสมบัติของแก๊ส ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่า แก๊สมีมวล มีปริมาตรไม่คงที่ รูปร่างจะเปลี่ยนไปตามภาชนะบรรจุ และฟุ้งกระจายทั่วภาชนะบรรจุเสมอ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบว่า เพราะเหตุใดสารสถานะของเหลวและแก๊ส จึงไม่สามารถรักษารูปร่างได้เหมือนของแข็ง

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนอธิบายสมบัติของแก๊สได้ทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร
2. นักเรียนเปรียบเทียบสมบัติของสารทั้ง 3 สถานะ ของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมกลุ่มบ้าน

สมาชิกในกลุ่ม

1. .....2.....

3. .....4.....

5. .....

คำถามก่อนทำกิจกรรม : แก๊สมีสมบัติอย่างไร

คำชี้แจง

1. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มๆละ 4 คน สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญคนละ 1 เรื่อง โดยสมาชิกคนที่ 1,2,3 และ 4 ของทุกกลุ่มรวมเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ สมาชิกผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมทำการทดลองและตอบคำถาม ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แก๊สมีมวลหรือไม่
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ปริมาตรของแก๊สคงที่หรือไม่
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง อากาศในถุงพลาสติกหายไปไหน
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง รูปร่างของแก๊สเป็นอย่างไร

2. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องกลับมารวมเป็นกลุ่มบ้านเดิม

3. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มบ้านเข้าใจ

4. สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมการทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง สรุปสมบัติของแก๊ส และนำเสนอผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง แก๊สมีมวลหรือไม่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติของแก๊ส

อุปกรณ์ 1. เครื่องชั่งมวล 2.ลูกโป่ง 3. ยาง

วิธีการศึกษา

1. ชั่งมวลลูกโป่งกับยาง บันทึกผล
2. เป่าลูกโป่งให้พอง แล้วใช้ยางรัดให้แน่น
3. ชั่งมวลของลูกโป่งที่เป่าแล้วในข้อ 2 อ่านค่ามวลของลูกโป่ง บันทึกผล

ผลการทดลอง

มวลของลูกโป่ง = ... กรัม

มวลของลูกโป่ง + อากาศ = ... กรัม

มวลของอากาศในลูกโป่ง = ... กรัม

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง ปริมาตรของแก๊สคงที่หรือไม่

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติของแก๊ส

อุปกรณ์ หลอดฉีดยา

วิธีการศึกษา

1. ดึงก้านหลอดฉีดยาขึ้นมาประมาณกึ่งกลางกลางหลอด แล้วใช้นิ้วอุดที่ปลายหลอดฉีดยา
2. กดก้านหลอดฉีดยาไปจนสุดแรงสักครู่ โดยไม่ต้องปล่อยมือที่ปลายหลอด สังเกตการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของอากาศในหลอดฉีดยา บันทึกผล
3. ปล่อยมือที่ก้านหลอดฉีดยา สังเกตการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของอากาศในหลอดฉีดยาอีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล

คำถามหลังทำกิจกรรม

ขณะกดก้านหลอดฉีดยา และเมื่อปล่อยมือที่กดก้านหลอดฉีดยา ปริมาตรของอากาศในหลอดฉีดยามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

……

……

……

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

……

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง อากาศในถุงพลาสติกหายไปไหน

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติของแก๊ส

อุปกรณ์ 1. แก้ว 2. อ่าง 3. ถุงพลาสติก 4. ยาง 5. หลอดพลาสติก

วิธีการศึกษา

1. เทน้ำใส่แก้วน้ำจนเต็มแล้วคว่ำในอ่างน้ำ
2. เป่าถุงพลาสติกให้พอง ใส่หลอดดูดแล้วมัดปากถุงให้แน่น
3. สอดปลายหลอดดูดเข้าไปในแก้วน้ำที่คว่ำอยู่ แล้วบีบถุงพลาสติก สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

คำถามหลังทำกิจกรรม

อากาศในถุงพลาสติกหายไปไหน

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง รูปร่างของแก๊สเป็นอย่างไร

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาสมบัติของแก๊ส

อุปกรณ์ 1. หลอดพลาสติก 2. ถุงมือยาง 3. ลูกโป่ง 4. ยาง

วิธีการศึกษา

1. เสียบปลายหลอดพลาสติกแข็งข้างหนึ่งเข้ากับปลายถุงมือยางแล้วใช้ยางรัดให้แน่น
2. เป่าลูกโป่งให้พอง แล้วบีบปากลูกโป่งให้แน่น
3. เสียบปลายอีกด้านหนึ่งของหลอดพลาสติกแข็งเข้าในลูกโป่ง ผูกปากลูกโป่งให้แน่นแล้วปล่อยมือ สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อต่อหลอดพลาสติกแข็งที่ถุงมือยางผูกติดเข้ากับลูกโป่ง มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างไร

   ……

   ……

   ……

2. รูปร่างของอากาศเมื่อยู่ในลูกโป่งแตกต่างกับเมื่อยู่ในถุงมือยางหรือไม่ อย่างไร

   ……

   ……

   ……

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง สรุปสมบัติของแก๊ส

คำชี้แจง

1. ผู้เชี่ยวชาญถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนกลุ่มบ้านฟัง
2. สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมกันสรุปสมบัติของแก๊ส และนำเสนอผล

สรุปสมบัติของแก๊สได้ว่าอย่างไร

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD)

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง อนุภาคของสาร เวลา 2 ชั่วโมง

****

1. มาตราฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (ว 3.1 ป 6/1)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สังเกตและอธิบายความหมายของอนุภาคของสารได้
2. อธิบายและเขียนแบบจำลองเพื่อแสดงการจัดเรียงตัวของสารในสถานะต่าง ๆ ได้ เกิดทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล
3. สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

4. แนวคิดหลัก

ารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สอนุภาคของสารในสถานะของแข็งอยู่ชิดติดกันมากกว่าในสถานะของเหลวและแก๊ส จึงทำให้สารในสถานะของแข็งมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารมากว่าสารในสถานะของเหลวและแก๊ส ซึ่งมีผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสารแต่ละสถานะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ครูถามนักเรียนว่านักเรียนรู้จักคำว่าอนุภาคของเกลือ น้ำและออกซิเจนหรือไม่ คิดว่าอนุภาคของสารเป็นอย่างไร ให้นักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของตนเองใส่กระดาษ เมื่อนักเรียนแต่ละคนเขียนคำตอบของตนเองเสร็จแล้วให้นักเรียน 2 คนจับคู่กันอภิปรายร่วมกับของเพื่อน จากนั้นให้นักเรียน 2 คู่ ร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปของกลุ่ม ครูให้นักเรียนนำเสนอความเข้าใจของแต่ละกลุ่ม

2. แจกแท่งชอล์กให้นักเรียนพิจารณา แล้วถามนักเรียนว่า

- จะทำอย่างไรให้แท่งชอล์กมีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ (บดให้ละเอียด)
- คิดว่าชอล์กที่เรามองเห็นเล็กที่สุดแล้วหรือไม่ (ไม่) ถ้าจะดูชอล์กให้ละเอียดมากขึ้นจะมีวิธีการอย่างไร (ใช้แว่นขยายส่อง)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. ให้นักเรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1 ทำให้ผงชอล์กเล็กที่สุดได้อย่างไร ครูแนะนำให้นักเรียนอ่านวิธีทำการทดลองอย่างละเอียด และซักถามข้อสงสัยก่อนทำการทดลอง

2. เมื่อทุกกลุ่มทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลจนได้ข้อสรุปของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายให้ได้ข้อสรุป โดยใช้คำถามดังนี้

- ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ที่ทันสมัยในการแบ่งสารให้มีขนาดเล็กที่สุด แต่ยังคงมีสมบัติของสารเหมือนเดิม นักเรียนคิดว่าจะแบ่งสารได้เล็กขนาดไหน (เล็กจนไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า)
- นักเรียนจะเรียกสิ่งที่เล็กที่สุดที่เปล่ามองไม่เห็น ที่ยังคงสมบัติเหมือนเดิมได้อย่างไร (อะตอม, โมเลกุล, อนุภาค)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนว่า สิ่งที่เล็กที่สุดของสาร และยังคงมีสมบัติเดิมของสาร เรียกว่าอนุภาค (หรืออาจให้ความรู้เพิ่มเติมว่าอาจเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่าอะตอมหรือโมเลกุล)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

ให้นักเรียนสืบค้นความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับอะตอมและโมเลกุล

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าอนุภาคคือ ส่วนที่เล็กที่สุดของสารไม่สามารถแบ่งแยกได้อีก

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ครูเตรียม ก้อนหิน น้ำ และลูกโป่งที่เป่าลม มาให้ผู้เรียนสังเกตแล้วถามผู้เรียน โดยใช้คำถาม ดังนี้

- มีสารสถานะใดบ้าง (ก้อนหินมีสถานะเป็นของแข็ง, น้ำเป็นของเหลว, อากาศในลูกโป่งเป็นแก๊ส)
- เพราะเหตุใดรูปร่างของของเหลวและแก๊สจึงเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามภาชนะ แต่ของแข็งไม่สามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ตามภาชนะ (ผู้เรียนตอบอิสระ ครูยังไม่เฉลยคำตอบ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม (เพศเดียวกัน) กลุ่มละ 3-5 คน ศึกษาและทำกิจกรรมสถานการณ์จำลอง เรื่อง การจัดเรียงตัวของอนุภาคของสาร

2. นักเรียนแต่ละคนเปรียบเทียบแต่ละสถานการณ์กับสถานะของสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. หลังจากทำกิจกรรม เรื่อง อนุภาคของสารแล้ว ครูใช้วิธีการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และหาคำตอบปัญหา โดยมีวิธีการทำกิจกรรม ดังนี้

1) ครูแจกคำถามให้นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันคิด ช่วยกันทำ
2) นักเรียนแต่ละคนระดมความคิดและตอบคำถามที่ได้รับ
3) ตัวแทนกลุ่มรับใบเฉลยจากครู ร่วมกันตรวจสอบคำตอบ และช่วยกันอภิปรายสรุปคำตอบที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันให้ตรงกัน เพื่อเตรียมอธิบายให้กลุ่มอื่น ๆ ฟัง
4) นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น ๆ จนตอบคำถามทุกข้อได้ถูกต้อง
5) ครูทดสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล
6) ครูแจ้งคะแนนเป็นรายบุคคลให้นักเรียนทราบซึ่งจะได้เท่ากับคะแนนเฉลี่ยของทุกคนในกลุ่ม
7) ครูให้รางวัลพิเศษกับนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้
8) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบที่สงสัย เพื่อให้ได้สรุปที่ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

ให้นักเรียนอภิปรายเชื่อมโยงว่าลักษณะการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารมีผลต่อสมบัติของสารอย่างไร

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการใช้สถานการณ์จำลองว่ามีจุดเด่น จุดด้อยอย่างไร ซึ่งมีแนวตอบดังนี้

จุดเด่น

- ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเกี่ยวกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสารได้ดี
- สามารถเข้าใจการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ
- ทราบสาเหตุว่าเพราะเหตุใดของแข็งจึงไม่สามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามภาชนะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุดด้อย

- อนุภาคของสารชนิดเดียวกันต้องมีขนาดเท่ากัน แต่สถานการณ์จำลองใช้คนเป็นตัวแทนอนุภาค ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน
- อนุภาคไม่ได้ยึดเหนี่ยวกันเหมือนสถานการณ์จำลอง และแรงยึดเหนี่ยวไม่สามารถมองเห็นได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1 : ทำให้ผงชอล์กเล็กที่สุดได้อย่างไร

ชื่อ.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของอนุภาคของสาร

อุปกรณ์ 1. แท่งชอล์ก 2. โกร่งบดสาร 3. กระจกสไลด์ 4. แว่นขยาย

วิธีการศึกษา

1. บดผงชอล์กให้เล็กที่สุดแล้วนำมาใส่ลงในแผ่นกระจกสไลด์ สังเกตด้วยตาเปล่า แล้ววาดภาพผงชอล์ที่สังเกตเห็น
2. นำสไลด์ผงชอล์กมาส่องด้วยแว่นขยาย บันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น

ผลการศึกษาสังเกตผงชอล์ก

สังเกตด้วยตาเปล่า **สังเกตด้วยแว่นขยาย**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดลองให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ผงที่เห็นคืออะไรและมีจำนวนเท่าใด

   .....

   .....

2. ผงที่เห็นมีสมบัติเหมือนแท่งชอล์กหรือไม่

   .....

   .....

3. สามารถแบ่งผงชอล์กให้เล็กลงแต่ยังคงแสดงสมบัติเหมือนเดิมได้หรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

สามารถสรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2: อนุภาคของสารจัดเรียงตัวอย่างไร

ชื่อ.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสาร

อุปกรณ์ 1. ตัวนักเรียน 2. แบบจำลองการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสาร

วิธีการศึกษา

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม (เพศเดียวกัน) กลุ่มละ 3-5 คน จำลองสถานการณ์โดยสมมติให้นักเรียนเป็นอนุภาคของสาร แล้วปฏิบัติดังนี้

   1) กอดกันให้แน่นที่สุด 2) จับมือกันหลวมๆ 3) อยู่กันอย่างอิสระโดยไม่ต้องจับมือ ระหว่างปฏิบัติกิจกรรมให้พยายามเคลื่อนที่ไปมา สังเกตผลที่เกิดขึ้น

2. ศึกษาแบบจำลองการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ แล้วตอบคำถาม

จากสถานการณ์จำลองเรื่องการจัดเรียงตัวของอนุภาค ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้โยงเส้นเพื่อจับคู่เปรียบเทียบสถานการณ์จำลอง กับสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ให้สัมพันธ์กัน

สถานการณ์ที่ 1	ของเหลว
สถานการณ์ที่ 2	แก๊ส
สถานการณ์ที่ 3	ของแข็ง

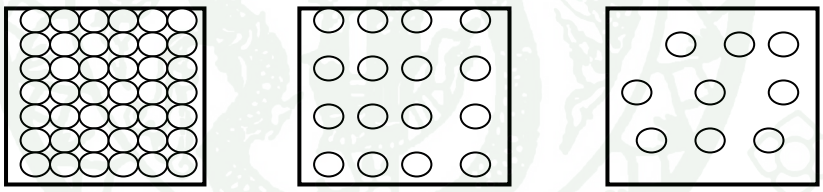
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถามเรื่องอนุภาคของสาร

ข้อที่	คำถาม
1	ให้เรียงลำดับระยะห่างระหว่างอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ....
2	ให้เรียงลำดับแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ....
3	ให้เรียงลำดับความสามารถในการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ....
4	ให้วาดภาพการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะต่าง ๆ
5	ระยะห่างระหว่างอนุภาค แรงยึดเหนี่ยว และความสามารถในการเคลื่อนที่ของสารมีผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสารอย่างไร ....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำตอบเรื่องอนุภาคของสาร

ข้อที่	คำตอบ
1	ให้เรียงลำดับระยะห่างระหว่างอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส *เรียงจากมากไปหาน้อย แก๊ส > ของเหลว> ของแข็ง - เรียงจากน้อยไปหามาก* *ของแข็ง < ของเหลว< แก๊ส*
2	ให้เรียงลำดับแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส *เรียงจากมากไปหาน้อย ของแข็ง > ของเหลว >แก๊ส - เรียงจากน้อยไปหามาก* *แก๊ส < ของเหลว < ของแข็ง*
3	ให้เรียงลำดับความสามารถในการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส *เรียงจากมากไปหาน้อย แก๊ส > ของเหลว ของแข็ง < -เรียงจากน้อยไปหามาก* *ของแข็ง < ของเหลว แก๊ส >*
4	ให้วาดภาพการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในสถานะต่างๆ 
5	ระยะห่างระหว่างอนุภาค แรงยึดเหนี่ยว และความสามารถในการเคลื่อนที่ของสารมีผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสารอย่างไร *ของแข็ง มีอนุภาคอยู่ชิดกันมากเรียงเป็นระเบียบ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากกว่าของเหลวและแก๊ส และมีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้น้อย ทำให้สามารถรักษารูปร่างและปริมาตรได้* *ของเหลว มีช่องว่างระหว่างอนุภาคเล็กน้อย มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยกว่าของแข็ง และมีการเคลื่อนที่ได้มากกว่าของแข็ง ทำให้รูปร่างของเหลวเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุและมีปริมาตรคงที่* *แก๊ส อนุภาคของสารอยู่ห่างกันมาก มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อย สามารถฟุ้งกระจายได้ตามภาชนะบรรจุ ทำให้รูปร่างและปริมาตรเปลี่ยนไปตามภาชนะบรรจุ*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (STAD)

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร เวลา 2 ชั่วโมง

****

1. มาตราฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.1เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊ส (ว 3.1 ป 6/2)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุสถานะของสารได้
2. ทดลองและอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสารโดยเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ
3. นักเรียนมีทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็น การจำแนกประเภท การวัด การคำนวน การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป
4. สืบค้นผลการเปลี่ยนสถานะของสารที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. แนวคิดหลัก

1. ในธรรมชาติสารจะปรากฏอยู่ในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของสารจนถึงระดับหนึ่งทำให้สารเปลี่ยนสถานะ ทำให้รูปร่างและสมบัติของสารเปลี่ยนแปลงไปแต่สามารถทำให้กลับสู่สถานะเดิมได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า **การหลอมเหลว** การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็งเรียกว่า **การแข็งตัว** การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊ส โดยเกิดขึ้นเฉพาะตรงผิวหน้าของของเหลวเรียกว่า **การระเหย** แต่ถ้าการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊สแต่เกิดจากทุกส่วนของของเหลวเรียกว่า **การเดือด** การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊สโดยไม่ผ่านสถานะของเหลวเรียกว่า **การระเหิด** และการที่สารเปลี่ยนสถานะจากแก๊สไปเป็นของเหลวเมื่อลดอุณหภูมิเรียกว่า **การควบแน่น**

5. กิจกรรมการเรียนรู้

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ให้นักเรียนจับก้อนน้ำแข็งไว้ในมือคนละก้อน แล้วใช้คำถามนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนรู้สึกอย่างไร (เย็น)
- น้ำแข็งในมือของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (น้ำแข็งเกิดการละลาย, น้ำแข็งเกิดการหลอมเหลว)

2. ครูให้แนวคิดที่ถูกต้องกับนักเรียนว่า การที่ของแข็งกลายเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลวและให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงแนวคิดในการหลอมเหลวโดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- น้ำแข็งมีสถานะอะไร (ของแข็ง)
- หลังจากถือก้อนน้ำแข็งไว้ซักครู่น้ำแข็งมีสถานะเป็นอย่างไร (ของเหลว)
- การหลอมเหลว หมายถึงอะไร (การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งเป็นของเหลว)
- นอกจากกระบวนหลอมเหลวแล้วน้ำมีการเปลี่ยนสถานะได้อย่างไรอีกบ้าง (การเดือด การระเหย การแข็งตัว การควบแน่น การระเหิด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. แบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม โดยคละความสามารถ โดยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม

2. ให้แต่ละกลุ่มวางแผนการทดลองเพื่อศึกษากระบวนการเปลี่ยนสถานะของสาร โดยศึกษาจากใบกิจกรรมเรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร ครูผู้สอนแนะนำนักเรียนเกี่ยวกับความปลอดภัยของการทดลองว่านักเรียนควรใช้น้ำแข็งก้อนเล็กประมาณเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร เพราะถ้าใช้ก้อนใหญ่เกินไปเมื่อน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สจะมีแรงดันมากเกินไปอาจทำให้ขวดรูปชมพู่แตกและเกิดอันตรายได้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลลงในใบกิจกรรม

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. หลังจากทำกิจกรรม เรื่อง อนุภาคของสารแล้ว ครูใช้วิธีการสร้างผลสัมฤทธิ์ของทีม ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และหาคำตอบปัญหา โดยมีวิธีการทำกิจกรรม ดังนี้

1) ครูแจกคำถามให้นักเรียนทุกกลุ่มช่วยกันคิด ช่วยกันทำนักเรียนแต่ละคนระดมความคิดและตอบคำถามที่ได้รับ

2) ตัวแทนกลุ่มรับใบเฉลยจากครูร่วมกันตรวจสอบคำตอบและช่วยกันอภิปรายสรุปคำตอบที่มีความคิดเห็นไม่ตรงกันให้ตรงกัน เพื่อเตรียมอธิบายให้กลุ่มอื่น ๆ ฟัง

3) นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับกลุ่มอื่น ๆ จนตอบคำถามทุกข้อได้ถูกต้อง

4) ครูทดสอบความรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

5) ครูแจ้งคะแนนเป็นรายบุคคลให้นักเรียนทราบซึ่งจะได้เท่ากับคะแนนเฉลี่ยของทุกคนในกลุ่ม

6) ครูให้รางวัลพิเศษกับนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดและคะแนนเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้

7) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายคำตอบที่สงสัย เพื่อให้ได้สรุปที่ถูกต้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

1. ผู้สอนนำการอภิปรายเพิ่มเติมว่าโดยตั้งคำถามว่า

- นักเรียนคิดว่าสารที่อยู่ในขวดรูปชมพู่ยังเป็นสารเดิมหรือไม่เพราะเหตุใด (เป็นสารเดิมเพราะความร้อนทำให้น้ำแข็งเกิดการเปลี่ยนสถานะเท่านั้น น้ำแข็ง น้ำ และไอน้ำยังเป็นสารเดิมแสดงสมบัติเหมือนเดิม)

2. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมว่าการที่สารเกิดการเปลี่ยนสถานะที่เกิดขึ้นในระบบปิด มวลของสารก่อนและหลังการเปลี่ยนสถานะจะเท่าเดิม และการที่สารเปลี่ยนสถานะยังคงเป็นสารเดิมเพราะยังแสดงสมบัติเหมือนเดิม เรียกการเปลี่ยนแปลงแบบว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

3. ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างการเปลี่ยนสถานะของสารที่พบในชีวิตประจำวัน (การเกิดเมฆ การเกิดฝน การเกิดลูกเห็บ การหล่อเทียน การตากผ้า การหลอมเหลวของไอศกรีม)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนสามารถอธิภายปรากฏการณ์การเปลี่ยนสถานะของสารได้ทั้งในเรื่องการเรียกชื่อปรากฏการณ์ การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

2. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการเปลี่ยนสถานะของสารไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1

การทดลอง การเปลี่ยนสถานะของสาร

คำถามก่อนทำกิจกรรม : สารเปลี่ยนสถานะได้อย่างไรบ้าง

อุปกรณ์ 1. ขวดรูปชมพู่ 2. ถุงพลาสติก 3. ยาง 4. เครื่องชั่งมวล 5. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการทดลอง

1. ใส่น้ำแข็งก้อนเล็กๆ ขนาดเท่าประมาณเท่าเม็ดถั่วลิสงลงในขวดรูปชมพู่ ครอบปากขวดด้วย ถุงพลาสติกแล้วรัดยางให้แน่น นำไปชั่งมวลบันทึกผล

2. ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล เช็ดภายนอกขวดให้แห้งแล้วนำไปชั่งมวล อีกครั้งบันทึกผล

3. นำขวดรูปชมพู่ไปตั้งไฟประมาณ 5 นาที แล้วตั้งไว้ให้เย็น สังเกตการเปลี่ยนแปลงแล้วบันทึกผล

4. นำไปชั่งมวลอีกครั้งหนึ่ง บันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผล

การทดลอง	สิ่งที่สังเกตได้	สถานะของสารในขวดรูปชมพู	มวล (กรัม)
น้ำแข็งในขวดรูปชมพู			
น้ำแข็งในขวดรูปชมพู่หลังตั้งทิ้งไว้ 5 นาที			
น้ำแข็งในขวดรูปชมพูหลังตั้งไฟ 5 นาที			

สรุปผลการทดลอง

……
……
……
……
……
……
……..

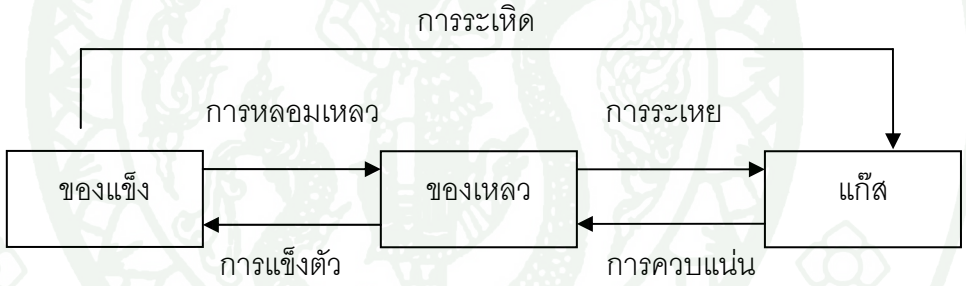
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำถาม เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร

ข้อที่	คำถาม
1	น้ำแข็งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างนับตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง
2.	มวลของน้ำแข็งที่ชั่งได้ทั้ง 3 ครั้งเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
3.	น้ำแข็งมีการเปลี่ยนสถานะได้อย่างไรบ้าง ให้เขียนแสดงเป็นแผนภาพ
4.	ถ้าจะทำให้ไอน้ำกลับมาเป็นน้ำแข็งจะทำได้อย่างไร
5	ปัจจัยที่ทำน้ำแข็งเกิดการเปลี่ยนแปลงคืออะไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำตอบ เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร

ข้อที่	คำถาม
1	น้ำแข็งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้างนับตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง *น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวและเปลี่ยนเป็นแก๊สในเวลาต่อมา*
2.	มวลของน้ำแข็งที่ชั่งได้ทั้ง 3 ครั้งเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด *เท่ากัน เพราะการเปลี่ยนสถานะจากน้ำแข็งเป็นน้ำและไอน้ำ เกิดขึ้นในขวดรูปชมพู่ที่ปิดฝาขวดไว้จนแน่น ไอน้ำระเหยออกไปจากขวดไม่ได้ ดังนี้มวลของน้ำแข็งก่อนและหลังการเปลี่ยนสถานะจึงเท่าเดิม*
3.	น้ำแข็งมีการเปลี่ยนสถานะได้อย่างไรบ้าง ให้เขียนแสดงเป็นแผนภาพ 
4.	ถ้าจะทำให้ไอน้ำกลับมาเป็นน้ำแข็งจะทำได้อย่างไร *ทำได้โดยการนำขวดรูปชมพู่ที่มีไอน้ำที่ควบแน่นเป็นน้ำไปแช่ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นจะทำให้ได้น้ำแข็งกลับคืนมา เพราะเมื่ออุณหภูมิลดลงมาก ๆ น้ำจะกลับเป็นน้ำแข็งในที่สุด*
5	ปัจจัยที่ทำน้ำแข็งเกิดการเปลี่ยนแปลงคืออะไร *พลังงานความร้อนที่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลง*

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (JIGSAW)

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การละลาย เวลา 2 ชั่วโมง

****

1. มาตราฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว .32 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

ทดลองและอธิบายสมบัติของสารเมื่อเกิดการละลายและการเปลี่ยนสถานะ ว 3.2 ป 6/1

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายการละลายของสาร
2. มีทักษการสังเกต การพยากรณ์ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การตั้งสมมติฐานการทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป จากการทำกิจกรรม
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

4. แนวคิดหลัก

การละลาย คือ กระบวนการเกิดสารละลาย ซึ่งเกิดจากสารชนิดหนึ่งกระจายอยู่ในสารอีกชนิดหนึ่งอย่างสม่ำเสมอ และมองเห็นเหมือนกันทุกส่วนเป็นสารเนื้อเดียวกัน และทุกส่วนมีสมบัติเหมือนกัน เรียกสารผสมนี้ว่า สารละลาย แต่ถ้ากระจายอยู่อย่างไม่สม่ำเสมอ ทุกส่วนของสารมีสมบัติไม่เหมือนกันโดยยังมองเห็นเป็นสารเดิมอยู่ เรียกสารผสมนี้ว่า สารเนื้อผสม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. แนวคิดที่คลาดเคลื่อน

นักเรียนส่วนหนึ่งใช้คำว่า “หลอมเหลว” ในการอธิบายเรื่องการละลาย ส่วนหนึ่งใช้คำว่า “ละลาย” ในการอธิบายเรื่องการหลอมเหลว หรือส่วนหนึ่งใช้ 2 คำในความหมายเดียวกัน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ให้ผู้เรียนสังเกตแก้ว 5 ใบซึ่งแต่ละใบบรรจุสารต่างชนิดกัน ได้แก่ เกลือป่น น้ำตาลทราย ดิน ทราย พิมเสน และบีกเกอร์ใส่น้ำ ให้ผู้เรียนคาดคะเนคำตอบโดยครูใช้คำถาม ดังนี้

- ถ้าดูจากอุปกรณ์แล้วนักเรียนคิดว่าวันนี้เราจะทำการทดลองเรื่องอะไร (น่าจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการละลายของสาร)
- นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้หรือไม่ อย่างไร (ทำได้โดยการนำสารแต่ละชนิดไปละลายน้ำเพื่อดูว่าเกิดการละลายหรือไม่)
- ให้ผู้เรียนทำนายว่าเมื่อเทน้ำใส่ลงในไปสารแต่ละชนิดจะเกิดอะไรขึ้น (นักเรียนอาจจะตอบว่าเกลือป่นและน้ำตาบทรายน่าจะละลายน้ำ ส่วนดินและทรายไม่ละลายน้ำ)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. ให้ผู้เรียนทำการทดลองตามใบกิจกรรม สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสารแต่ละชนิดว่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง แล้วบันทึกผลการสังเกตลงในใบกิจกรรม

2. ให้นักเรียนนำเสนอผลการทดลองให้เพื่อกลุ่มอื่นๆ ดูว่าเหมือนหรือแตกต่างจากเพื่อนอย่างไร รวมกันอภิปรายโดยครูใช้คำถามดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- สารทั้ง 5 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง เหมือนหรือต่างจากที่คาดคะเนไว้หรือไม่อย่างไร

- เกลือป่นและน้ำตาลหายไปไหน (เกลือป่นและน้ำตาลไม่ได้หายไปไหนแต่แตกตัวเป็นส่วนเล็กจนไม่สามารถมองเห็นได้รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ)

- การที่เกลือป่นและน้ำตาลรวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำเรียกว่าอะไร (เกลือป่นและน้ำตาลละลายน้ำ)

- ดิน และทรายมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรหลังจากรินน้ำใส่ (ดินและทรายตกตะกอนอยู่ที่ก้นภาชนะ)

- พิมเสน มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรหลังจากรินน้ำใส่ (พิมเสนตกตะกอนอยู่ที่ต้นภาชนะ)

- การที่ดิน ทราย พิมเสน ไม่รวมกันเป็นเนื้อเดียวกันเรียกว่าอะไร (ดิน ทราย และพิมเสน ไม่ละลายน้ำ)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

ครูผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมว่า การที่สารรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกับน้ำจนไม่สามารถมองเห็นสารนั้นได้ เรียกว่า การละลาย เมื่อสารเกิดการละลายแล้วจะมีสมบัติของสารเหมือนเดิมสามารถแยกสารกลับคืนมาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

ครูถามนักเรียนว่านักเรียนคิดว่ามีปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สารเกิดการละลายเร็วหรือช้า (อุณหภูมิ, การคน, ปริมาณของตัวทำละลายและตัวถูกละลาย ครูเขียนคำตอบของนักเรียนบนกระดาน)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนนักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการละลายของสารได้
2. นักเรียนอธิบายว่าจะแยกสารละลายแต่ละชนิดกลับคืนมาได้อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ให้นักเรียนนำบีกเกอร์ 2 ใบใส่น้ำไปในปริมาณเท่ากัน จากนั้นเติมน้ำตาลลงไปในปริมาณเท่าๆ กัน

2. ครูถามนักเรียนว่า ถ้าให้นักเรียนคนบีกเกอร์ใบที่ 1 นักเรียนคิดว่าบีกเกอร์ใดจะระลายเร็วกว่ากัน (บีกเกอร์ใบที่ 1)

3. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อการละลาย ครูเขียนคำตอบของนักเรียนบนกระดาน

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คนแบบคละความสามารถ เรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้าน ครูแจกใบกิจกรรมกลุ่มบ้านให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมกับชี้แจงการทำกิจกรรม ดังนี้

1. สมาชิกในแต่ละกลุ่มทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญคนละ 1 เรื่อง โดยสมาชิกคนที่ 1, 2, 3, และ 4 ของกลุ่มรวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

2. สมาชิกผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมทำการทดลองและตอบคำถาม ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การละลายของน้ำตาล ในน้ำร้อนละน้ำธรรมดา

2) ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การละลายของน้ำตาลก้อนกับน้ำตาลก้อนบดละเอียด

3) ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การละลายของน้ำตาลจำนวนไม่เท่ากันในน้ำปริมาตรเท่ากัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การละลายของน้ำตาลจำนวนเท่ากันในน้ำปริมาตรไม่เท่ากัน

3. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องกลับมารวมเป็นกลุ่มบ้านเดิม

4. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนถ่ายทอดความรู้ที่ได้จากการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มบ้านเข้าใจ

5. สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมการทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. กลุ่มบ้านแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการอภิปราย

2. เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า สารจะละลายเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ การคน อุณหภูมิ ขนาดของตัวถูกละลาย ปริมาณของตัวทำละลาย

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างของสารละลายในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสารได้

2. นักเรียนเกิดทักษะการสังเกต การทดลอง การกำหนดและควบคุมตัวแปร การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การละลายของสาร

คำถามก่อนทำกิจกรรม : เมื่อเติมน้ำลงในสารแต่ละชนิดจะเป็นอย่างไร

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
จุดประสงค์ เพื่อศึกษาการละลายของสาร **อุปกรณ์** 1. สารชนิดต่างๆ คือ เกลือป่น น้ำตาล พิมเสน ดิน และทราย 2. บีกเกอร์ 5 ใบ 3. แท่งแก้ว
วิธีการทดลอง 1. ใส่เกลือป่น น้ำตาลทราย พิมเสน ดิน และทราย ลงในบีกเกอร์ บีกเกอร์ละ 2 ช้อนเบอร์ 2. คาดคะเนปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้นเมื่อเติมน้ำลงไปในบีเกอร์ทั้ง 5 ใบ บันทึกผลการคาดคะเน 3. เติมน้ำปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ทุกใบ คนให้ทั่วสังเกตและบันทึกผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางบันทึกผล

	เกลือป่น	**น้ำตาลทราย**	**พิมเสน**	**ดิน**	**ทราย**
คาดคะเน ก่อนเติมน้ำ					
ผลการทดลอง เมื่อเติมน้ำ					
อธิบายเหตุผล					

จากการทดลองจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่อเติมน้ำลงไปในบีเกอร์ทั้ง 5 ใบมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เหมือนที่คาดคะเนไว้หรือไม่อย่างไร

   .....

   .....

2. เกลือป่นและน้ำตาลหายไปไหน เพราะเหตุใด

   .....

   .....

3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของดินเมื่อรินน้ำลงไปได้ว่าอย่างไร

   .....

   .....

4. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของพิมเสนและทรายเมื่อรินน้ำลงไปได้อย่างไร

   .....

   .....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรม : กลุ่มบ้าน เรื่อง ปัจจัยในการละลายของสาร

สมาชิก

1. .....2.....
3. .....4.....
5. .....

คำชี้แจง

1. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญคนละ 1 เรื่องโดยสมาชิกคนที่ 1,2,3 และ 4 ของทุกกลุ่มรวมเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

2. สมาชิกผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมทำการทดลองและตอบคำถาม ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การละลายของน้ำตาลในน้ำร้อนกับน้ำธรรมดา
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การละลายของน้ำตาลก้อนกับน้ำตาลก้อนบดละเอียด
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การละลายของน้ำตาลเท่ากันในน้ำปริมาตรไม่เท่ากัน
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง การละลายของน้ำตาลปริมาณไม่เท่ากันในปริมมาตรน้ำเท่ากัน

3. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องกลับมารวมเป็นกลุ่มบ้านเดิม

4. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนถ่ายทอดความรู้ที่ได้จาการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มบ้านเข้าใจ

5. สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมการทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1

การทดลอง เรื่อง การละลายของน้ำตาลในน้ำร้อนและน้ำธรรมดา

คำถาม น้ำตาลละลายในน้ำร้อนหรือน้ำธรรมดาได้เร็วกว่ากัน

จุดประสงค์ เพื่อทดลองและอธิบายอุณหภูมิที่มีผลต่อการละลาย

สมมติฐาน .....

อุปกรณ์ 1. บีกเกอร์ 2 ใบ 2. แท่งแก้ว 2 อัน 3. น้ำตาล

วิธีทำการทดลอง

1. ใส่น้ำตาลชนิดก้อนลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละ 1 ก้อน
2. เติมน้ำธรรมดาในบีกเกอร์ใบที่หนึ่ง ส่วนอีกใบหนึ่งเติมน้ำร้อนในปริมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ใช้แท่งแก้วคน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การละลายของน้ำตาลก้อนบดละเอียดและน้ำตาลก้อน

คำถาม น้ำตาลก้อนหรือน้ำตาลก้อนบดละเอียดละลายน้ำได้เร็วกว่ากัน

จุดประสงค์ เพื่อทดลองและอธิบายลักษณะของน้ำตาลที่มีผลต่อการละลาย

สมมติฐาน .....

อุปกรณ์ 1. บีกเกอร์ 2. แท่งแก้ว 3. น้ำตาลชนิดก้อน

วิธีทำการทดลอง

1. นำน้ำตาลก้อนมา 2ก้อน ก้อนหนึ่งในในบีกเกอร์ ส่วนอีกก้อนบดให้ละเอียดแล้วใส่ในบีกเกอร์
2. เติมน้ำลงในบีกเกอร์ทั้ง 2 เท่า ๆ กัน
3. ใช้แท่งแก้วคน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง การละลายของน้ำตาลปริมาณเท่ากันในน้ำปริมาตรไม่เท่ากัน

คำถาม น้ำตาลละลายในน้ำปริมาตรมากหรือน้อยได้เร็วกว่ากัน

จุดประสงค์ เพื่อทดลองและอธิบายปริมาตรของน้ำที่มีผลต่อการละลาย

สมมติฐาน .....

อุปกรณ์ 1. บีกเกอร์ 2. แท่งแก้ว 3. น้ำตาล

วิธีทำการทดลอง

1. ใส่น้ำตาลลงในบีกเกอร์ 2 ใบในปริมาณเท่า ๆ กัน
2. เติมน้ำ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และ เติมน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในบีกเกอร์ใบที่ 2
3. ใช้แท่งแก้วคน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง การละลายของน้ำตาลจำนวนไม่เท่ากันในน้ำปริมาตรเท่ากัน

คำถาม น้ำตาลปริมาณมากหรือน้อยละลายในน้ำได้เร็วกว่ากัน

จุดประสงค์ เพื่อทดลองและอธิบายปริมาณของน้ำตาลที่มีผลต่อการละลาย

สมมติฐาน .....

อุปกรณ์ 1. บีกเกอร์ 2 ใบ 2. แท่งแก้ว 3. น้ำตาลทราย

วิธีทำการทดลอง

1. ใส่น้ำตาลลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 จำนวน 1 ช้อน และใส่ในบีกเกอร์ใบที่ 2 จำนวน 2 ช้อน
2. เติมน้ำลงในบีกเกอร์ทั้ง 2 ใบ ใบละ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. ใช้แท่งแก้วคน สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง ปัจจัยในการละลาย

คำชี้แจง :

1. ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายผลการทดลองให้เพื่อนในกลุ่มบ้านฟัง
2. นักเรียนในกลุ่มบ้านร่วมกันสรุปปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของสาร

สารจะละลายเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (JIGSAW)

หน่วยการเรียนรู้ ที่ 3 สารและสมบัติของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี เวลา 2 ชั่วโมง

****

1. มาตราฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว .32 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ตัวชี้วัด

วิเคราะห์และอธิบายการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่และมีสมบัติเปลี่ยนแปลงไป (ว 3.2 ป 6/2)

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนทางเคมี
2. นักเรียนมี การสังเกต การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การทดลอง การตีความหมายและลงข้อสรุป การจากการทำกิจกรรม
3. มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

4. แนวคิดหลัก

การเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้ได้สารใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากเดิม ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีอาจสังเกตได้จาก มีแก๊สเกิดขึ้น หรือสีของสารเปลี่ยนไป หรือมีตะกอน หรือมีกลิ่นเกิดขึ้น บางครั้งมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. แนวคิดที่คลาดเคลื่อน

ลงจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนักเรียนส่วนหนึ่งเข้าในว่าเมื่อสีของสารเปลี่ยนแป
เสมอ

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)

1. ครูให้นักเรียนดูภาพการต้มมาน้ำให้เดือดกลายเป็นไอ ภาพการหลอมเหลวของน้ำแข็ง แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อทบทวนความเข้าใจเรื่องการเปลี่ยนสถานะโดยครูใช้คำถามดังนี้

- การต้มน้ำเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด สามารถทำให้กลับเป็นสารเดิมได้หรือไม่อย่างไร (เป็นการเปลี่ยนสถานะของน้ำซึ่งมีสถานะเป็นของเหลวเป็นไอน้ำซึ่งมาสถานะเป็นแก๊สและไอน้ำสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นของเหลวได้เมื่อกระทบสิ่งที่มีอุณหภูมิต่ำแล้วควบแน่นกับมาเป็นน้ำตามเดิม)
- การหลอมเหลวของน้ำแข็งเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด สามารถทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้หรือไม่ (เป็นการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งซึ่งเป็นของแข็งเป็นน้ำซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว และสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นน้ำแข็งได้โดยการนำไปแช่ในช่องแช่แข็ง)

2. นักเรียนร่วมกันสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงทั้งสองสถานการณ์เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเนื่องจากสารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงยังคงแสดงสมบัติเหมือนเดิมและสามารถทำให้กลับมาเป็นสารเดิมได้

3. ให้นักเรียนสังเกตแผ่นกระดาษที่ครูถืออยู่ในมือแล้วถามนักเรียนว่ากระดาษมีลักษณะเป็นอย่างไร (บาง ๆ มีสีขาวเป็นแผ่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ครูสอนเผากระดาษแล้วถามนักเรียนว่า

- นักเรียนสังเกตเห็นอะไรเกิดขึ้นบ้าง (สังเกตเห็นควันไฟ กระดาษไหม้และเปลี่ยนเป็นสีดำ)
- กระดาษที่ไหม้ไฟมีลักษณะอย่างไร มีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างจากกระดาษก่อนเผาอย่างไรบ้าง (กระดาษเปลี่ยนเป็นสีดำ ไม่เป็นแผ่นมีลักษณะกรอบ แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ ได้ง่าย)
- เราสามารถทำให้สิ่งที่เกิดขึ้นนี้กลับมาเป็นกระดาษเหมือนเดิมได้หรือไม่ (ไม่ได้)
- การเผากระดาษจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือไม่ เพราะเหตุใด (ไม่จัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เพราะในกรณีของการเผากระดาษไม่สามารถเปลี่ยนกระดาษกลับมาเป็นสารเดิมได้ และขี้เถ้ากระดาษมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม)

5. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมกับนักเรียนเพื่อสรุปในชั่วโมงแรกว่า การเผากระดาษเป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เพราะมีสารใหม่เกิดขึ้นคือ ขี้เถ้า และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)

1. ครูตั้งคำถามว่านักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่ามีการเปลี่ยนแปลงและมีสารใหม่เกิดขึ้นเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม

2. จากนั้นแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 4 คนแบบคละความสามารถ เรียกกลุ่มนี้ว่ากลุ่มบ้าน ครูแจกใบกิจกรรมกลุ่มบ้านให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมกับชี้แจงการทำกิจกรรม ดังนี้

1.1 สมาชิกในแต่ละกลุ่มทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญคนละ 1 เรื่อง โดยสมาชิกคนที่ 1, 2, 3, และ 4 ของกลุ่มรวมกลุ่มกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1, 2, 3, และ 4 ตามลำดับ

1.2 สมาชิกผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมทำการทดลองและตอบคำถาม ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทดลองใส่ผงฟูในน้ำส้มสายชู

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การทดลองหยดสารละลายแอมโมเนียหอมลงในสารละลายจุนสี

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง หยดน้ำปูนใสลงในผงฟู

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ผสมปุ๋ยแอมโมเนียนกับปูนขาว

1.3 ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องกลับมารวมเป็นกลุ่มบ้านเดิม

1.4 ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนถ่ายทอดความรู้ที่ได้จาการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มบ้านเข้าใจ

1.5 สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมการทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง สรุปลักษณะการเกิดปฏิกิริยาเคมีนำเสนอผล

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)

1. กลุ่มบ้านแต่ละกลุ่มนำผลการทำลอง

2. เพื่อนกลุ่มอื่นๆ ร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า การเปลี่ยนแปลงของสารที่มีสารใหม่เกิดขึ้น สังเกตได้จากการมีฟองแก๊ส หรือมีการเปลี่ยนสีของสาร หรือเกิดตะกอน หรือมีกลิ่นเกิดขึ้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ เรียกการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นว่า การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (elaboration)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสำรวจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นชีวิตประจำวันที่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีแล้วนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งอาจได้ผลดังนี้

- การเผาไหม้ต่างๆ เช่น การเผากระดาษ การจุดธูปเทียน การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
- การหุงข้าวทำให้ข้าวเป็นข้าวสุก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

- การผสมปูนซีเมนต์ หิน ทรายและน้ำเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้คอนกรีตที่ใช้ในการก่อสร้าง
- การเกิดสนิมเหล็ก ที่แก๊สออกซิเจนและไอน้ำในอากาศทำปฏิกิริยากับเหล็ก

2. นักเรียนร่วมกันอภิปรายและยกตัวอย่างเพิ่มเติมถึงผลของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันซึ่งมีผลต่อสิ่งมีมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (evaluation)

1. นักเรียนยกตัวอย่างและอธิบายลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้

2. นักเรียนอธิบายได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีมีผลต่อตนเองและสิ่งแวดล้อมได้อย่างไรบ้าง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมกลุ่มบ้าน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

สมาชิก

1. .....2.....
3. .....4.....
5. .....

คำชี้แจง

1. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่มๆ ละ 4 คน สมาชิกในกลุ่มแบ่งหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญคนละ 1 เรื่องโดยสมาชิกคนที่ 1,2,3 และ 4 ของทุกกลุ่มรวมเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ

2. สมาชิกผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาใบกิจกรรมทำการทดลองและตอบคำถาม ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ เรื่อง 1ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 การทดลองใส่ผงฟูในน้ำส้มสายชู
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 2 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การทดลองหยดสารละลายแอมโมเนียหอมลงในสารละลายจุนสี
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 3 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง หยดน้ำปูนใสลงในผงฟู
- ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ 4 ศึกษาใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ผสมปุ๋ยแอมโมเนียกับปูนขาว

3. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละเรื่องกลับมารวมเป็นกลุ่มบ้านเดิม

4. ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนถ่ายทอดความรู้ที่ได้จาการศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มบ้านเข้าใจ

5. สมาชิกในกลุ่มบ้านร่วมการทำใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง สรุปลักษณะการเกิดปฏิกิริยาเคมีและนำเสนอผล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง การทดลองใส่ผงฟูในน้ำส้มสายชู

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

อุปกรณ์และสารเคมี 1. ขวดปากแคบ 2. ช้อนตักสาร 3. ลูกโป่ง 4. ผงฟู 5. น้ำส้มสายชู

วิธีการทดลอง

1. รินน้ำส้มสายชูลงในขวดปากแคบ
2. ตักผงฟูใส่ในลูกโป่งแล้วนำไปครอบปากขวด โดยไม่ให้ผงฟูตกไปในขวด
3. ยกลูกโป่งให้ผงฟูตกลงไปในขวด สังเกตและบันทึกผล

ผลการทดลอง

การทดลอง	**การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ (อาจวาดรูปประกอบ)**
ใส่ผงฟูลงในน้ำส้มสายชู	

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การทดลองหยดสารละลายแอมโมเนียหอมลงในสารละลายจุนสี

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

อุปกรณ์และสารเคมี 1. หลอดทดลอง 2. ช้อนตักสาร 3. หลอดหยด 4. ผงจุนสี
5. สารละลายแอมโมเนียหอม

วิธีการทดลอง

1. ตักจุนสีลงในหลอดทดลองที่มีน้ำอยู่ประมาณครึ่งหลอด คนให้ละลาย
2. แบ่งสารละลายออกเป็น 2 หลอดเท่าๆ กัน
3. หยดสารละลายแอมโมเนียหอมลงในหลอดที่ 2 จนเห็นการเปลี่ยนแปลง บันทึกผลและเปรียบเทียบกับหลอดที่ 1

ผลการทดลอง

การทดลอง	**การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้**
หยดสารละลายแอมโมเนียหอมลงในสารละลายจุนสี	

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง หยดน้ำปูนใสลงในสารละลายผงฟู

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

อุปกรณ์และสารเคมี 1. หลอดทดลอง 2. หลอดหยด 3. สารละลายผงฟู 4.น้ำปูนใส

วิธีการทดลอง

1. หยดสารละลายผงฟูลงในหลอดทดลองประมาณ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. หยดน้ำปูนใสลงไปจนเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น สังเกตและบันทึกผล

ผลการทดลอง

การทดลอง	**การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้**
หยดน้ำปูนใสลงใน สารละลายผงฟู	

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง การทดลองผสมปุ๋ยแอมโมเนียกับปูนขาว

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

อุปกรณ์และสารเคมี 1. บีกเกอร์ 2. ช้อนตักสาร 3. แท่งแก้ว 4. ปุ๋ยแอมโมเนีย 5.ปูนขาว

วิธีการทดลอง

1. ตักปุ๋ยแอมโมเนียและปูนขาวใสลงในบีกเกอร์อย่างละเท่า ๆ กัน
2. ใช้แท่งแก้วคนสารทั้ง 2 ให้ผสมกัน สังเกตกลิ่นและอุณหภูมิทันทีและบันทึกผล

ผลการทดลอง

การทดลอง	**การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้**
ผสมปุ๋ยแอมโมเนียกับปูนขาว	

สรุปผลการทดลองได้ว่าอย่างไร

……

……

……

……

……

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง สรุปลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

คำชี้แจง :

1. ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนอธิบายผลการทดลองให้เพื่อนในกลุ่มบ้านฟัง
2. นักเรียนในกลุ่มบ้านร่วมกันสรุปลักษณะของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
3. ตัวแทนของกลุ่มบ้านนำเสนอผลให้เพื่อนกลุ่มอื่นๆ

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีมีลักษณะ คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ค

แบบวัดแนวคิดเรื่อง สมบัติของสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดแนวคิด เรื่อง สมบัติของสาร
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (เวลา 50 นาที)

ชื่อ.....นามสกุล.....

ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเติมคำตอบให้สมบูรณ์ คำตอบของนักเรียนจะช่วยให้ผู้วิจัยทราบว่านักเรียนมีแนวคิดอย่างไร เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

2. แบบวัดนี้ไม่ใช่ข้อสอบคำตอบจะไม่มีผลต่อเกรดของนักเรียน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดแนวคิด เรื่อง สมบัติของสาร

1. วงกลมรอบตัวเลือกเพื่อแสดงว่าสิ่งต่อไปนี้เป็น ของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส หรือไม่ใช่ทั้งสามชนิดและอธิบายว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น

1.1 **ก้อนหิน เป็น**

ก. ของแข็ง

ข. ของเหลว

ค. แก๊ส

ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด

เพราะ

_____

_____

1.2 **อากาศ เป็น**

ก. ของแข็ง

ข. ของเหลว

ค. แก๊ส

ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด

เพราะ

_____

_____

1.3 **แป้งฝุ่น เป็น**

ก. ของแข็ง

ข. ของเหลว

ค. แก๊ส

ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด

เพราะ

_____

_____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 **น้ำมะนาว เป็น**

ก. ของแข็ง

ข. ของเหลว

ค. แก๊ส

ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด

เพราะ

1.5 **แอลกอฮอล์ เป็น**

ก. ของแข็ง

ข. ของเหลว

ค. แก๊ส

ง. ไม่ใช่ทั้งสามชนิด

เพราะ

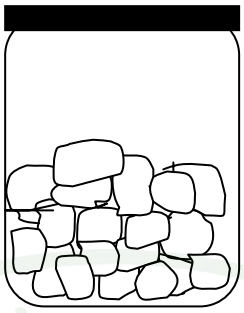
1.6 **ตามความเข้าใจของนักเรียนของแข็ง ของเหลว และแก๊ส มีสมบัติอย่างไร**

ของแข็ง

ของเหลว

แก๊ส

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



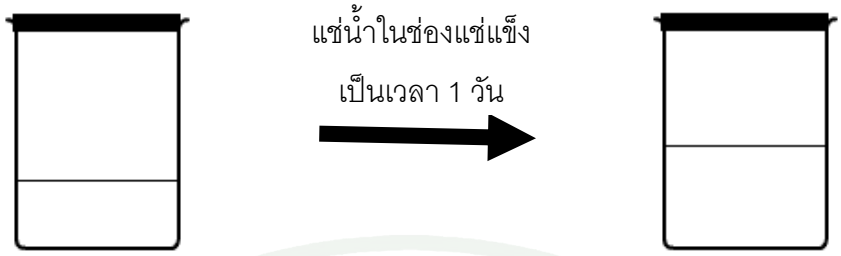
ภาพที่ 1: น้ำแข็งในภาชนะที่ปิดฝาสนิท

2. น้ำแข็งในภาชนะที่ปิดฝาสนิท หลังจากตั้งทิ้งไว้นาน 5 นาที

2.1 น้ำแข็งในภาชนะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

2.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



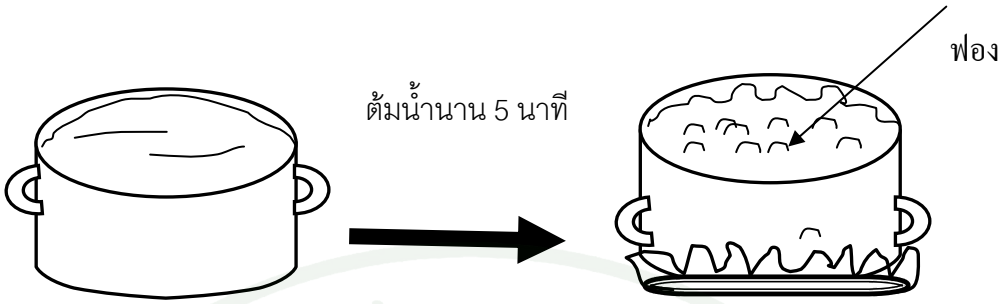
ภาพที่ 2 : น้ำในภาชนะ

3. แช่น้ำในช่องแช่แข็ง เป็นเวลา 1 วัน

3.1 น้ำในภาชนะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

3.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



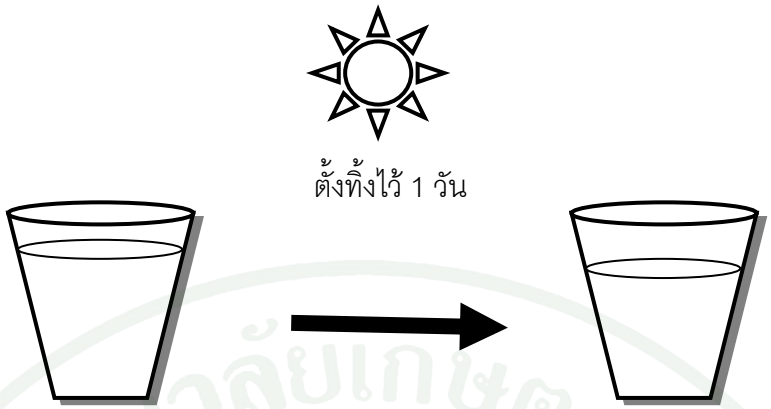
ภาพที่ 3 : ต้มน้ำในหม้อ

4. ต้มน้ำในหม้อนาน 5 นาที

4.1 น้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

4.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 : น้ำในแก้วตั้งทิ้งไว้กลางแจ้ง 1 วัน

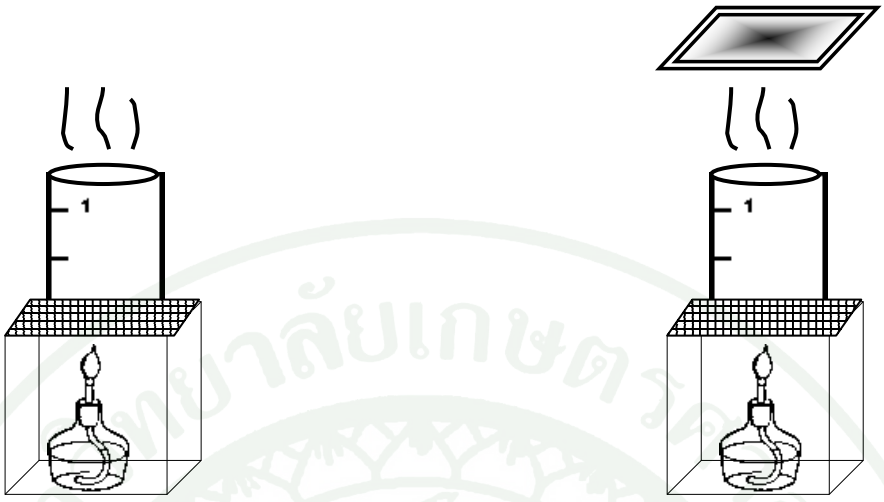
5. ตั้งแก้วน้ำทิ้งไว้กลางแจ้งนาน 1 วัน

5.1 น้ำในแก้วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

5.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

6. ตามความเข้าใจของนักเรียน **การเดือด** และ **การระเหย** เหมือนหรือต่างกัน อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



น้ำเดือด นำกระจกไปอังเหนือน้ำ

ภาพที่ 5 : อังกระจกเหนือน้ำ

7. อังกระจกเหนือน้ำเดือด

7.1 เกิดอะไรขึ้นที่กระจก และเกิดขึ้นได้อย่างไร

_____

_____

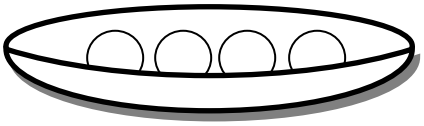
_____

7.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

_____

_____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 : วางลูกเหม็นทิ้งไว้ 3 วัน

8. วางลูกเหม็นทิ้งไว้นาน 3 วัน

8.1 ลูกเหม็นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด

_____

_____

_____

8.2 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเรียกว่าอะไร

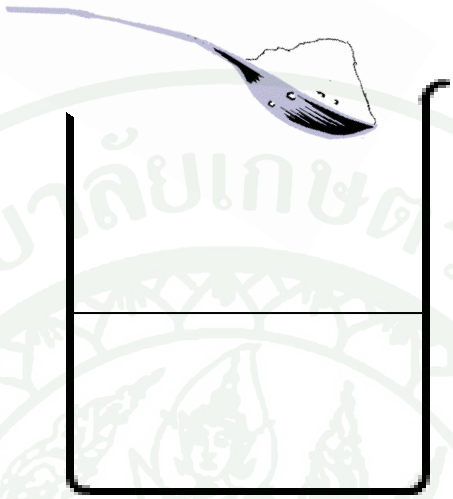
_____

_____

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. เมื่อเติมน้ำตาลทรายในน้ำร้อน จงเขียนอธิบายเพื่อแสดงว่าเกิดอะไรขึ้นกับน้ำตาลทราย

น้ำตาลทราย



ภาพที่ 7: เติมน้ำตาลทรายลงในน้ำ

เขียนอธิบายคำตอบของนักเรียน

10. จากข้อ 9 นักเรียนคิดว่าจะสามารถนำน้ำตาลกลับคืนมาได้หรือไม่ อย่างไร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. เมื่อเติมผงกาแฟลงในน้ำ ทำไมน้ำจึงเปลี่ยนสี

12. สิ่งที่เกิดขึ้นจากจากการเผากระดาษคืออะไร

13. จากข้อ 12 นักเรียนจะสามารถทำให้กระดาษสีขาวกลับคืนมาได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ขอบคุณค่ะ ที่ตอบคำถามทุกข้อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ง

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกตการเปลี่ยนแปลงของลูกเหม็น ใช้ประสาทสัมผัสคู่ใด
   - ก. ตา หู
   - ข. มือ ตา
   - ค. ตา จมูก
   - ง. จมูก ลิ้น
2. ให้นักเรียนสังเกตสารในบีกเกอร์ 4 ใบซึ่งเป็นของแข็งสีขาว ข้อใดให้ความเห็นได้ถูกต้อง
   - ก. สารทั้ง 4 ชนิด คือแป้ง
   - ข. สารทั้ง 4 ชนิด มีสถานะเดียวกัน
   - ค. สารทั้ง 4 ชนิด เป็นสารต่างชนิดกัน
   - ง. สารทั้ง 4 ชนิด เป็นสารชนิดเดียวกัน
3. ข้อมูลในข้อใดเป็นการบอกลักษณะของเทียนไขที่ได้จากการสังเกต
   - ก. มีสีเหลืองและแข็ง
   - ข. ทำมาจากไขมันปลาวาฬ
   - ค. เป็นแท่งทรงกระบอกคล้ายดินสอ
   - ง. ถ้าจุดไฟจะให้แสงสว่างและความร้อน
4. ใครใช้เครื่องมือในการวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมที่สุด
   - ก. หมอใช้มือเตะหน้าผากวัดไข้ผู้ป่วย
   - ข. ครูใช้หลอดทดลองวัดประมาณของน้ำ
   - ค. ชาวสวนใช้ไม้เมตรวัดความสูงของต้นมะม่วง
   - ง. นักเรียนใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณภูมิของห้องเรียน
5. ควรเลือกเครื่องมือใดในการวัดปริมาตรของน้ำ
   - ก. เครื่องชั่ง
   - ข. กระบอกตวง
   - ค. หลอดทดลอง
   - ง. เทอร์โมมิเตอร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ข้อใดการบอกหน่วยในการวัดได้เหมาะสมที่สุด

    ก. แท่งไม้หนา 4 เซนติเมตร

    ข. น้ำมีปริมาตร 20 องศาเซลเซียส

    ค. อุณหภูมิห้องเรียนเท่ากับ 25 เดซิเบล

    ง. ก้อนหินมีมวล 17 ลูกบาศก์เซนติเมตร

7. ข้อใดเป็นการแยกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์

    ก. ผงชูรส เกลือป่น ซีอิ้ว

    ข. เกลือป่น น้ำตาล พริกไทย

    ค. น้ำปลา น้ำมันหอย น้ำตาล

    ง. สบู่ ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน

8. ข้อใดเป็นสารทำความสะอาดทั้งหมด

    ก. สบู่ แชมพู ซีอิ้ว

    ข. แชมพู สบู่ น้ำยาล้างจาน

    ค. น้ำยาล้างจาน ยาสีฟัน น้ำตาล

    ง. ยากันยุง โฟมล้างหน้า น้ำปลา

9. ถ้าปราณีแบ่งสารออกเป็นกลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 แชมพู น้ำปูนใส ผงซักฟอก
กลุ่มที่ 2 น้ำอัดลม น้ำยาล้างห้องน้ำ น้ำส้ม

นักเรียนคิดว่าปราณีใช้เกณฑ์ใดในการจำแนกสาร

    ก. ราคา

    ข. สถานะ

    ค. เนื้อสาร

    ง. ความเป็นกรดด่าง

10. สารในข้อใดมีรูปทรงเป็น มิติ 3

    ก. ยางลบ

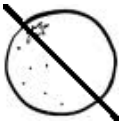
    ข. รูปถ่าย

    ค. กระดาษ

    ง. โปสการ์ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. ถ้าตัดผลมะนาวตารอยเส้นปะดังรูป รอยตัดที่เกิดขึ้นจะเป็นดังข้อใด



ก .

ข .

ค .

ง .

12. กระบอกตวงเปล่ามีมวล 50 กรัม เมื่อเติมน้ำลงไปนำชั่งอีกครั้งมีมวล 65 กรัม น้ำที่เติมลงมีมีมวลเท่าใด
    ก. 10 กรัม
    ข. 15 กรัม
    ค. 20 กรัม
    ง. 25 กรัม
13. ลูกโป่งที่เป่าลมเข้าไปมีมวล 10 กรัม มวลของอากาศเท่ากับ 6 กรัม มวลของลูกโป่งเท่ากับกี่กรัม
    ก. 2 กรัม
    ข. 3 กรัม
    ค. 4 กรัม
    ง. 5 กรัม
14. ชั่งมวลของก้อนหิน ครั้งที่ 1ได้ 10.2 กรัม ครั้งที่ 2 ได้ 10. 4 กรัม ค่ามวลของก้อนหินควรเป็นเท่าใน
    ก. 10.2 กรัม
    ข. 10.3 กรัม
    ค. 10.4 กรัม
    ง. 10.5 กรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

15. ใครรายงานผลเกี่ยวกับสมบัติของสารแต่ละสถานะได้เหมาะสมที่สุด

    ก. เล็กใช้กราฟเส้น

    ข. พิศสมัยใช้แผนภูมิ

    ค. วนิดาใช้รูปแบบตาราง

    ง. ประจักษ์ใช้การแผนภาพ

16. นักเรียนจะนำเสนอลักษณะจัดเรียงตัวของอนุภาคของสารในแต่ละสถานะอย่างไร

    ก. บรรยาย

    ข. วาดภาพ

    ค. แผนภูมิ

    ง. กราฟเส้น

17. สารชนิดหนึ่ง มีปริมาตรคงที่ และมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ สารนี้มีสถานะใด

    ก. แก๊ส

    ข. ของแข็ง

    ค. ของเหลว

    ง. เป็นไปได้ทั้ง 3 ชนิด

18. จากภาพ ข้อใดเป็นการลงความคิดเห็น

    ก. ควันเทียนกำลังลอย

    ข. เทียนกำลังหลอมเหลว

    ค. เทียนลุกไหม้จนมีน้ำตาเทียนเกาะ

    ง. เกิดควันเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19

ทดลองละลายน้ำตาลทรายปริมาณต่าง ๆ กันในน้ำปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิห้อง ใช้แท่งแก้วคนจนกว่าน้ำตาลทรายจะละลายหมด บันทึกเวลาที่น้ำตาลทรายละลายหมด ได้ผลดังตาราง

ปริมาณน้ำตาล (ช้อนเบอร์ 1)	**เวลาที่น้ำตาลละลายหมด (นาที)**
2	1
4	3
6	5
8	7

19. ถ้าใช้น้ำตาลทรายปริมาณ 10 ช้อนเบอร์ 1 เวลาที่น้ำตาลละลายหมดจะเป็นเท่าใด

ก. 7 นาที

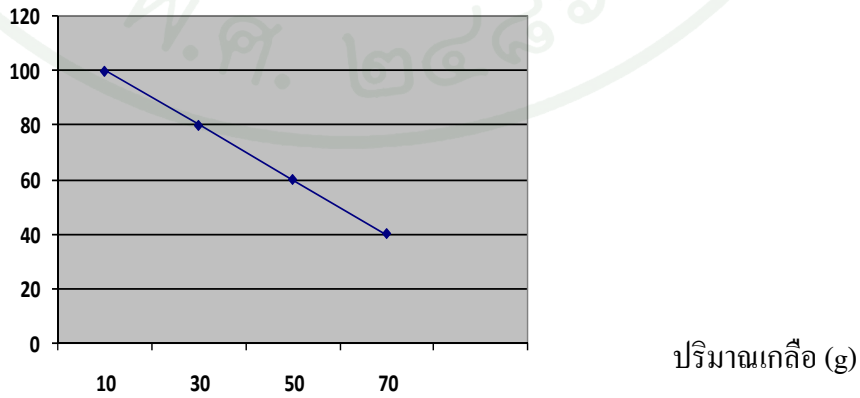
ข. 9 นาที

ค. 11 นาที

ง. 13 นาที

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 20

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดเดือดและปริมาณเกลือที่เติมลงในน้ำปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร



ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

20. ถ้าสารละลายเดือดที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียล ปริมาณของเกลือที่เติมลงในสารละลายจะเป็นเท่าใด
    ก. 30 กรัม
    ข. 50 กรัม
    ค. 70 กรัม
    ง. 90 กรัม
21. ถ้าต้องทดลองหาจุดเดือดของของเหลว 4 ชนิด ว่าของเหลวชนิดใดเป็นชนิดเดียวกันหรือ ไม่ นักเรียนจะตั้งสมมติฐานว่าอย่างไร
    ก. จุดเดือดของสารแต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน
    ข. ถ้าเป็นของเหลวชนิดเดียวกันจุดเดือดจะคงที่
    ค. ถ้าเป็นของเหลวชนิดเดียวกันจะมีจุดเดือดเท่ากัน
    ง. ถ้าเป็นของเหลวชนิดเดียวกันจะมีจุดเดือดต่างกัน
22. ทดลองเทน้ำส้มสายชู น้ำมะนาว และน้ำอัดลมในปริมาตรที่เท่ากัน ลงไปในผงฟูชนิดเดียวกัน ในปริมาณเท่ากัน เพื่อศึกษาความเข้มข้นของสาร สมมติฐานของการทดลองคืออะไร
    ก. ชนิดของผงฟูทำให้เกิดฟองแตกต่างกัน
    ข. ชนิดของสารที่เทลงในฟูทำให้เกิดฟองแตกต่างกัน
    ค. ปริมาณของผงฟูมากจะมีผลทำให้การเกิดฟองมาก
    ง. ปริมาตรของสารที่เติมลงในผงฟูมากจะทำให้เกิดฟองมาก
23. จากข้อ 22 **ความเข้มข้นของสาร** สังเกตได้อย่างไร
    ก. สีของสาร
    ข. ฟองที่เกิดขึ้น
    ค. กลิ่นที่เกิดขึ้น
    ง. ควันของสาร
24. ทำการทดลองละลายน้ำตาล 4 ยี่ห้อ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการละลายของน้ำตาล จากการทดลอง **ประสิทธิภาพการละลายของน้ำตาล** หมายถึงข้อใด
    ก. น้ำตาลละลายช้า
    ข. น้ำตาลละลายเร็ว
    ค. น้ำตาลไม่ละลาย
    ง. น้ำตาลละลายยาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อ่านข้อความข้างล่างนี้แล้วตอบคำถามข้อ 25-27

เด็กคนหนึ่งนำน้ำตาลก้อนมา 2 ก้อน ก้อนหนึ่งใส่ในบีกเกอร์ ส่วนอีกก้อนบดให้ละเอียดแล้วใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำลงในบีกเกอร์ทั้ง 2 ใบ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้แท่งแก้วคนทั้ง 2 บีกเกอร์

25. **ตัวแปรต้น** ของการทดลองนี้คืออะไร
    ก. ปริมาตรน้ำ
    ข. ปริมาณน้ำตาล
    ค. ลักษณะของน้ำตาล
    ง. จำนวนครั้งในการคน
26. **ตัวแปรตาม** ของการทดลองนี้คืออะไร
    ก. ปริมาตรน้ำ
    ข. ปริมาณน้ำตาล
    ค. ลักษณะของน้ำตาล
    ง. การละลายของน้ำตาล
27. ในการทดลองนี้ **ตัวแปรควบคุม** คืออะไร
    ก. ลักษณะของน้ำตาล ปริมาตรน้ำ ปริมาณน้ำตาล
    ข. ปริมาตรน้ำ ปริมาณน้ำตาล จำนวนครั้งในการคน
    ค. ลักษณะของน้ำตาล ปริมาตรน้ำ จำนวนครั้งในการคน
    ง. ลักษณะของน้ำตาล ปริมาณน้ำตาลจำนวนครั้งในการคน
28. ถ้าต้องการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้มากน้อยต่างกันจะต้องทำตามข้อใด
    ก. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณเท่าๆ กัน ลงในภาชนะขนาดต่างๆ กันตั้งไว้ที่เดียวกัน
    ข. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณเท่าๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากันตั้งที่เดียวกันเป็นเวลาเท่ากันสังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะ
    ค. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณต่างๆ กัน ลงในภาชนะขนาดเท่ากันตั้งที่เดียวกันเป็นเวลาต่างๆ กัน สังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ
    ง. ใส่ของเหลวชนิดต่างๆ ปริมาณต่างๆ กันลงในภาชนะขนาดต่างๆ กัน ตั้งที่เดียวกันเป็นเวลาเท่ากันสังเกตน้ำที่เหลือในภาชนะต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

29. ข้อใดต่อไปนี้ปฏิบัติการทดลองไม่ถูกต้อง

ก. ถ้าตัวเปียกไม่ควรเสียบปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้า

ข. สารเคมีที่เป็นผงควรใช้ช้อนตักสารไม่ควรสูดดม

ค. การใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์เมื่อทดลองแล้วใช้ปากเป่าให้ดับ

ง. อ่านฉลากที่ติดข้างภาชนะบรรจุสารเพื่อดูข้อควรระวังในการใช้

คำชี้แจง : **ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ** 30

การทดสอบสมบัติของสาร A B และ C ในเรื่องรูปร่างและปริมาตรได้ผลดังตาราง

สาร	รูปร่าง		ปริมาตร	
	คงที่	ไม่คงที่	คงที่	ไม่คงที่
A	-	✓	✓	-
B	✓	-	✓	-
C	-	✓	-	✓

30. ข้อใดลงข้อสรุปเกี่ยวกับสถานะของสาร A, B และ C ได้ถูกต้อง

ก. A เป็นของแข็ง , B เป็นของเหลว , C เป็นแก๊ส

ข. A เป็นของเหลว , B เป็นของเหลว , C เป็นแก๊ส

ค. A เป็นของเหลว , B เป็นของแข็ง ,C เป็นแก๊ส

ง. A เป็นแก๊ส , B เป็นของแข็ง , C เป็นของเหลว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก จ

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

1. แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ
2. ทุกข้อเป็นการสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียน
3. ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

ตัวอย่าง

ลำดับที่	ข้อความ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	วิชาวิทยาศาสตร์เรียนแล้วเข้าใจยาก				✓	
2	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนแล้วสนุก		✓			

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำดับที่	ข้อความ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เรียนเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติมากขึ้น					
2	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมกับคนเก่งเท่านั้น					
3	การเรียนวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบความคิดของตนเอง					
4	การเรียนวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความเครียดเพราะต้องขบคิดปัญหาอยู่ตลอดเวลา					
5	วิชาวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบ					
6	วิชาวิทยาศาสตร์ไม่ค่อยมีความสำคัญกับต่อนักเรียน					
7	การสอบเข้าเรียนต่อไม่ควรมีวิชาวิทยาศาสตร์					
8	วิชาวิทยาศาสตร์ช่วยฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาชีวิตได้อย่างมีเหตุผล					
9	ความรู้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของนักเรียน					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำดับที่	ข้อความ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
10	เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แล้วไม่สามารถนำไปใช้พัฒนาตนเองได้					
11	การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ					
12	กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มีมากเกินไปควรตัดทิ้งบ้าง					
13	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนสนใจมาก					
14	วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่นักเรียนไม่อยากเรียน					
15	ในชั่วโมงวิทยาศาสตร์แต่ละครั้งนักเรียนต้องการให้หมดไปเร็ว ๆ					
16	นักเรียนจะรู้สึกง่วงนอนทุกครั้งเมื่อเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
17	นักเรียนชอบไปเที่ยวชมนิทรรศการวิทยาศาสตร์					
18	นักเรียนรู้สึกเบื่อหน่ายถ้าต้องเข้าชมนิทรรศการวิทยาศาสตร์					
19	นักเรียนชอบเข้าร่วมกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่จัดขึ้นในโรงเรียน					
20	การแข่งขันตอบปัญหาวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลำดับที่	ข้อความ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
21	ถ้ามีกิจกรรมให้ทำในวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนจะรับอาสาทันที					
22	นักเรียนไม่อยากเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่มเวลาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
23	นักเรียนชอบซักถามปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์					
24	ในการเสนอความคิดเห็นทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อ					
25	นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าตื่นเต้น					
26	นักเรียนรู้สึกสนุกเมื่อเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
27	นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าเบื่อหน่าย					
28	นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข					
29	นักเรียนต้องฝืนใจทำการทดลองวิทยาศาสตร์					
30	นักเรียนรู้สึกกังวลมากถ้าเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฉ

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวคิดเรื่องสมบัติของสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวคิดทางวิทยาศาสตร์

จำแนกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนออกเป็น กลุ่ม 5 ซึ่งมีความหมายดังนี้

1. กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (cientific Understanding, SU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบันครบทุกแนวคิด

2. กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1แนวคิดแต่ไม่มีส่วนผิด

3. กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU) หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ปัจจุบันบางส่วนและมีบางส่วนที่ไม่สอดคล้อง

4. กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

5. ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU) หมายถึง นักเรียนไม่ได้ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แนวคิดเรื่องสมบัติของสาร

1. แนวคิดเรื่องสมบัติของสาร

แนวคิดเรื่องสมบัติของสารที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับแบ่งเป็น 3 สถานะ คือ

1. ของแข็ง เป็นสารที่มีรูปร่างแน่นอนและคงรูปอยู่ได้ มีมวลคงที่ ได้แก่ ไม้ เหล็ก ทอง อลูมิเนียม ตะกั่ว แก้ว หิน ทราย ดิน ผ้า ยาง พลาสติก กระดาษ นุ่น และน้ำแข็ง เป็นต้น

2. ของเหลว เป็นสารที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุอยู่ มีปริมาตรคงที่ ได้แก่น้ำ น้ำมัน น้ำอัดลม แอลกอฮอล์ และปรอท เป็นต้น

3. แก๊ส เป็นสารที่ฟุ้งกระจาย คงรูปร่างไม่ได้ รูปร่างและปริมาตรเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุอยู่ ได้แก่ อากาศ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แก๊สไฮโดรเจน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องสมบัติของสาร

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- ระบุสถานะของสารได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะนั้นทั้งในเรื่องรูปร่างและปริมาตร
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (artial Understanding, PU)	- ระบุสถานะของสารได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะนั้นในเรื่องรูปร่างและปริมาตรอย่างใดอย่างหนึ่งแต่ไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุสถานะของสารได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับสมบัติของสารที่อยู่ในสถานะนั้นในเรื่องรูปร่างและปริมาตรอย่างใดอย่างหนึ่งแต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุสถานะของสารไม่ได้ - บอกเหตุผลเกี่ยวกับสมบัติของสารที่ไม่เกี่ยวข้องกับรูปร่างและปริมาตร
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าจำไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร

2.1 การหลอมเหลว แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ การหลอมเหลว คือ การที่ของแข็งได้รับความร้อนแล้วเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

ตารางผนวกที่ 3 กณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการหลอมเหลว

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การหลอมเหลวได้ และอธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (rtial Understanding, PU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การหลอมเหลว อธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อ และไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การหลอมเหลว อธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 เรื่อง แต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การหลอมเหลวไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 การแข็งตัว แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ การแข็งตัว คือ การเปลี่ยนสถานะของของเหลวไปเป็นของแข็ง เมื่อของเหลวมีอุณหภูมิลดลง

ตารางผนวกที่ 4 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการแข็งตัว

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (cientific Understanding, SU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งตัวได้ และอธิบายเกี่ยวกับการแข็งตัวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (rtial Understanding, PU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งตัว อธิบายเกี่ยวกับการหลอมแข็งตัวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อ และไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งตัว อธิบายเกี่ยวกับการหลอมเหลวในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 เรื่อง แต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การแข็งไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการแข็งได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การเดือด แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ การเดือด คือ การที่ของเหลวได้รับความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิสูงถึงจุดเดือด แล้วเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สอย่างรวดเร็ว และเกิดขึ้นกับทุกส่วนของของเหลว

ตารางผนวกที่ 5 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการเดือด

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	**เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด**
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (cientific Understanding, SU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือดได้ อธิบายเกี่ยวกับการเดือดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลว
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (artial Understanding, PU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือด อธิบายเกี่ยวกับการเดือดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลวอย่างน้อย 1 ข้อและไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือด อธิบายเกี่ยวกับการเดือดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลวอย่างน้อย 1 ข้อแต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การเดือดไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการเดือดได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิ และเกิดขึ้นทุกส่วนของของเหลว
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 การระเหย แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ การระเหย คือ การที่ของเหลวได้รับความร้อน แต่อุณหภูมิสูงไม่ถึงจุดเดือด แล้วเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สอย่างช้าๆ และเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิวหน้าของของเหลว

ตารางผนวกที่ 6 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการระเหย

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหยได้ อธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลว
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหย อธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลวอย่างน้อย 1 ข้อและไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหย อธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลวอย่างน้อย 1 ข้อแต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหยไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับระเหยได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิ และเกิดขึ้นเฉพาะผิวหน้าของของเหลว
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.5 การระเหิด แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ การระเหิด คือ การที่ของแข็งได้รับความร้อนแล้วเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สทันทีโดยไม่ผ่านสถานะของเหลว

ตารางผนวกที่ 7 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการระเหิด

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิดได้ และอธิบายเกี่ยวกับการระเหิดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิด อธิบายเกี่ยวกับการระเหิดในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อและไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิด อธิบายเกี่ยวกับการระเหยในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 เรื่องแต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การระเหิดไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับการระเหิดได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6 การควบแน่น แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ การควบแน่น คือ การที่สารในสถานะแก๊สมีอุณหภูมิลดลงแล้วเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว

ตารางผนวกที่ 8 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการควบแน่น

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่นได้ และอธิบายเกี่ยวกับการควบแน่นในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่น อธิบายเกี่ยวกับการควบแน่นในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อและไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่น อธิบายเกี่ยวกับการควบแน่นในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิถูกต้องอย่างน้อย 1 ข้อแต่มีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ระบุชื่อปรากฏการณ์การควบแน่นไม่ถูกต้อง ไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับควบแน่นได้ทั้งในเรื่องการเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. แนวคิดเรื่องการละลาย

แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ เรื่องการละลาย คือ กระบวนการที่สารอย่างน้อย 2 ชนิด ผสมกันโดยทุกส่วนมีสมบัติเหมือนกัน สามารถแยกสารกลับคืนมาได้

ตารางผนวกที่ 9 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์แนวคิด เรื่องการละลาย

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- อธิบายปรากฏการณ์การละลายได้ และระบุวิธีการในการแยกสารละลายได้
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)	- อธิบายปรากฏการณ์การละลาย และระบุวิธีการในการแยกสารละลายได้อย่างใดอย่างหนึ่งโดยไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- อธิบายปรากฏการณ์การละลาย และระบุวิธีการในการแยกสารละลายได้อย่างใดอย่างหนึ่งโดยมีบางส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การละลายและไม่สามารถระบุวิธีการแยกสารละลายได้
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. แนวคิดเรื่องการเปลี่ยนแปลงเคมี

แนวคิดที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี คือ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ทำให้มีสารใหม่เกิดขึ้นสมบัติของสารเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารเดิมได้ยาก

ตารางผนวกที่ 10 เกณฑ์ที่ใช้วิเคราะห์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ระดับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาจัดประเภทแนวคิด
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Understanding, SU)	- เรียกชื่อปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ ระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นและสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารเดิมได้ยาก
แนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU)	- เรียกชื่อปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นและสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารเดิมได้ยากอย่างน้อย 1 ข้อโดยไม่มีส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์บางส่วนและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU)	- เรียกชื่อปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นและสามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารเดิมได้ยากอย่างน้อย 1 ข้อโดยมีบางส่วนส่วนผิด
กลุ่มที่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์คลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU)	- ไม่สามารถเรียกชื่อปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ ไม่สามารถระบุได้ว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นและไม่สามารถบอกถึงการเปลี่ยนกลับของสาร
ไม่มีแนวคิด (No Understanding, NU)	- ไม่ตอบคำถาม หรือ ตอบว่าตอบไม่ได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ช

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
ข้อที่	1	2	3	
1	1	1	0	0.6
2	1	1	0	0.6
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	0	0.6
17	1	1	0	0.6
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
25	1	0	1	0.6
26	1	1	1	1
27	1	1	1	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
ข้อที่	1	2	3	
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	1	1

ตารางผนวกที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	ผู้เชี่ยวชาญ			IOC
ข้อที่	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	0	0.6
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	0	0.6
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์	**ผู้เชี่ยวชาญ**			**IOC**
ข้อที่	**1**	**2**	**3**	
15	1	1	0	0.6
16	1	1	1	1
17	1	1	1	0.6
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1
27	1	1	1	1
28	1	1	1	1
29	1	1	1	1
30	1	1	0	0.6

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์					
ข้อที่	P	r	**ข้อที่**	p	r
1	0.72	0.25	16	0.50	0.30
2	0.80	0.44	17	0.26	0.50
3	0.28	0.68	18	0.34	0.60
4	0.32	0.68	19	0.74	0.22
5	0.32	0.41	20	0.38	0.36
6	0.74	0.52	21	0.26	0.60
7	0.28	0.80	22	0.38	0.50
8	0.80	0.24	23	0.28	0.48
9	0.70	0.33	24	0.28	0.39
10	0.20	0.50	25	0.22	0.42
11	0.22	0.64	26	0.26	0.64
12	0.28	0.55	27	0.26	0.51
13	0.36	0.36	28	0.48	0.38
14	0.36	0.23	29	0.20	0.35
15	0.28	0.66	30	0.60	0.31

หมายเหตุ: ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร ของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีค่าเท่ากับ 0.86

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ซ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความเชื่อมั่นของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

N of Cases = 100.0

Item Means	Mean	Minimum	Maximum	Range	Max/Min	Variance
	3.9994	3.5200	4.6000	1.0800	1.3068	.0793

Reliability Coefficients 32 items

Alpha = .7980 Standardized item alpha = .8861

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ฌ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อสอบ TAP (Test Analysis Program)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Item	Number Correct	Item Diff.	Disc. Index	# Correct in High Grp	# Correct in Low Grp	Point Biserial	Adjusted Pt. Bis.
Item 01	36	0.720	0.259	11 (0.79)	10 (0.53)	0.285	0.214
Item 02	40	0.800	0.244	13 (0.93)	13 (0.68)	0.284	0.221
Item 03	14	0.280	0.680	11 (0.79)	2 (0.11)	0.651	0.605
Item 04	16	0.320	0.680	11 (0.79)	2 (0.11)	0.604	0.551
Item 05	16	0.320	0.414	8 (0.57)	3 (0.16)	0.475	0.411
Item 06	37	0.740	0.526	14 (1.00)	9 (0.47)	0.520	0.463
Item 07	14	0.280	0.805	12 (0.86)	1 (0.05)	0.688	0.645
Item 08	40	0.800	0.244	13 (0.93)	13 (0.68)	0.192	0.126
Item 09	35	0.700	0.331	12 (0.86)	10 (0.53)	0.390	0.322
Item 10	10	0.200	0.500	7 (0.50)	0 (0.00)	0.642	0.600
Item 11	11	0.220	0.643	9 (0.64)	0 (0.00)	0.692	0.653
Item 12	14	0.280	0.556	10 (0.71)	3 (0.16)	0.569	0.515
Item 13	18	0.360	0.361	8 (0.57)	4 (0.21)	0.398	0.327
Item 14	18	0.360	0.237	7 (0.50)	5 (0.26)	0.259	0.182
Item 15	14	0.280	0.662	10 (0.71)	1 (0.05)	0.540	0.483
Item 16	25	0.500	0.308	8 (0.57)	5 (0.26)	0.250	0.170
Item 17	13	0.260	0.500	7 (0.50)	0 (0.00)	0.538	0.483
Item 18	17	0.340	0.609	10 (0.71)	2 (0.11)	0.601	0.547
Item 19	37	0.740	0.226	12 (0.86)	12 (0.63)	0.261	0.191
Item 20	19	0.380	0.361	8 (0.57)	4 (0.21)	0.289	0.213
Item 21	13	0.260	0.609	10 (0.71)	2 (0.11)	0.599	0.549
Item 22	19	0.380	0.504	10 (0.71)	4 (0.21)	0.399	0.328
Item 23	14	0.280	0.485	9 (0.64)	3 (0.16)	0.480	0.419
Item 24	14	0.280	0.395	7 (0.50)	2 (0.11)	0.406	0.340
Item 25	11	0.220	0.429	6 (0.43)	0 (0.00)	0.321	0.257
Item 26	13	0.260	0.643	9 (0.64)	0 (0.00)	0.621	0.573
Item 27	13	0.260	0.519	8 (0.57)	1 (0.05)	0.507	0.450
Item 28	24	0.480	0.380	9 (0.64)	5 (0.26)	0.331	0.254
Item 29	10	0.200	0.357	5 (0.36)	0 (0.00)	0.267	0.203
Item 30	30	0.600	0.312	11 (0.79)	9 (0.47)	0.313	0.237

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

==========

These results have been sorted by item number

==========

Number of Items Excluded	=	0
Number of Items Analyzed	=	30
Mean Item Difficulty	=	0.403
Mean Item Discrimination	=	0.459
Mean Point Biserial	=	0.446
KR20 (Alpha)	=	0.859
KR21	=	0.827
SEM (from KR20)	=	2.250
High Grp Min Score (n=14)	=	17.000
Low Grp Max Score (n=19)	=	8.000

~~~~~~

Test Analysis Program (Version 5.2.7)

Copyright © 2003 Gordon P. Brooks

Contact: brooksg@ohiou.edu

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
~~~~~~

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ–นามสกุล	นางสาวจุฑารัตน์ แตงอ่อน
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 24 เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2528
สถานที่เกิด	จังหวัดปทุมธานี
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู คศ .1
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนวัดชัยชนะสงคราม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์