

50% ๕

๕ 139๗

๖. ๕

การ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
กับการสอนตามคู่มือครู

ห้องสมุดแม่โจ้วิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญาโท

ของ

นางนุช มานุก

24 เม.ย. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้า

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2532

ลิขสิทธิ์ เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

177728

การเปรียบเทียบข้อสังเกตทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐาน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
กับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ

ของ

นางนุช มาบุตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

พฤษภาคม 2532

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้
แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2
ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน
แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิด
อย่างมีเหตุผล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized
Control - group Pretest - posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test
Independent ในรูป Difference-Score และ t-test Dependent

ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้
แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ
2. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
กับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่า
ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A COMPARISON OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT
AND HYPOTHESIS FORMULATING SKILL THROUGH REASONABLE
THINKING PATTERN PRACTICE AND TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT.

BY

NONGNUCH MABOOT

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

February 1989

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa II Students' Science Achievement and Hypothesis Formulating Skill through Reasonable Thinking Pattern Practice and Teacher's Manual.

The subjects were 90 Mathayom Suksa II Students of Rachineeburana School Muang District, Nakhonpathom province, during the Second Semester of 1988 academic year. They were assigned into the experimental and control group with 45 students each. The experimental group was taught through Reasonable Thinking Pattern Practice; Whereas the control group was taught through the Teacher's Manual. Randomized Control - group Pretest - posttest Design was used in the study. The t-test was used for data analysis.

The results of this study revealed that :

1. The Science Achievement of the experimental and control group was not significantly different.
2. The Hypothesis Formulating Skill of the experimental group was significantly higher than that of the control group at the .01 level.
3. With regard to the experimental group the posttest Hypothesis Formulating Skill was significantly higher than pretest at the .01 level.
4. With regard to the control group the posttest Hypothesis Formulating Skill was significantly higher than pretest at the .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบไล่ที่พิจารณาปริญญาบัตร
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....*สมจิต สวชนไทย*.....ประธาน

(ยศ.สมจิต สวชนไทย)

.....*ส.อ. ปราสาท*.....กรรมการ

(รศ.ดร.ส.วาสนา ปราสาท)

คณะกรรมการสอบ

.....*สมจิต สวชนไทย*.....ประธาน

(ยศ.สมจิต สวชนไทย)

.....*ส.อ. ปราสาท*.....กรรมการ

(รศ.ดร.ส.วาสนา ปราสาท)

.....*อ.จ.ดร.สุพินา วัชระศิริ*.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อ.จ.ดร.สุพินา วัชระศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญาบัตรฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....*สมพร บัวทอง*.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่.....*3*.....เดือน.....*มิถุนายน*.....พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพญ้อย รองศาสตราจารย์ ดร.ส. วาสนา ประवालพฤกษ์ และอาจารย์ ดร.สุทิมา วัฒนาศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ อาจารย์ดึกดำบรรพ์ คณหงษา อาจารย์กันยารัตน์ ฤทธิบัวรุ่ง อาจารย์ดึกดำบรรพ์ ศรีแพ่ง อาจารย์สมศรี เพชรขจร อาจารย์อรทัย โสภากา อาจารย์บุญญปลุก สิทธิไทย และอาจารย์สุรางค์ เปี่ยมฉาย ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ยุพิน กุมิขามี ผู้อำนวยการโรงเรียนราชินีบูรณะ คณาจารย์มหาวิทยาลัยสุโขทัย ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย ขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณแก่ ปิตา-มารดา ครู-อาจารย์ที่ช่วยอบรมสั่งสอนและชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด และผู้ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยทุกท่าน

นางนุช มานุกตร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	12
เอกสาร เกี่ยวกับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์	24
เอกสาร เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	26
เอกสาร เกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล	35
เอกสาร เกี่ยวกับแบบฝึก	43
เอกสาร เกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐาน	48
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	54
งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล	57
งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐาน	60
สมมุติฐาน ของการศึกษาค้นคว้า	62
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	64
ประชากร	64
กลุ่มตัวอย่าง	64
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	64

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	65
แบบแผนการทดลอง	65
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	66
ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	66
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	72
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	72
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	76
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	83
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	83
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	83
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	84
การวิเคราะห์ข้อมูล	85
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	85
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	86
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	104
ประวัติย่อของผู้วิจัย	305

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า	
1	เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	11
2	แบบแผนการทดลอง	65
3	สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	77
4	สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการตั้งสมมุติฐานของ กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม	78
5	ผลการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่าง กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม	79
6	ผลการ เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานระหว่างกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม	80
7	ผลการ เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับ การสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิด อย่างมีเหตุผล	81
8	ผลการ เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับ การสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู	82

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	แสดงรูปแบบต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการสอน แบบสืบเสาะหา ความรู้ของ ASEP	16
2	แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ตามแนวของ สสวท.	18
3	แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	20
4	แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์	25

ภูมิหลัง

วิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสังคมอย่างมากมาทั้งทางด้านความคิด วิถีชีวิตและการทำงานตลอดจนความเป็นอยู่ของมนุษย์ (ลูว์ธัก นิยมคำ. 2517 : คำนำ) นักการศึกษาทางตะวันตกก็เห็นสมควรว่าเยาวชนของชาติควรจะได้รับการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีที่ถูกต้องเพื่อที่จะดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสมและเป็นพลเมืองที่มีคุณภาพ จึงพยายามปรับปรุงหลักสูตร และวิธีการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ให้คุณภาพสูงขึ้นและเหมาะสมกับสภาพสังคมที่เปลี่ยนไป (พรหม ภาณุคามเท. 2528 : 1) การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นด้านการพัฒนาตัวผู้เรียนมากกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียน

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่ได้รับการพัฒนาให้สอดคล้องกับพัฒนาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีจุดประสงค์สำคัญดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ.

2520 : 53)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะสำคัญในการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโดยสรุปก็คือ ต้องการให้นักเรียนได้รับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สำหรับด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก็เห็นว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ได้หมายถึงเฉพาะตัวความรู้ อันได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนคติ กฎ หลักการ ทฤษฎี สมบัติฐาน เท่านั้น

หากแต่รวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เข้าไปด้วย ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยในการปรับตัว
 ของผู้เรียน เพราะว่าประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนมีความสัมพันธ์ เกี่ยวข้องกับความรู้
 ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ เมื่อผู้เรียนประสบปัญหา ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ หลักเกณฑ์ทาง
 วิทยาศาสตร์ เข้าช่วยในการแก้ปัญหา นั้น ๆ (พิทักษ์ รัชชชลเกษ. 2520 : 26) อีกหนึ่งมีส่วน
 ช่วยในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพิ่มเติมอยู่เสมอ ช่วยพัฒนาความคิดอันจะก่อให้เกิด
 ความเจริญงอกงามทางสติปัญญา ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคมที่ตนเองอยู่ได้ (มังกร
 ทองสุกดี. 2523 : 30) แต่จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย
 17.96 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (กรมสามัญศึกษา. 2525 : 21 - 27) และจาก
 งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ใน
 ระดับต่ำ เด็กทำคะแนนได้ระดับต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนรวม (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. 2525 : 113)
 แสดงว่านักเรียนไม่ได้รับความรู้ทางด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เท่าที่ควร เหตุผล
 ประการสำคัญคือผู้สอนยังใช้วิธีการสอนแบบเดิมคือ บัดตนเองเป็นศูนย์กลาง ใช้การบรรยาย
 หรือการอธิบายเป็นส่วนใหญ่ (กรมวิชาการ. 2523 : 21) ทั้งนี้เพราะแนวปฏิบัติในคู่มือครู
 เกี่ยวกับกระบวนการ เรียนการสอนที่ครูใช้เห็นเป็นเพียงหลักการทั่ว ๆ ไป ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว
 ครูต้องพัฒนารูปแบบการสอนเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สะดวก จึงหันมาใช้วิธีสอนเดิมที่ตนเองถนัด
 (สมเจตน์ ไวยาकरण. 2530 : 65)

เมื่อพิจารณาจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์อีกประการหนึ่งคือ ให้ความสำคัญ
 ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแสวงหาความรู้ นั้น เห็นว่ามีความสำคัญมาก
 เช่นเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบรวม
 ของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่สามารถนำไปใช้ในวิชาอื่นได้อย่างกว้างขวาง
 (อนันต์ จันทร์แก้ว. 2523 : 5 ; อ้างอิงมาจาก Gagne. 1965) และสอดคล้องกับแนวคิด
 ของ โอเค (อนันต์ จันทร์แก้ว. 2523 ; อ้างอิงมาจาก Okey. 1972) ที่ว่าทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ เกิดขึ้นจากความจริงที่ใคร่เรียนมาเป็นสิ่งมีค่าสูง เพราะนักเรียนสามารถจะใช้

และจัดกระทำกับความรู้ที่ได้รับหลังจากจบจากโรงเรียนแล้ว ดังนั้นครูผู้สอนจำเป็นต้องคิดหาวิธีการที่จะปลูกฝังให้นักเรียนเห็นความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังกล่าว

ในเรื่องของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น ทางสมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะใช้ในการสอนและจะฝึกฝนเพิ่มขึ้นในศตวรรษที่ 21 เป็นทักษะย่อย 13 ทักษะ ทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็น 1 ในจำนวน 13 ทักษะ ที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบัน เพราะเป็นทักษะที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ดังที่ กิมป์ (Gimp, 1968 : 305) ได้กล่าวไว้ว่าทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และ ชงชัย ชิวปรีชา (2524 : 60) ได้ให้ความเห็นว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ เป็นหัวใจของกระบวนการแสวงหาความรู้และการนำความรู้ไปใช้ต่อไป (ปรีชา วงศ์ศิริ และคนอื่น ๆ, 2526 : 80) และทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ตระหนักถึงความสำคัญของทักษะการตั้งสมมุติฐานดังกล่าว จึงกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของทุกบทเรียนไว้ว่า นักเรียนควรจะสามารถตั้งสมมุติฐานได้ (สสวท. 2520 : 2)

แต่อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริงและที่คาดหวังของ ชงชัย จรัสสุริยา (2529 : 62) พบว่า ครูไม่ได้ให้นักเรียนตั้งจุดประสงค์และไม่ได้ให้ตั้งสมมุติฐาน ไม่เน้นการตั้งสมมุติฐานอีกทั้งไม่เห็นความสำคัญของสมมุติฐานควบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วัลลา จิระวงศ์ (2528 : 45) ที่ศึกษาความสามารถในการสร้างคำถามของนักเรียนพบว่า นักเรียนสร้างคำถามขึ้นการตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง และการควบคุมตัวแปรอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่าครูไม่ได้ฝึกให้นักเรียนตั้งคำถามเน้นทักษะเหล่านี้จึงเป็นที่คาดหวังได้ว่า นักเรียนก็ไม่มีความสามารถในทักษะดังกล่าวด้วย

การตั้งสมมุติฐานเป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้าเหล่านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ

หรือเหตุภูมิมาก่อน สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าจะกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม หรือเหตุและผลนั่นเอง (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 68) สิ่งจำเป็นที่เป็นพื้นฐานในการจะส่งเสริมใหญ่ เรียบมีทักษะการตั้งสมมุติฐานได้นั้นจะต้องอาศัยการฝึกคิดหาความสัมพันธ์ของเหตุและผล นั่นคือให้เด็กคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้คนปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อม และสามารถจัดการกับภารกิจในส่วนที่เกี่ยวกับตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Jersild. 1960 : 355) การมีเหตุผลที่ดีเป็นคุณค่าแห่งความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เพราะเหตุผลเป็นสิ่งที่ช่วยให้บุคคลค้นพบความจริง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต (พุทธศาสนิกศ. 2517 : 41 - 42) และเป็นสิ่งสำคัญในการแสวงหาความรู้ ทั้งปวงทั้งที่ วิชา มหาคณ (2527 : 32) โทกล่าวเอาไว้ว่าเหตุผลเป็นสิ่งสำคัญในการแสวงหาความรู้ ความรู้เริ่มตนจากความสงสัย ทำให้คนเราต้องคิดหาเหตุผลเมื่อเราหาเหตุผลมาก ความสงสัยใคร่ ความรู้ก็เกิดขึ้น เมื่อผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างมีเหตุผล สามารถบอกความสัมพันธ์ของเหตุและผลได้ ก็น่าจะมีทักษะการตั้งสมมุติฐานด้วย

การจัดการ เรียนการสอนเพื่อใ้บรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งทาง คำนวณสัมพันธ์ทางการ เรียนและฝึกคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การมีทักษะการตั้งสมมุติฐานมีหลายวิธีด้วยกันเป็นต้นว่า การจัดกิจกรรมระดมพลังสมอง การให้นักเรียนฝึกคิดและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง นอกจากนั้นกระทรวงศึกษาธิการได้เสนอให้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาสอนการคิดควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหา โดยเชื่อว่าวิธีสอนตามรูปแบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด โดยใช้เหตุผล และรู้จักกระทำ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น อันเป็นจุดหมายของหลักสูตร ในทุกระดับ (กรมวิชาการ. 2525 : 265 - 268) และสอดคล้องกับแนวคิดของ อนันต์ จันทรกีวี่ที่ว่าวิธีสอนที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนเพื่อใ้รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วย การนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (อนันต์ จันทรกีวี่. 2523 : 6) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มองเห็น ความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนเพื่อใ้บรรลุจุดหมายของหลักสูตรในทุกระดับ จึงกำหนดให้ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนสืบเสาะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองด้วยการทำกิจกรรม และการทำการทดลองต่าง ๆ ตามวิธีการทำนองเดียวกับวิธีทฤษฎีวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้า

หาความรู้ หาข้อเท็จจริงด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (บุพผา ทัศนเจริญ. 2529 : 2) ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง ขั้นตอนทดลอง ขั้นตอนิปราย หลังการทดลอง ในแต่ละขั้นผู้สอนจะตั้งคำถามหรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามหรือทำกิจกรรมอื่น ๆ ด้วยตนเอง เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด แต่ในการเรียนการสอนจริงไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนคิดเท่าที่ควร ส่วนใหญ่จะเป็นการสอนแบบบรรยายหรือบางครั้งอาจบอกคำตอบให้นักเรียนในทันที นักเรียนยังไม่ได้อธิกคิดไ้ทราบคำตอบเสียแล้ว และเขาจะจำคำตอบไปโดยไม่ทราบเหตุผลว่าเป็นมาอย่างไร เพราะนักเรียนไม่เคยคิดเลยหรือคิดไม่เป็น (พินิจ ศรีจิตเทรที. 2525 : 112)

จากสภาพปัญหาที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ นักเรียนไม่ค่อยมีโอกาสได้อธิกคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่มีทักษะการตั้งสมมุติฐาน แนวทางหนึ่งที่น่าจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้คือ การใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เนื่องจากแบบฝึกเป็นสื่อการสอนที่จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ เป็นการฝึกฝนตนเองด้านกาการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยฝึกคิดอย่างมีขั้นตอนจากขั้นของการสังเกตและศึกษาปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ฝึกการใช้เหตุผลรวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล อันจะเป็นแนวทางให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งน่าจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เปรียบเทียบกับการสอนตามคู่มือครู เพื่อจะไ้ทราบว่ากาการสอนแบบใดจะสามารถทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานดีกว่ากัน อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อใ้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใ้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อ เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ใ้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู

3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

4. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำให้ทราบถึงผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการตั้งสมมุติฐาน และทำให้ได้ตัวอย่างการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งจะเป็นแนวทางแก่ครูในการสร้างและใช้แบบฝึกประกอบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 653 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย โดยจับสลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 14 ห้องเรียน แล้วจับสลากอีกครึ่งหนึ่งแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 45 คน

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ซึ่งเป็นบทเรียน บทที่ 11 ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 4 (ว 204) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอน 2 แบบ ซึ่งแบ่งเป็น

5.1.1 การสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

5.1.2 การสอนตามคู่มือครู

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

5.2.2 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน

นิยามศัพท์เฉพาะ

การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการกระทำหรือกระบวนการทางสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยใช้การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมและการลงความคิดเป็นมาประกอบในการพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล แบ่งการฝึกออกเป็น 2 ช่วงคือ

1. ช่วงอภิปรายก่อนการทดลองมีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้

1.1 ชื่อแบบฝึก

1.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

1.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นชั้นที่นักเรียนพิจารณาปัญหา โดยระบุว่าปัญหานั้นทดลองได้หรือทดลองไม่ได้

1.3.2 ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เป็นชั้นที่นักเรียนแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา โดยการเชื่อมโยง จมูก ระหว่างสาเหตุกับปัญหาในชั้นที่ 1.3.1 ที่สอดคล้องกัน

1.3.3 ชั้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นชั้นที่นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในชั้นที่ 1.3.2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผลโดยให้เขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า..... แล้ว.....

1.3.4 ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง เป็นชั้นที่นักเรียนตรวจสอบแนวคิดเพื่อตัดสินใจเลือกข้อความซึ่งเป็นสมมุติฐานของการทดลอง แล้วนำไปทดลองในห้องเรียน โดยใช้เกณฑ์จากการกำหนดคุณสมบัติให้

2. ช่วงอภิปรายหลังการทดลอง มีโครงสร้างของแบบฝึกดังนี้

2.1 ชื่อแบบฝึก

2.2 คำชี้แจงในการใช้แบบฝึก

2.3 กิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติ นักเรียนจะเขียนข้อความตามความคิดเห็นของตนเองในแต่ละขั้นตอนดังนี้

2.3.1 ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เป็นชั้นที่นักเรียนสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดเพื่อระบุปัญหา

2.3.2 ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ เป็นชั้นที่นักเรียนคิดแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาที่ได้ในชั้นที่ 2.3.1

2.3.3 ชั้นสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล เป็นชั้นที่นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนให้สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า..... แล้ว.....

การสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นตอนปรายก่อนการทดลอง

1.1 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลตอนที่ 1

1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้

ในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง เป็นขั้นที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดในแบบเรียน

3. ขั้นตอนปรายหลังการทดลอง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน
เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

3.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลตอนที่ 2
เพื่อฝึกการนำความรู้ไปใช้

การสอนตามคู่มือครู เป็นการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้โดยให้
นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

1. ขั้นตอนปรายก่อนการทดลอง

2. 1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา

1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลอง

1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการทดลอง

2. ขั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติตามการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในแบบเรียน

3. ขั้นตอนปรายหลังการทดลอง

3.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน
เพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่

3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ใน
ชีวิตประจำวัน

คุณสมบัติทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงและทรงรักษาไว้ ซึ่งสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วในวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) เรื่องการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย คือความ ชยบายความ จากความรู้ที่เรียนไปแล้ว
3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้ พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมในขั้น การสังเกต การจำแนก การวัด การสังเกตความคิดเห็นจากข้อมูล การจัดกระทำและสื่อความหมายจากข้อมูล การพยากรณ์ การกำหนด และควบคุมตัวแปร การทดลอง การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การตีความหมาย ข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์แล้วว่ามีผลสำคัญและเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา

ทักษะการตั้งสมมุติฐาน หมายถึง ความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเน ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยเขียนแสดงออกมาให้เห็น ในรูปของข้อความที่สามารถพิสูจน์โดยการทดลองหรือนานทัศน์มาสนับสนุน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

พฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการตั้งสมมุติฐาน ได้แก่

1. เมื่อกำหนดคำอธิบาย วิธีทำการทดลองหรือข้อความหรือภาพแสดงสถานการณ์ การทดลองมาให้ สามารถวิเคราะห์หาสมมุติฐานได้
2. เมื่อกำหนดตารางบันทึกผลการทดลองให้ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าตารางนั้นใช้ สำหรับบันทึกข้อมูลการทดลอง ซึ่งเป็นผลจากการทดสอบสมมุติฐานใด

ตาราง 1 เปรียบเทียบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
<p>1. ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง</p> <p>1.1 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 1</p> <p>1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</p> <p>2. ขั้นทดลอง</p> <p>นักเรียนปฏิบัติกาทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน</p> <p>3. ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อรวบรวมเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2 เพื่อนำความรู้ไปใช้</p>	<p>1. ขั้นตอนิปรายก่อนการทดลอง</p> <p>1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายปัญหา</p> <p>1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลอง</p> <p>1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและขอความร่วมมือในการทดลอง</p> <p>2. ขั้นทดลอง</p> <p>นักเรียนปฏิบัติกาทดลองตามขั้นตอนในแบบเรียน</p> <p>3. ขั้นตอนิปรายหลังการทดลอง</p> <p>3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่</p> <p>3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิประจำวัน</p>

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
2. เอกสาร เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. เอกสาร เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. เอกสาร เกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล
5. เอกสาร เกี่ยวกับแบบฝึก
6. เอกสาร เกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมติฐาน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
3. งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมติฐาน

เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมีจุดมุ่งหมาย เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักคิด
ด้วยตนเองและรู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Method) เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งผู้เรียนได้สืบเสาะหา
ความรู้ด้วยตนเอง โดยเน้นกระบวนการแสวงหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทั้งตัวความรู้และทักษะ
กระบวนการแสวงหาความรู้

ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาท่านต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้
 ซันด์ และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbride. 1973 : 62 - 63) ได้ให้ความ
 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นความสำคัญของการแสวงหา
 ความรู้หรือความจริงโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สวีตส์ นิชมคคา (2517 : 72) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้เอง

นิคา สะเพียรชัย (2520 : 4) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็คือ
 วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า
 ทดลอง รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การตั้งเหตุผลต่าง ๆ

วิรุพท วิเชียรโชติ (2521 : 36) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการ
 การสอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นคว้า
 ศึกษาค้นคว้า โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอยู่ตลอดเวลา การสอน
 ในลักษณะนี้จะช่วยนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

บุญยศ กวงมาธา (2523 : 63) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้าง
 สถานการณ์ช่วยให้นักเรียนได้กำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์

ไซศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) ได้กล่าวไว้ว่า
 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็น
 การสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 โดยใช้กิจกรรมที่สำคัญคือ การทดลองและการใช้คำถาม

สุเทพ อุดานะ (2526 : 72) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 เป็นวิธีการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาความรู้ เหตุผล กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง การเรียนรู้

เกิดจากการเสาะแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ได้เองจากการเก็บข้อมูล สังเกต พิจารณาหาเหตุผล จนเกิดความเข้าใจใหม่ ๆ

จากที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อันประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ครูมีหน้าที่เพียงเป็นผู้คอยช่วยเหลือและจัดเตรียมสภาพการณ์ กิจกรรม ให้เอื้อต่อกระบวนการที่จะฝึกค้นหาเหตุผลสืบเสาะหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาให้ได้โดยใช้คำถาม และสื่อการเรียนการสอนต่าง ๆ เช่น ของจริง สถานการณ์ ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง บรรยายภาคการเรียน การสอนให้นักเรียนมีอิสระในการซักถาม การร่วมอภิปรายและมีการเสริมแรงอาจกล่าวได้ว่าเป็น การสอนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้นั่นเอง

ประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

มีผู้แบ่งประเภทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้
อนันต์ จันทร์แก้ว (2523 : 6) แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 3 ประเภท

คือ

1. Active Inquiry นักเรียนสืบเสาะหาความรู้โดยการเป็นผู้ถาม ซึ่งครูจะเป็นผู้เฝ้าให้นักเรียนเกิดการซักถามตามชั้นต่าง ๆ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
2. Passive Inquiry ครูเป็นผู้ถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้ เพื่อให้นักเรียนลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง
3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามตามชั้นต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิด ค้นคว้าหาความรู้ จนนักเรียนสามารถลงข้อสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง

สุเทพ ปุสาณะ (2526 : 73) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 2 ประเภทตามบทบาทของนักเรียนที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. การสอนแบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) ครูจะต้องช่วยเหลือแนะนำนักเรียนในการตั้งปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็น นักเรียนจะเป็นผู้ลงมือกระทำและหาข้อสรุปด้วยตนเอง

2. การสอนแบบไม่แนะแนวทาง (Unguided Inquiry) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของบทเรียนมาก โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหาแล้วร่วมกับนักเรียนวิเคราะห์ปัญหาคงกล่าว แล้วให้นักเรียนไปศึกษาหาวิธีการทดลองที่อาจเป็นไปได้หลาย ๆ วิธี แล้วพิจารณาว่าวิธีใดดีที่สุด จากนั้นนักเรียนจึงทำการทดลองและหาข้อสรุป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แบ่งการสอนออกเป็น 2 ประเภท คือ (สมจิต สวชนไพบูลย์. น.ป.ป. : 104 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. : 2523)

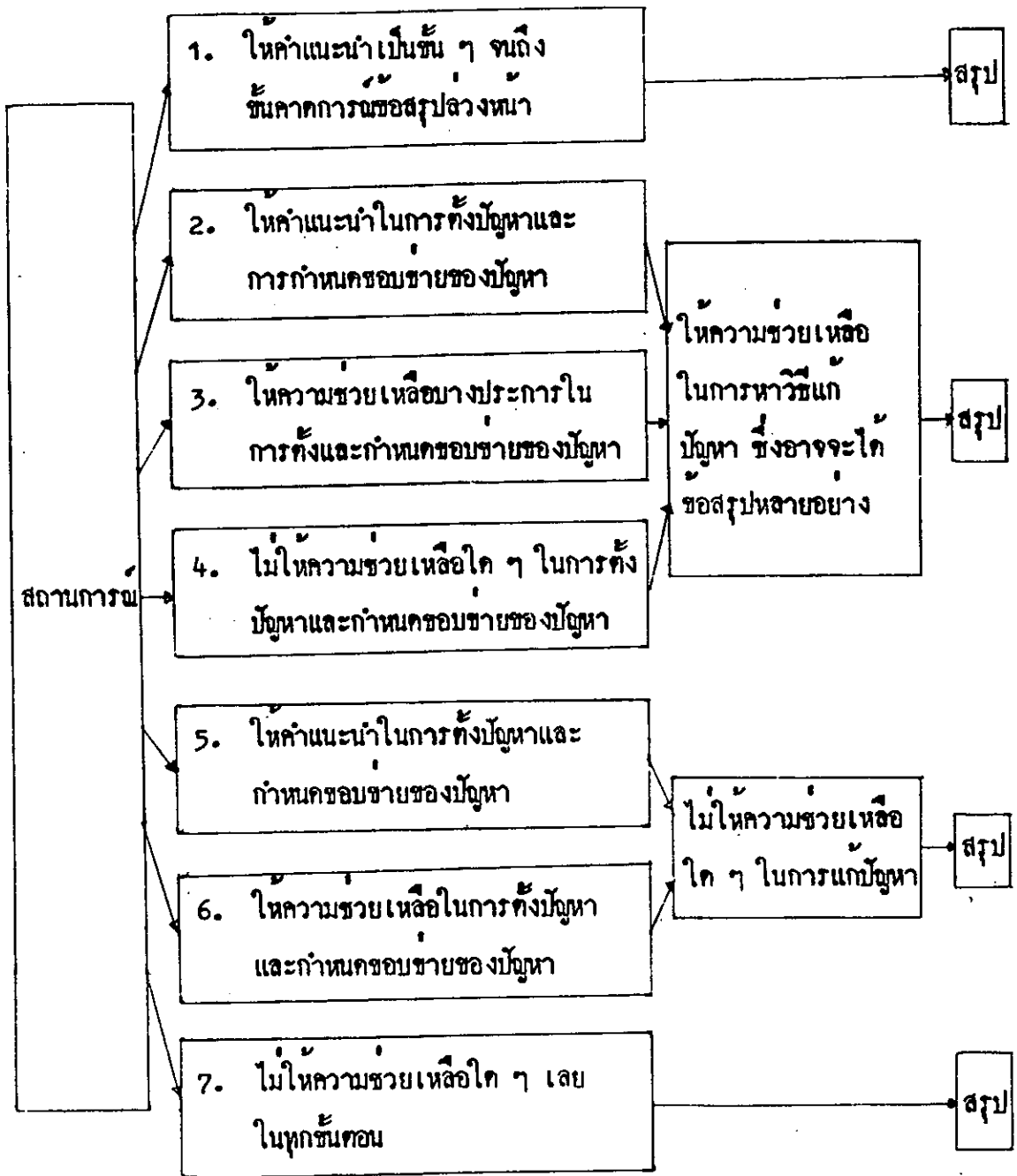
1. การสอนแบบบอกหมด (Expository Oriented) เป็นการป้อนความรู้จากครู โดยใช้คำพูดเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนเป็นฝ่ายฟัง วิธีนี้เป็นการสกัดกั้นความคิดของนักเรียน ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้ง่าย

2. การสอนแบบให้สืบเสาะหาความรู้เอง (Discovery Oriented) ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบ บทบาทของครูมี 2 แบบ คือ

แบบที่ 1 เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วจะปล่อยให้ให้นักเรียนหาวิธีการแสวงหาความรู้เอง โดยไม่ให้คำแนะนำ

แบบที่ 2 เมื่อครูกำหนดปัญหาให้แล้วครูจะบอกเกณฑ์และวิธีการที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา คือการกำหนดแบบการทดลองให้นักเรียนเป็นผู้ทำการทดลองค้นหาความรู้เอง จุดมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือ ต้องการให้นักเรียนเป็นผู้สืบเสาะความรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด แต่ในทางปฏิบัติจริงนั้นนักเรียนยังไม่สามารถสืบเสาะด้วยตนเองได้ทั้งหมด ครูต้องให้คำแนะนำตามความเหมาะสม ซึ่งครูสามารถเลือกกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่โครงการวิทยาศาสตร์ศึกษาของออสเตรเลีย (ASEP) และ สสวท. ได้จัดแบ่งลำดับไว้ดังจะได้กล่าวถึงในลำดับต่อไป

โครงการวิทยาศาสตร์ศึกษาของออสเตรเลีย (Australian Science Education Project - ASEP) ได้แบ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยพิจารณาจากปริมาณการให้คำแนะนำ การช่วยเหลือของครูจากมากไปหาน้อยจนกระทั่งถึงขั้นที่นักเรียนดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองทั้งหมด ซึ่งแบ่งเป็น 7 รูปแบบ ดังแผนภาพต่อไปนี้ (ASEP. 1974 : 82 - 84)



ภาพประกอบ 1 แสดงรูปแบบต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ ASEAN

ตัวอย่างการสืบเสาะหาความรู้จากรูปแบบทั้ง 7 ของ ASEP

รูปแบบที่ 1 ปัญหา อะไรเป็นผลจากกระบวนการหายใจของพืช

นักเรียนได้รับคำแนะนำวิธีการทดสอบน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ครูช่วยเหลือคำถามการให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่าง "พืชที่อยู่ในที่ที่มีแสงจะให้.....

และ....."

รูปแบบที่ 2 หลังจากการอภิปรายเรื่อง การสังเคราะห์แสงแล้ว นักเรียนได้ทราบปัญหา และแบบการทดสอบว่าคลอโรฟิลล์จำเป็นในกระบวนการสังเคราะห์แสง

รูปแบบที่ 3 นักเรียนถูกแบ่งเป็นพวก ๆ ตามประสบการณ์หรือสถานการณ์ที่เขาเคยสังเกตพบการเจริญเติบโตของพืช ให้นักเรียนตั้งปัญหาและหาข้อสรุปล่วงหน้าจากหัวข้อต่าง ๆ เหล่านี้ โดยไม่คาดการณข้อสรุปล่วงหน้า และให้คำแนะนำมากน้อยต่างกันในแต่ละพวก

รูปแบบที่ 4 ให้นักเรียนมองดูต้นไม้และเขียนคำถามในสิ่งที่สงสัย คำถามเหล่านี้จะ ได้รับเลือกเป็นหัวข้อสำหรับการเสาะแสวงหาคำตอบ ครูจำกัดการให้ความช่วยเหลือในรูปของการบอกใบ้และการให้คำแนะนำ

รูปแบบที่ 5 หลังจากการเสนอปัญหา นักเรียนจะค้นหาจนได้คำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง

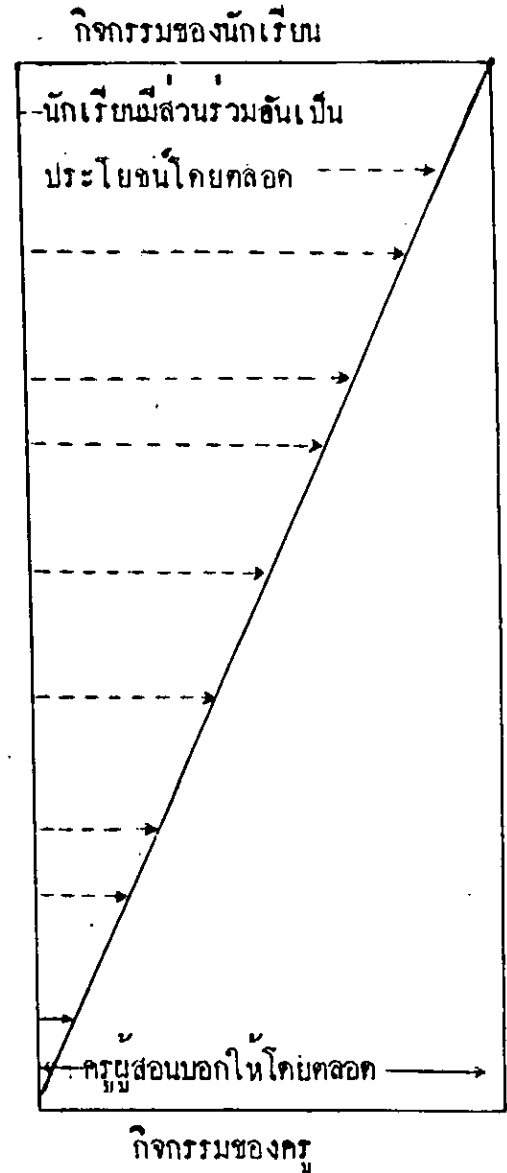
รูปแบบที่ 6 นักเรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบเองอย่างอิสระ โดยครูช่วยเหลือบ้างในการตั้งปัญหาและกำหนดขอบข่ายของปัญหาที่เหมาะสม นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการสืบเสาะจนได้คำตอบ

รูปแบบที่ 7 หลังจากการทำกิจกรรมที่นักเรียนสนใจ นักเรียนจะได้รับคำสั่งว่ามีเวลา 2 ชั่วโมงในการเรียน ให้เลือกปัญหาและสืบเสาะหาวิธีการแก้ปัญหา โดยครูไม่ให้ความช่วยเหลือใด ๆ เลย

สสวท. ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า ครูสามารถเลือกกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม ดังแผนภาพที่แยกให้เห็นปริมาณ การชี้แนะแนวทางของครูจากมากไปหาน้อย (ขงบุษย สายคง. 2527 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. : น.ป.ป.)

แนวการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

9. เริ่มด้วยการตั้งปัญหาและตัวแปรต่าง ๆ การสร้างสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง การทดสอบสมมุติฐาน
8. การทดลอง กำหนดวิธีการทดลองซึ่งอาจทำได้โดยการทดลองหลายอย่างและการสร้างสมมุติฐาน
7. นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐาน
6. กำหนดวิธีการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐาน นักเรียนต้องหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ
5. ครูทำการสาธิตเพื่อให้เป็นจุดสนใจนำไปสู่การใช้คำถาม
4. กำหนดข้อมูลให้และแนะแนวทางในการแปลความหมายข้อมูล
3. บรรยายพร้อมด้วยการใช้คำถาม
2. ทำการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลองและบอกวิธีการสังเกตพร้อมทั้งบอกผลการทดลองให้
1. การบรรยาย



ภาพประกอบ 2 แสดงการจัดกิจกรรมแบบต่าง ๆ ตามแนวของ สสวท.

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีทั้งแบบบอกหมดและเสนอให้สืบเสาะหาความรู้เอง แต่ในการสอนจริง ๆ การที่นักเรียนจะสืบเสาะได้เองเป็นไปได้ยากมาก ดังนั้นในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังไม่พร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองทั้งหมดครูจึงต้องเป็นผู้แนะนำ และให้ความช่วยเหลือ ในระดับต่าง ๆ อาจจะลดหลั่นกันไป หรือให้ความช่วยเหลือลดลงเรื่อย ๆ เมื่อนักเรียนเริ่มคุ้นเคย กับวิธีสืบเสาะและทำการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเองแล้ว

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เอเชม (ASEP. 1974 : 91) ได้กำหนดขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

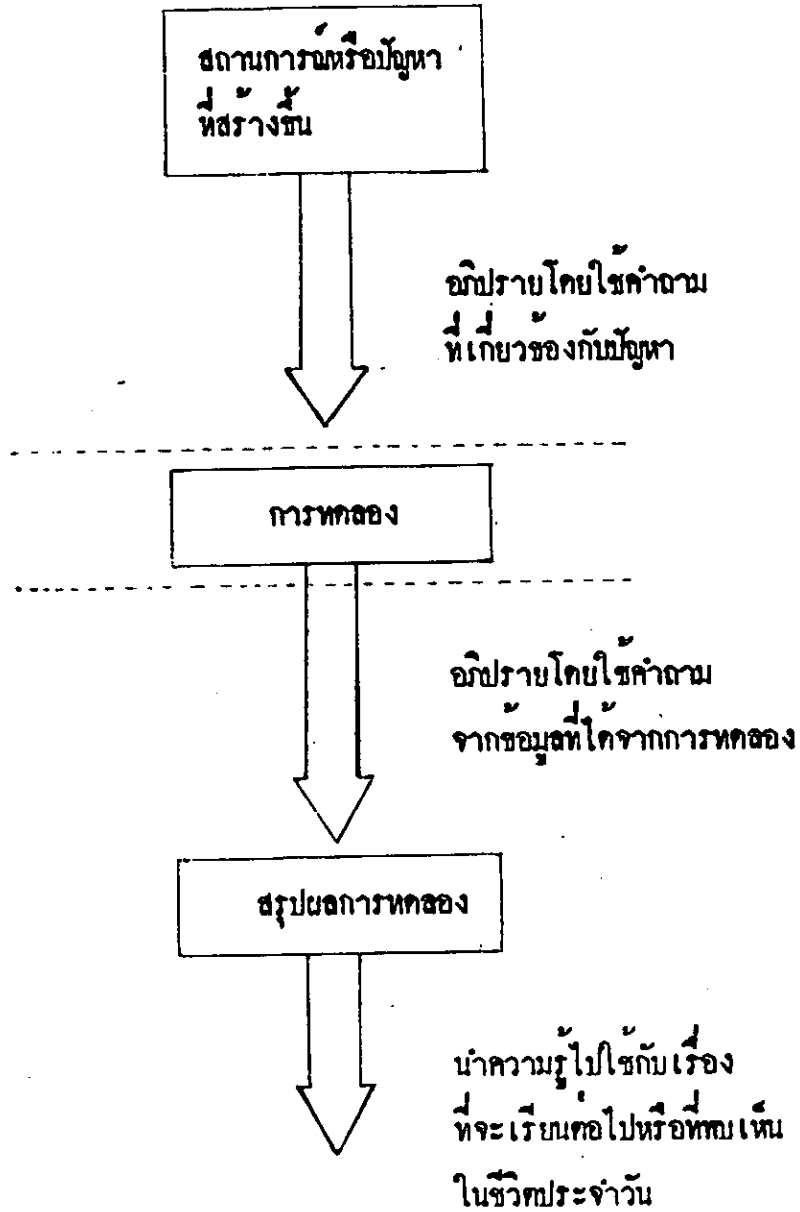
1. สถานการณ์ที่เป็นสิ่งเร้าให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ปัญหาที่จะของคนหาวิธีการแก้
3. การลงสรุปข้อมูลซึ่งเป็นผลจากการสืบเสาะหาความรู้
ซึ่งทั้งสามขั้นตอนนี้ เชื่อมกันด้วย
 1. การกำหนดปัญหาและการกำหนดนิยามของปัญหา
 2. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและบัณฑิตศึกษุปกรณการสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 115 - 118) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญในขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้ว จะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ใหญ่เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง ถ้าแสดงความคิดเห็น ขอมรับความคิดเห็นของคนอื่นอย่างมีเหตุผล ส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกใหญ่เรียนรู้จักพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

กิจกรรมการอภิปรายเข้าสู่การทดลองและอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลองนั้นผู้สอนจำเป็นต้องใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนใหญ่รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง และข้อมูลที่ไ้จากการทดลองกับข้อสรุปในการอภิปรายซักถามนั้น นักเรียนอาจจะใช้คำถามถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองก็ได้ ซึ่งการสอนในลักษณะนี้อาจจะเขียนแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 แสดงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามลักษณะที่แสดงในแผนภูมิ สามารถที่จะแบ่งเป็น
ขั้นตอนได้ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาที่ สอดคล้องควรรู้ที่อยู่ใกล้ตัว ถึงกับความสนใจของนักเรียน
และสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองได้
2. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหาและควร
เป็นคำถามที่ให้นักเรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ (สมมุติฐาน)
3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลอง และความปลอดภัย
ในการใช้อุปกรณ์
4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลหรือศึกษาข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ที่ผู้เรียนได้ทดลองไว้
แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ครูมีบทบาทในการช่วยเหลือ
5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง การใช้คำถามจะท้ออาสัยข้อมูล
จากการทดลองเป็นหลักเพื่อนำไปสู่การสรุปคำตอบในการแก้สถานการณ์หรือปัญหาข้างต้น และควรจะมี
คำถามที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันหรือเรื่อง
จะเรียนต่อไป

สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 105 - 110) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ
เรื่องที่จะศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจได้จากการสังเกตวัตถุจริง
หรือปรากฏการณ์โดยตรง จากการทดลองหรือรวบรวมมาจากเพื่อน ๆ ในขั้นนี้ควรใช้เทคนิคการนำ
เข้าสู่บทเรียนด้วย สิ่งสำคัญที่ควรตระหนักคือ นักเรียนต้องมีความพร้อมก่อนที่จะเรียนเรื่องใหม่
ถ้านักเรียนไม่มีความรู้พื้นฐานครูต้องทบทวนความรู้พื้นฐานก่อน

การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา นอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

การเสนอปัญหาอาจใช้ในรูปแบบของคำถาม การเล่านิทาน เล่าประสบการณ์ ชาติ ตา

แล้ววางแผนค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหา บอกจุดประสงค์ของการทดลอง บอกสิ่งที่ต้องสังเกต และจดบันทึก

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา แต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า ครูกำหนดวิธีการทดลอง ให้ครูอธิบายการกระทำกิจกรรมเท่าที่จำเป็น

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนดูและนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 ครูบอกแหล่งข้อมูลหรือให้ข้อมูลกับนักเรียน แล้วให้นักเรียนตีความหมายจากข้อมูลเอง

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) เป็นขั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาจัดกระทำก่อนเพื่อจะนำไปตีความและลงข้อสรุปต่อไป

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) โดยครูจัดสถานการณ์อย่างใหม่ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้แก้ปัญหา

สำหรับขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สมจิต สวชนไพฑูริย์ (ม.ป.ป. : 112) ใกล้เคียงนี้

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ก่อนปัญหา

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุม และให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้นสนับสนุน และเป็นพี่ปรึกษาผู้ช่วย นักเรียนจะเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะตั้งคำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมไว้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ควยคำถามต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น มีแนวคิดกว้างขวางยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีผู้แบ่งไว้หลายท่านดังที่กล่าวมาแล้วนั้น พอจะสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นอกจากจะจัดให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ ในการสืบเสาะของนักเรียนด้วยการให้คำแนะนำและช่วยเหลือต่างระดับกันแล้วในแต่ละรูปแบบก็ ต้องจัดกิจกรรมในการสืบเสาะที่ประกอบด้วยการอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลองและการอภิปราย หลังการทดลอง ซึ่งจะต้อคำนึงถึงพฤติกรรมการสอน หลักจิตวิทยาในการเรียนรู้ด้วย

หลักจิตวิทยาและข้อควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คูวิตซ์ นิยมคา (2517 : 125 - 126) ได้กล่าวถึงหลักจิตวิทยาที่สนับสนุนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียน ได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ นั้น ๆ มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการ เรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียน อยากเรียน ไม่ใช่บีบบังคับนักเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า แทนที่จะให้เกิดความล้มเหลว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิด ให้นักเรียนคิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

เอเซม (ASEP. 1974 : 94) ได้กล่าวถึงข้อที่ควรคำนึงถึงในการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้แบบเป็นผู้กระทำ ทำให้เกิดการรับรู้ในการ เรียนดีกว่าการเรียนแบบเป็น ผู้ถูกกระทำ
2. การเรียนรู้จะได้อคติเมื่อสถานการณ์นั้นก่อให้เกิดความสำเร็จมากกว่าความล้มเหลว
3. ความคิดสร้างสรรค์จะพัฒนาได้ดีเมื่อนักเรียนมีโอกาสได้คิดอย่างสร้างสรรค์
4. การสืบเสาะหาความรู้ สามารถทำให้เกิดการคิดอย่างมีเหตุผลและก่อให้เกิดเจตคติ

สุเทพ อู่สาหะ (2526 : 72 - 73) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะ ต้อคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ครูไม่มีหน้าที่บรรยายหรือแก้ปัญหาให้นักเรียนทั้งหมด
2. ครูเป็นเพียงผู้แนะแนวทางและให้ความสะดวกในการแก้ปัญหาให้นักเรียนสร้าง
สมมุติฐาน พิสูจน์สมมุติฐาน สรุปและนำผลสรุปไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับปัญหาอันใหม่ต่อไป ดังนั้น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะต้องถูกนำมาใช้ตลอดเวลา

3. เครื่องมือดำเนินการคือคำถามและต้องใช้ให้เหมาะสมด้วย

สรุปไว้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรดำเนินการให้
ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมด้วยตนเอง และมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา เปิดโอกาส
ให้นักเรียนได้ซักถาม รวบรวมอภิปรายอย่างอิสระ มีโอกาสได้รับความสำเร็จ มีความภาคภูมิใจ
เพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนต่อไป

เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดหาเหตุผล
ด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายของแผนการศึกษาชาติ
ที่ต้องการให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี จึงกำหนดให้ใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในการศึกษา
ค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ คือ
การอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลองและการอภิปรายหลังการทดลอง โดยเฉพาะในขั้นอภิปราย
ก่อนการทดลองและขั้นอภิปรายหลังการทดลองนั้น กำหนดให้มีการฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล อย่างเป็น
ระบบโดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งน่าจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้นด้วย

เอกสาร เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์

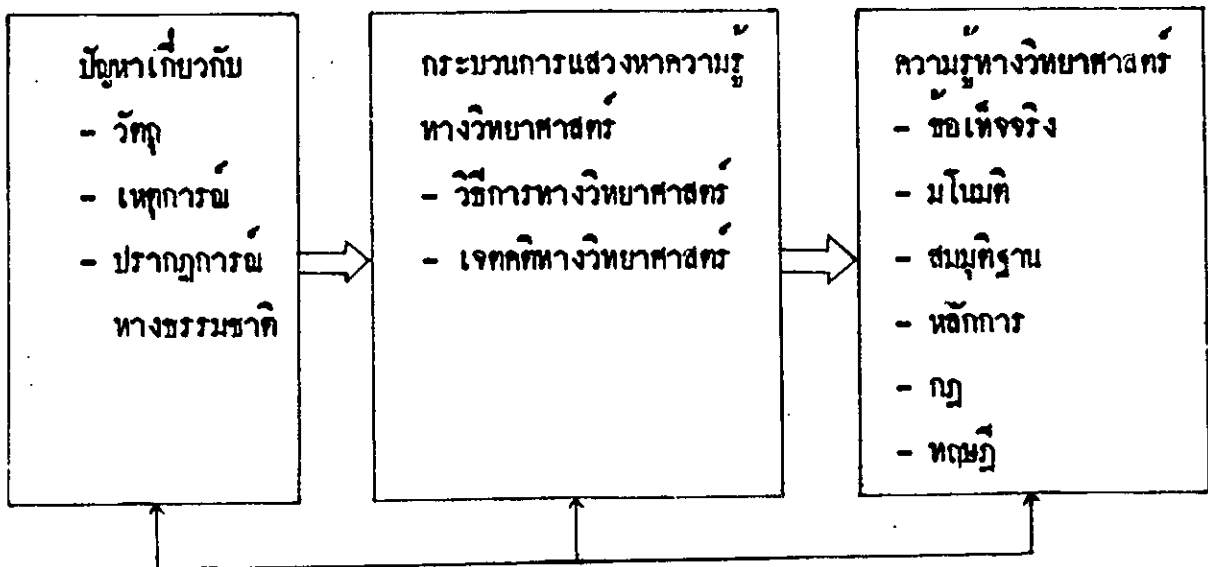
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมาก ในการค้นคว้าหาคำตอบหรือการแสวงหา
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สมจิต สวชนไพฑูริย์ (ม.ป.ป. : 99 - 107) ได้จัดลำดับขั้นตอนของ
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน

3. พิสูจน์หรือทดลอง

4. สรุปผลและการนำไปใช้

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยที่ความรู้จะเกิดขึ้นหลังจากได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ เพื่อค้นหาตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญในกระบวนการแสวงหาความรู้ และมีความสัมพันธ์กับความรู้ทั้งแผนภูมิต่อไปนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ของวิธีการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สำหรับการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอน โดยแบ่งลำดับขั้นตอนเป็น 4 ขั้น 5 ขั้นหรือ 6 ขั้นบ้าง ขึ้นอยู่กับการนำขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปขยายเป็นขั้นตอนเสริมขึ้นอีก แต่ส่วนใหญ่มักสรุปเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สมจิต สวชนไทยลย์. ม.ป.ป. : 99 - 107)

ขั้นที่ 1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Location of Problem) การจะได้ปัญหาเพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากครูและนักเรียนร่วมกัน เติบโตเรื่องที่จะเรียนออกมา

ในรูปของปัญหา ครูจะเป็นผู้กระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียน จนเกิดมีปัญหาค้น อาจใช้สื่อต่าง ๆ เช่น ของจริง ภาพ ภาพยนตร์ สไลด์ การเล่าเรื่อง คำานาน นิทาน การแสดงบทบาทสมมุติหรือการใช้สถานการณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกันเรื่องที่เรียนเป็นสิ่งเร้าให้เกิดปัญหาค้น

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมุติฐานในการแก้ปัญหา (Setting up the Hypothesis)

ในขั้นนี้จะเป็นการวางแผนร่วมกันเพื่อจะหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ อาจใช้วิธีเดียวหรือหลายวิธีร่วมกัน ซึ่งนักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้โดยอาศัยการสังเกตข้อเท็จจริงต่าง ๆ จนสามารถคาดคะเนสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

ขั้นที่ 3 การทดลองและรวบรวมข้อมูล (Experimenting and Gathering)

เมื่อครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนในการหาวิธีให้ได้คำตอบจากปัญหาต่าง ๆ แล้วก็จะลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่ให้เป็นคำตอบของปัญหา ในขั้นนี้ครูจะเป็นผู้แนะแหล่งข้อมูล เตรียมอุปกรณ์ และให้คำปรึกษาวิธีการรวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในเรื่องความเหมือน ความแตกต่าง ตลอดจนการพิจารณาเลือกข้อมูลให้ได้ตรงประเด็นปัญหาให้มากที่สุด

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis of Data)

นักเรียนควรนำข้อมูลที่ได้นำมารายงานในชั้นเรียน เพื่อให้สมาชิกในชั้นเรียนได้อภิปรายเพิ่มเติมความเข้าใจของแต่ละบุคคล และมีการซักถามข้อสงสัย และแสดงความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้ ครูจะเป็นผู้คอยตรวจสอบความถูกต้องของข้อเท็จจริง และช่วยขยายเพิ่มเติมส่วนที่ยังขาดและเสริมส่วนที่ยังคลุมเครือให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 การสรุปผล (Conclusion)

เป็นขั้นสุดท้ายของกระบวนการ เป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลต่าง ๆ

สรุปแล้วการสอนแบบวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะประสบผลสำเร็จได้เป็นอย่างดีนั้น ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต้องเข้าใจวัตถุประสงค์และวิธีการสอนอย่างถูกต้องด้วย

เอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จุดมุ่งหมายของการ วิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้น ท้องการให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้หรือที่เรียกว่าผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

อันประกอบด้วยส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการ
 แสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น นักเรียนต้องใส่ใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย
 ถ้านักเรียนมีความสามารถในการใส่ใจทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้จะช่วยให้
 นักเรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถที่จะแสวงหาความรู้ในระดับสูงขึ้นไปได้ ซึ่งมีการให้ความหมาย
 และจัดแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ดังนี้

ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีผู้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังต่อไปนี้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย.
 2525 : 59) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่
 เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

โชติ เพชรชื่น (2527 : 16) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง
 ความชำนาญ ความคล่องแคล่วในการคิดและการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้
 พฤติกรรมต่าง ๆ ในการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องให้
 นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพื่อจะได้นำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแสวงหา
 ความรู้ในวิชาอื่น ๆ และในชีวิตประจำวันอีกด้วย

สมาคมวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา คือ AAAS (American Association for
 the Advancement of Science) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 13 ทักษะ
 ดังต่อไปนี้ (AAAS. 1971 : 33 - 176)

ทักษะเบื้องต้น (Basic Process Skill) จัดไว้ 8 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งได้แก่ ตา หู
 จมูก ลิ้น และผิวหนัง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล คุณลักษณะหรือรายละเอียดของสิ่งของหรือ
 ปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและคุณภาพ

2. การวัด (Measuring) หมายถึง การใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งการกะประมาณค่าที่ควรจะได้วัดได้

3. การใช้จำนวนเลข (Using Number) หมายถึง การนำตัวเลขมากำหนดคุณลักษณะต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง พื้นที่ ปริมาตร หรือจำนวนของสิ่งต่าง ๆ รวมทั้งการคำนวณเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ยหรืออัตราส่วน

4. การจัดจำพวก (Classifying) หมายถึง การจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ โดยพิจารณาจากคุณสมบัติที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือต่างกันของสิ่งของหรือเหตุการณ์นั้น ๆ ซึ่งอาจมีวิธีแบ่งได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้

5. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การพูดหรือการแสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น แผนภูมิ สมการ กราฟ หรือตัวอักษร เป็นต้น เพื่อให้บุคคลอื่นเข้าใจหรือรับทราบความคิด ความรู้สึกต่าง ๆ ได้ตามที่ต้องการ

6. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมิติและเวลา (Using Spacetime Relationships) หมายถึง การนำเอาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา หรือมิติกับมิติ หรือเวลากับเวลา มาอธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ในพื้นที่ มิติ หมายถึง คุณสมบัติเกี่ยวกับความยาว ความหนา รูปร่าง ขนาดหรือตำแหน่งที่อยู่ของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ เช่น การหารูปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เพื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่าง ๆ กัน

ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกากับจังหวะการเต้นของชีพจร

ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

7. การสรุปอ้างอิง (Inferring) หมายถึง การอธิบายปรากฏการณ์หรือข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยอาศัยข้อมูลที่สังเกตได้รวมประกอบกับประสบการณ์เดิม

8. การทำนาย (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคตว่าน่าจะเป็นอย่างไร โดยอาศัยหลักฐานส่วนใหญ่ที่ได้จากการสังเกต หรือการวัดประกอบกับการสรุปอ้างอิง

ทักษะเชิงซ้อน (Integrated Process Skill) จัดไว้ 5 ทักษะ

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally) หมายถึง การให้ความหมายของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในรูปที่สังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติได้ และบอกได้ว่าในสถานการณ์หนึ่ง ๆ จะมีวิธีสังเกตหรือวัดสิ่งนั้นได้อย่างไร

2. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying Controlling and Manipulating Variables)

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การแยกตัวแปรต่าง ๆ ออกเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรอื่น ๆ ที่ต้องควบคุม

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การพยายามทำให้สรุปได้ว่า ผลการทดลอง (ตัวแปรตาม) เป็นผลจากตัวแปรต้น โดยการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3. การสร้างสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคาดการว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (Data Processing and Interpreting)

การประมวลผลข้อมูล หมายถึง การรวบรวมข้อมูลให้อยู่ในรูปของตาราง ข้อความ หรือข้อความถึงตาราง หรือกราฟ และการคำนวณหาสถิติพื้นฐานจากข้อมูล

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบอกความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ จากข้อมูลที่ประมวลผลแล้วหรือการให้ความหมายของข้อมูลเชิงปริมาณเป็นเชิงคุณภาพ

5. การออกแบบการทดลอง (Designing and Investigation) หมายถึง การกำหนดโครงการทดลอง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาทดสอบสมมุติฐาน โดยคำนึงถึงนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เครื่องมือและวิธีการที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ใ้กล่าวถึง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ เช่นเดียวกันดังนี้ (สมจิต สวชนไพฑูรย์. ม.ป.ป. : 66 - 73)

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1.1 ชับงและบรรยายสมบัติของวัตถุใดโดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุใดโดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือใดเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดใด

2.3 บอกวิธีจิกและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อนุกรมน์ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัด

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ตั้งกี่ยว อาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 นอกเกณฑ์ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะ เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุ จะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

4.1 ขั้วรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วากรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 นอกขอบของรูปทรงและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 นอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติ ที่เห็น

เนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

4.4.1 เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุ สามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ)

ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

4.4.2 เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

4.4.3 บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดขึ้นจากการตัดวัตถุ (3 มิติ)

ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจกและภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็น

ชายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาหรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไป กับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดหัตถะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่าง ๆ กับ

เวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่นับได้มาคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

5.1 การนับ

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของใดถูกต้อง

5.1.2 ไขตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ทักสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.1.3 ทักสินว่าของในกลุ่มใดมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจ เสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ โคordinate วังจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยข้อความที่เหมาะสมกระชับรัดกุม สื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวาดแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความึกเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความึกเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ สามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่ม
ความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกต โดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดสอบโดยอาศัยปรากฏการณ์
ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ
การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นนอกขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การศึกษาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัย
การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็น
หลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์
ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมุติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

สามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ และ
ประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขต
ของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้
ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ กำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ
ให้สังเกตและวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่^๒ของควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลอง^๒กว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่^๒เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่^๒เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่^๒ของควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะ^๒ต้องควบคุมให้เหมือนกัน มีเช่นนี้อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ ชี้แจงและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่^๒ของควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน^๒การทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง^๒เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติ^๒การทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติ^๒การทดลองจริง

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจจะ^๒เป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

12.3.1 การออกแบบการทดลอง โดย

12.3.1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึง^๒ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่^๒ของควบคุมด้วย

12.3.1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมี ซึ่งจะต้องใช้ในการทดลอง

12.3.2 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

12.3.3 บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มียู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

13.1 แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มียู่ได้

13.2 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มียู่ได้

จากเอกสารเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้น พอจะสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความสำคัญเนื่องจาก เป็นส่วนหนึ่งของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ที่อยู่ตลอดเวลาในชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการตั้งสมมุติฐาน จึงได้สร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลขึ้นมาเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะการตั้งสมมุติฐาน อันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนในการนำไปใช้ในกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ต่อไป

เอกสาร เกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

การคิดและการพัฒนาการคิด เป็นสิ่งที่นักการศึกษาทั่วไปมีความเห็นสอดคล้องกันว่าเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการศึกษาทุกระดับตั้งแต่ เฟรดเดอริคเซน (สมเจตน์ ไวยาการณ. 2530 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Fredericksen. 1984) กล่าวว่า ภารกิจเบื้องต้นของสถาบันการศึกษานับตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา คือ การทำหน้าที่สอนหรือปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดความรู้ในรายวิชาต่าง ๆ และทักษะการคิด ทั้งนี้เพราะการสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสาระวิชาโดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น จะทำให้การคิดของผู้เรียนเป็นการคิดตามตำราหรือเป็นไปตามขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียนมา เมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วผู้เรียนจะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ใคร่รับหรือที่มียู่ไปใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริงที่แตกต่างไปจากที่ตนพบในโรงเรียน

ไต่อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม (สมเจตน์ ไวยาการณ์. 2530 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Sieglan. 1978, Bono. 1983, Dirkes. 1985, Sternberg. 1985)

ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาท่านต่าง ๆ ได้ให้ความหมายของการคิดไว้ดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 336) กล่าวว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวความคิดหรือจิตใจ

บรูเนอร์ และคนอื่น ๆ (Bruner and others. 1956) และ ทาบามา (Taba. 1965) ต่างให้ความหมายสอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation) เกี่ยวกับข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูลรวมถึงการสรุปอ้างอิงควยการจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็นกระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967) ทัศนะว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยแยกแยะคุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อความจริงนั้น ๆ รวมทั้งการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม (Generalization) ทัศนะของ กิลฟอร์ดนี้สอดคล้องกับการคิดในระดับการสร้างแนวคิดรวบยอดที่ บรูเนอร์และคนอื่น ๆ ได้เสนอไว้

เปียเจต์ (Piaget. 1962 : 58) ทัศนะเกี่ยวกับการคิดไว้ว่า การคิด หมายถึง การกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยปัญญา การคิดของบุคคลเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นกระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation) โดยการจับสิ่งเร้าหรือข้อความจริงที่ได้รับให้เข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่กับการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง (Accomodation) โดยการปรับประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อความจริงที่รับรู้ใหม่ บุคคลจะใช้การคิดทั้งสองลักษณะนี้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจสิ่งเร้ามากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนการคิดดังกล่าวจะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับหนึ่งที่สูงกว่า

๖ พอลจะสรุปไว้ว่า การศึกษามีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้ แต่อาจนำมาอธิบายต่างกันคือ ในกรณีที่กล่าวถึงกระบวนการ ก็จะใช้วิธีการศึกษาหรือทักษะการศึกษามาอธิบาย ส่วนในกรณีของผลผลิตก็จะกล่าวถึงคุณภาพการศึกษาซึ่งเป็นผลที่เกิดจากการใช้วิธีการศึกษาแก้ปัญหาหรือทำงาน ในการจัดการศึกษานั้นแม้ในขั้นเตรียมเกิดการคิด ทั้งในลักษณะของกระบวนการหรือวิธีการคิดที่คิดเพื่อให้ได้ผลผลิตของการศึกษาที่มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการและไม่เชิงวิชาการตลอดจนสร้างคุณลักษณะประจำตัวให้เป็นไปตามจุดหมายของหลักสูตร

ประเภทของการคิด

การที่จะปลูกฝังและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหรือวิธีการคิดตามที่ต้องการ ดังกล่าวนั้นจะต้องพิจารณาว่า มีลักษณะหรือประเภทการคิดชนิดใดที่ควรส่งเสริมหรือไม่ควรส่งเสริม เกี่ยวกับลักษณะหรือประเภทของการคิดโดยทั่วไป กาเบ้ (Gagne. 1970 : 283) ได้จำแนก เป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดอย่างเชื่อมโยงหรือไม่มีทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่เหมาะสมเห็นจาก ประสพการณ์ตรงเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยเป็น 5 ลักษณะ คือ

1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์ที่ล่วงมาแล้วเมื่อมีการกระตุ้น จากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งใหม่จากคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มุ่งประสงค์เพื่อป้องกันตนเอง เพื่อให้เกิด ความพอใจในตนเอง ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ตนอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนหรือเป็นการคิดฝัน เนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเองซึ่งขึ้นอยู่กับ ความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อทำการกลั่นกรองการคิดที่เพ้อฝัน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายใดจุดหมายหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีบทสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะที่คิดได้หลายทิศทาง (Divergent Thinking) ไม่ซ้ำกันหรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ กล่าวคือ เมื่อระลึกสิ่งใดได้ก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อไปหะลิกถึงสิ่งอื่น ๆ ได้ต่อไปโดยสัมพันธ์กัน เป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสถานการณ์ หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

เบนตัน และคนอื่น ๆ (บุญสม ครุฑมา. 2525 : 11 ; อ้างอิงมาจาก Benton and others. 1974) แบ่งการคิดเป็น 2 ชนิด คือ

1. การคิดเชื่อมโยง (Associative Thinking) ซึ่งไม่ได้เป็นการคิดที่นำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมาย แต่เป็นการคิดที่เกิดจากจิตใต้สำนึก (Sub - Conscious) ของแต่ละบุคคล ซึ่งแบ่งเป็น การเชื่อมโยง (Association) การฝันกลางวัน (Day Dreaming) การฝันกลางคืน (Night Dreaming) และการคิดแบบคิดฟุ้ง (Autistic Thinking)

2. การคิดโดยตรง (Direct Thinking) เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหา หรือนำไปสู่จุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายโดยตรงหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายนั่นเอง ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ การคิดคริกทรอง (Critical Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนี้ คลอสเมียร์ และริปเปิล (สมเจตน์ ไวยการณ. 2530 : 14 ; อ้างอิงมาจาก Klausmeir and Ripple. 1971) ให้ความสำคัญว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหาของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้นบุคคลจะต้องใช้การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับ

ข้อความจริงหรือปัญหาอื่น ๆ ในลักษณะต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

เมื่อพิจารณาจากประเภทของการคิดตามที่ กาเยและเบเนตัน ได้จัดแบ่งประเภทไว้ดังนี้ พบว่า วิธีการคิดที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษาคือ การคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายหรือเป็นการคิดแบบสร้างสรรค์ และการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ (การคิดอย่างมีเหตุผลนั่นเอง) ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นการคิดแก้ปัญหา โดยอาศัยการวิเคราะห์ จะช่วยให้ผู้เรียนนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

๘ การคิดอย่างมีเหตุผล มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กาเย (Gagne. 1970 : 283) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล (Reasoning Thinking) คือ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์นั่นเอง เป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยพิจารณาถึงสภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

กูค (แมงค พงศ์ร. 2525 : 10 ; อ้างอิงมาจาก Good. 1945) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุได้

พอจะสรุปได้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการกระทำหรือกระบวนการทางสมองในการพิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยอาศัยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เป็นพื้นฐาน คือ การสังเกต การลงความคิดเห็น ความรู้และประสบการณ์เพิ่ม

แนวทางในการส่งเสริมให้คิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาพร้อมทั้งเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็นและต้องกระทำใหม่บรรลุเป้าหมายดังกล่าวเท่าที่ผ่านมาของการจัดการศึกษายังคงเป็นไปในลักษณะที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาเป็นอันดับที่ แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้นักการศึกษาจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยการพยายาม

กำหนดทักษะการคิดที่เห็นว่าจำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่าควรมีลักษณะ เช่นไร และจะใช้รูปแบบการฝึกอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะนั้น ๆ

เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ลิพแมน จากคอป และโคลแมน (Lipman Jacobs and Coleman) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ในระดับมหาวิทยาลัยไว้ดังนี้

1. ทักษะการสร้างความคิดรวบยอด ซึ่งประกอบด้วยทักษะในการค้นหา การจัดกลุ่ม การจัดประเภท การให้นิยาม การจัดเรียงลำดับ การจัดอันดับ การใช้เกณฑ์ การยกตัวอย่าง และการขยายความ

2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ ประกอบด้วยทักษะในการจำแนก ความเห็นชอบ ความแตกต่าง โดยการใช้หลักการทางตรรกวิทยา และข้อมูลประกอบทักษะในการพิจารณาและสร้างระบบความสัมพันธ์

3. ทักษะในการใช้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ความคงเส้นคงวา ความเที่ยงตรง ความสมบูรณ์ของปรากฏการณ์และความจริงตามนิยาม

4. ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน ทั้งที่เป็นการสรุปจากเงื่อนไขตลอดจนการสรุปอย่างไม่เป็นแบบแผน

5. ทักษะในการสร้างเหตุผลต่าง ๆ ทาง โดยการพิจารณาหลายมิติ หรือพิจารณาย้อนกลับ

6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็นและกรอบทฤษฎี

7. ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุเชิงผล ได้แก่ ทักษะในการสร้างคำถาม การให้เหตุผล การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อยุติ

8. ทักษะในการสร้างทฤษฎี

ความสามารถด้านการศึกษาอย่างมีเหตุผลสามารถส่งเสริมได้ ดังที่ เลวิน (Levin, 1979) ได้ทำการทดลองสอนแก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อปี 1979 ที่ประเทศอิสราเอล พบว่า ความสามารถด้านการศึกษาอย่างมีเหตุผลสามารถสอนได้ ถ้าจัดประสบการณ์การเรียนรู้หรือวิธีสอนอย่างเหมาะสมและโดยทักษะที่สอดคล้องกันในเรื่องความจำเป็นที่จะต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลภายในโรงเรียนนี้ มีนักการศึกษาหลายท่าน

ได้สร้างรูปแบบหรือโปรแกรมการสอน โดยมีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลบางทักษะเป็นเป้าหมายของการจัดการสอนตามรูปแบบนั้น ๆ ซึ่ง นิคเคอร์สัน (Nickerson, 1984) ได้สรุปรูปแบบการทบทวนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีแนวทางในการสอนแตกต่างกันออกไปและทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นเป้าหมายของแต่ละรูปแบบการสอนคล้ายคลึงกัน อาจแตกต่างกันบ้างแต่ส่วนใหญ่จะเป็นทักษะพื้นฐานของความสามารถด้านการใช้เหตุผลคือ ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ การเทียบเคียง และการสรุปอ้างอิง ดังรายละเอียดของการจัดการสอนแต่ละกลุ่มดังต่อไปนี้ (สมเจตน์ ไวยาการณ. 2530 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Nickerson, 1984)

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางกระบวนการคิด (Cognitive - Process Approaches) กลุ่มนี้กำหนดข้อตกลงไว้ว่าความสามารถในการคิดนั้นเป็นสิ่งที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิง และการทำนาย กระบวนการขั้นพื้นฐานนี้เป็นกระบวนการคิดอย่างมีระบบเหตุผล ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางพุทธศาสตร์การคิด โปรแกรมนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่ามีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จสูง โปรแกรมนี้มักจะพบในงานวิจัยทางคานิจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับเสาวนปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทักษะของ เพียเจต์ (Formal Thinking or Stage Development) โปรแกรมในกลุ่มนี้สร้างขึ้นตามแนวทศนะจากการคิดเฉพาะด้านและลักษณะที่เป็นรูปธรรมให้สามารถคิดในแนวกว้าง และคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งเป็นพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกวิทยาได้

4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นกิจกรรมที่มีแบบแผนที่จำเป็นต้องใช้ความสามารถในการแสดงความคิดออกมาให้แจ่มชัดและมีความต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย

โดยมีการแบ่งงานออกเป็น ส่วน ๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการศึกษาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อความโดยใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงความคิดออกมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา

5. กลุ่มโปรแกรมที่ศึกษาคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึกหรือเป็นโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด ((Thinking about Thinking) โปรแกรมในแนวทางนี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่มีความคิดของตนเอง รู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และต้องการรู้อะไรอื่นเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองในขณะที่ทำการคิดกลุ่มนี้มุ่งที่จะพัฒนาการคิดของผู้เรียนให้ถึงขั้นสูงสุดตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่โดยให้ผู้เรียนได้ทำการวางแผนการคิดเป็นขั้นตอนเพื่อใช้เป็นกรอบในการตรวจสอบว่าตนเองมีข้อผิดพลาดในขั้นตอนใด

กลุ่มโปรแกรมการฝึกทั้ง 5 กลุ่มนี้ เท่าที่จัดสอนในโรงเรียนสามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (สมเจตน์ ไวยากรณ์. 2530 : 24)

1. เป็นโปรแกรมเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิดโดยเฉพาะ ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดเป็นแนวทาง

2. เป็นโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติเป็นสื่อในการพัฒนาทักษะการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางพุทธศาสตร์การคิด กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิดตามทัศนะของเพียเจต์ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด

สรุปได้ว่า แต่ละกลุ่มทางนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลทุกกลุ่มเพียงแต่ใช้วิธีการและทักษะการคิดบางทักษะแตกต่างกัน

นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมหลักปรัชญาสำหรับผู้เรียน (The Philosophy for Children Program) ซึ่งพัฒนาโดย ลิพแมน ชาร์ป และออสแคนยอน (Lipman, Sharp and Oscanyon. 1980) ซึ่งโปรแกรมนี้ผู้เรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดของตน เช่นใช้กระบวนการสืบค้นเพื่อหาข้อสรุปกระบวนการคิดเพื่อแก้ปัญหา การสรุปหลักการจากข้อมูลและเงื่อนไขที่มีอยู่ การโยงเหตุและผลเข้าด้วยกัน ทั้งนี้โดยอาศัยความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนมาเป็นเครื่องกระตุ้นในการฝึก

โปรแกรมที่มีความเชื่อพื้นฐานว่า ในขณะที่ทำการสอนเนื้อหาวิชานั้น ถ้าใหญ่เกินไปครูจักใช้การคิดอย่างใคร่ครวญ มีการวางแผนตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมายโดยมีการแบ่งงานออกเป็นส่วน ๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องและมีการประเมินตรวจสอบการคิดของตนเองก็จะเป็นการปลูกฝังทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลในการแสวงหาความรู้ตลอดจนการประมวลข้อเท็จจริงที่มีอยู่

ในการจัดการเรียนการสอนของครูนั้น สมเจกณ์ ไวยากรณ (2530 : 29) ได้ให้ทัศนะไว้ว่า ครูควรใช้วิธีการให้นักเรียนครูจักคิดอย่างมีเหตุผลในการสืบเสาะหาข้อความจริงที่อยู่เบื้องหลัง ตลอดจนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ จะเป็นการช่วยสร้างพฤติกรรมการคิดระดับสูงของนักเรียนได้ยิ่งขึ้น และกระทรวงศึกษาธิการได้ตระหนักเห็นความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการคิดเช่นกัน จึงเสนอให้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นวิธีการสอนคิดควบคู่ไปกับการสอนเนื้อหาวิชาโดยเชื่อว่าวิธีสอนตามรูปแบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนครูจักคิดโดยใช้เหตุผลและรู้จักกระทำซึ่งจะช่วยให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น อันเป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรทุกระดับ

จากหลักการ แนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมา ผู้วิจัยเห็นว่าการสอนเพื่อจะเสริมสร้างหรือฝึกการคิดโดยยึดเนื้อหาในหลักสูตรเป็นหลัก ควรจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และจัดให้มีการฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ทั้งในขั้นอภิปรายก่อนการทดลองและขั้นอภิปรายหลังการทดลอง โดยจัดให้เป็นแบบฝึกปลายเปิดในขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง และจัดเป็นแบบฝึกปลายเปิดในขั้นอภิปรายหลังการทดลอง ซึ่งขั้นตอนในแบบฝึกประกอบด้วยการสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและหาความสัมพันธ์ของเหตุและผล อันจะเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล และเกิดทักษะการตั้งสมมุติฐานด้วย

เอกสารเกี่ยวกับแบบฝึก

การฝึกเป็นกิจกรรมที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการเรียนการสอน มีผู้ให้ทัศนะเกี่ยวกับการฝึกไว้คือ

ชาซูซึย ลิวทวิงสิมา และเชิกวีย์ ฤทธิประศาสน์ (2523 : 114) ได้กล่าวว่าการฝึก หมายถึง การจัดสภาพการณ์เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม จนสามารถปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจะสร้างแบบฝึกขึ้นมาใช้ของคำนึงถึงหลักการสร้างจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก ลักษณะของแบบฝึกที่ดี ประโยชน์ของแบบฝึก หลักการนำไปใช้ ฯลฯ จะกล่าวถึงพอสังเขปดังนี้

หลักจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแบบฝึก

ลูจวิค เพียร์ชอม และสายใจ อินทร์ธรรม (2522 : 52 - 62) กล่าวถึงแบบฝึกไว้ว่าคือยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ดังนี้คือ

1. กฎการเรียนรู้ของ ฮอว์นโดล์ เกี่ยวกับกฎแห่งการฝึกหัด ซึ่งกล่าวว่าสิ่งใดก็ตามที่ผ่านการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ย่อมจะทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องสามารถทำได้ในทางตรงกันข้ามสิ่งใดที่ไม่ได้รับการฝึกหัดหรือหัดทิ้งไปนานแล้วย่อมจะทำไม่ได้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ควรคำนึงว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ความถนัด ความสามารถและความสนใจต่างกัน ฉะนั้นในการสร้างแบบฝึกควรพิจารณาถึงความเหมาะสมคือไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไปและควรมีหลาย ๆ แบบ

3. ควรจูงใจผู้เรียน โดยการจัดแบบฝึกจากง่ายไปหายากเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน ซึ่งจะทำให้เกิดผลสำเร็จในการฝึกและช่วยขจัดให้ฝึกทบทวนต่อไป

4. ใช้แบบฝึกสั้น ๆ เพื่อไม่ให้เกิดความเบื่อหน่าย

ในการสร้างแบบฝึก นิคยา ปานพิพย์ (2527 : 26 - 27) กล่าวว่า ต้องยึดหลักทฤษฎีการเรียนรู้ทางจิตวิทยา ประกอบด้วย

1. ความใกล้ชิด (Contiguition) การใช้สิ่งเร้าและการตอบสนองที่เกิดขึ้นในเวลาใกล้เคียงกันจะสร้างความพอใจให้กับผู้เรียน

2. แบบฝึกหัด (Practice) คือ การให้ผู้เรียนได้กระทำกิจกรรมที่ซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการสร้างความแม่นยำชำนาญ

3. กฎแห่งผล (Law of Effect) คือ การใหญ่เรียนได้ทราบผลการทำงานของตน โดยรวดเร็ว ซึ่งนอกจากจะทำให้ใหญ่เรียนได้ทราบว่าการทำงานของตนเป็นอย่างไรแล้วยังเป็นการสร้างความพอใจให้กับผู้เรียนอีกด้วย

4. แรงจูงใจ (Motivation) ได้แก่ การเรียงแบบฝึกจากง่ายไปหายากและจากแบบฝึกที่สั้นไปสู่แบบฝึกที่ยาวขึ้น ทั้งนี้เรื่องที่น่าสนใจสร้างแบบฝึกควรมีหลายรสและหลายรูปแบบ ตลอดจนมีภาพประกอบเรื่องเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนมากขึ้น

หลักในการสร้างแบบฝึก

มีท์ (นิทยา กิจโร. 2530 : 40 ; อ้างอิงมาจาก Butts. 1974) ได้เสนอแบบการสร้างแบบฝึกไว้ดังนี้

1. ก่อนที่จะสร้างแบบฝึกจะต้องกำหนดโครงร่างไว้คร่าว ๆ ก่อนว่าจะเขียนแบบฝึกเกี่ยวกับเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์อย่างไร
2. ศึกษางานคานวิทยาศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ
3. เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาให้สอดคล้องกัน
4. แจงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมออกเป็นกิจกรรมย่อย โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียน
5. กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ในกิจกรรมแต่ละตอนให้เหมาะสมกับแบบฝึก
6. กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละตอนให้เหมาะสม
7. ประเมินผลจะประเมินก่อนเรียนหรือหลังเรียนก็ได้

วรนาถ พวงสุวรรณ (2518 : 34 - 37) ได้กล่าวถึงหลักในการสร้างแบบฝึกซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ศึกษาวัดจุดประสงค์
2. ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อหา
3. ขั้นตอนในการสร้างแบบฝึก
 - 3.1 ศึกษานิพจน์ในการเรียนการสอน
 - 3.2 ศึกษาจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนการสอนและจิตวิทยาพัฒนาการ

3.3 ศึกษาเนื้อหาวิชา

3.4 ศึกษาลักษณะของแบบฝึก

3.5 วางโครงเรื่องและกำหนดรูปแบบของการฝึกให้สัมพันธ์กับโครงเรื่อง

3.6 เลือกเนื้อหาต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาบรรจุในแบบฝึกให้ครบตามที่กำหนดไว้

ฮาร์เรส (Haresse. n.d. : 93 - 94) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกไว้ว่า การเขียนแบบฝึกต้องแน่ใจว่าภาษาที่ใช้เหมาะสมกับนักเรียนและสร้างโดยใช้หลักจิตวิทยาในการแก้และตอบสนองดังนี้

1. ใช้แบบฝึกหลาย ๆ ชนิดเพื่อเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. แบบฝึกที่จัดทำขึ้นต้องให้นักเรียนสามารถแยกออกมาพิจารณาได้ว่าแต่ละแบบแต่ละข้อของการให้ทำอะไร

3. ให้นักเรียนได้ฝึกการตอบแบบฝึกหัดแต่ละชนิดแต่ละรูปแบบว่ามีวิธีการตอบอย่างไร

4. ให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าดังกล่าวด้วยการแสดงออกทางความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึก

5. นักเรียนเฝ้าสิ่งที่เรียนรู้จากการเรียนมาตอบในแบบฝึกให้ตรงเป้าหมายที่สุด ศศิธร สุทธิแพทย์ (2517 : 72) ได้ศึกษาพบว่า แบบฝึกที่คั่นนักเรียนมั่นใจและกระตือรือร้นที่จะทำเป็นแบบฝึกที่มีลักษณะดังนี้ ใช้หลักจิตวิทยา ส่วนงานภาษาง่าย ให้ความหมายต่อชีวิต คิดได้เร็วและสนุก ปลูกความสนใจ อาจศึกษาได้ด้วยตนเอง

นิตยา ฤทธิโยธี (2520 : 1) กล่าวถึงลักษณะของแบบฝึกที่ดีไว้ดังนี้

1. เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมาแล้ว

2. เหมาะสมกับระดับและวัย หรือความสามารถของนักเรียน

3. ใช้เวลาเหมาะสม

4. เป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายให้แสดงความสามารถ

ประโยชน์ของแบบฝึก

แบบฝึกมีประโยชน์ต่อการเรียนวิชาที่กระชับมาก เพ็ชต์ (นิตยา กิจโร. 2530 : 42 ; อ้างอิงมาจาก Petty. 1963 : 469 - 472) กล่าวไว้ดังนี้

1. เป็นส่วนเพิ่มหรือเสริมหนังสือเรียนในการเรียนทักษะ เป็นอุปกรณ์การสอนที่ช่วยลดภาระของครูได้ เพราะเป็นสิ่งที่จัดทำขึ้นอย่างเป็นระบบ

2. ช่วยเสริมทักษะการใช้ภาษา

3. ช่วยในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล แบบฝึกที่เหมาะสมกับความสามารถของเขา จะช่วยให้เขาประสบความสำเร็จด้านจิตใจมากขึ้น

4. ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการเรียนหลังจากจบบทเรียนแต่ละครั้ง

5. แบบฝึกจัดเป็นรูปเล่ม นักเรียนสามารถเก็บรักษาไว้ใช้เป็นแนวทางเพื่อทบทวนด้วยตนเองได้ต่อไป

6. การจัดทำแบบฝึกช่วยให้ครูมองเห็นจุดเด่นหรือปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียนจะได้ปรับปรุงแก้ไขได้ทันเวลาที่

7. แบบฝึกที่จัดขึ้นนอกเหนือจากที่อยู่ในหนังสือเรียน จะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกฝนเต็มที่

8. แบบฝึกที่จัดทำไว้ไว้เรียนร่อยช่วยให้ครูประหยัดทั้งแรงงานและเวลาในการที่ต้อง

เตรียมแบบฝึกอยู่เสมอ

9. ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าของตน

นอกจากนี้ เอ็ดเวิร์ด และเบอร์นิส (Edward and Bernice. 1984 : 53)

ได้เสนอการฝึกด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) และ แฟรนเคิล (Frankel)

ได้นำเอาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการตั้งสมมุติฐานมาฝึกโดยเฉพาะ ซึ่งมีขั้นตอนพอสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่ไต่จากการสังเกต

2. ให้นักเรียนเขียนปัญหา โดยอยู่ในรูปของประโยคคำถาม

3. ให้นักเรียนหาเหตุผลที่เป็นไปได้จากปัญหาที่ตั้งขึ้น

4. นำเอาเหตุผลที่เป็นไปได้มาเขียนเป็นสมมุติฐาน โดยให้อยู่ในรูปของข้อความ

"ถ้า.....แล้ว....." และสมมุติฐานที่ตั้งมานั้นทงสามารถตรวจสอบได้โดยการวัด การสังเกต หรือการทดสอบอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบฝึกจะเห็นว่า แบบฝึกทั่ว ๆ ไปนั้น จะประกอบด้วย

3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคำชี้แจง ส่วนที่เป็นการฝึกทักษะและส่วนที่เป็นการประเมินผล สำหรับการศึกษา

ในครั้งนี้อยู่วิจัยเห็นว่ารูปแบบการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานของ แพรนเคิล อาศัยวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ตรงกับเป้าหมายของงานวิจัยครั้งนี้ และถ้าใ้คนนำมาปรับและเพิ่มเติมบางส่วนแล้วก็น่าจะ มีความสอดคล้องกันกับการฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จึงมีรูปแบบดังนี้

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลในช่วงอภิปรายก่อนการทดลอง มีลักษณะเป็นแบบฝึก ปลายเปิดมีขั้นตอนในการฝึกดังนี้

1.1 กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนพิจารณาปัญหาว่า เป็นปัญหาที่ทดลองได้หรือไม่

1.2 ให้นักเรียนแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหา โดยการเชื่อมโยงจับคู่ ระหว่างสาเหตุกับปัญหาในข้อ 1.1 ที่สอดคล้องกัน

1.3 ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 1.2 มาเขียนเป็น ข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผลโดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

1.4 ให้นักเรียนตรวจสอบแนวคิดเพื่อตัดสินใจเลือกข้อความซึ่งเป็นสมมุติฐาน การทดลอง แล้วนำไปทดลองในห้องเรียน โดยใช้เกณฑ์จากการกำหนดอุปกรณ์ให้

2. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลในช่วงอภิปรายหลังการทดลอง มีลักษณะเป็นแบบฝึก ปลายเปิด มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

2.1 กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนระบุปัญหา

2.2 ให้นักเรียนแยกแยะหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 2.1

2.3 ให้นักเรียนสรุปความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ใน รูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

2.4 ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ตรวจสอบกับคำตอบของตน

เอกสารเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐาน

ทักษะการตั้งสมมุติฐานมีความสำคัญต่อการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เพราะเป็น ทักษะที่จะส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้สมมุติฐาน

ยังเป็นหัวใจของกระบวนการแสวงหาความรู้และการนำความรู้นั้นไปใช้ต่อไป โดยมีผู้ให้ความหมายของสมมุติฐานไว้หลายท่านดังต่อไปนี้

โจฮันน์ (John and Ellsworth. 1965 : 81; citing Johann. 1930) ใกล้เคียงว่า สมมุติฐานเป็นเสมือนนั่งร้าน ซึ่งตั้งขึ้นก่อนการก่อสร้างตึก และเคลื่อนย้ายออกเมื่อก่อสร้างตึกสมบูรณ์แล้ว สมมุติฐานเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำงานแต่ก็คงไม่เข้าใจผิดว่าการสร้างนั่งร้านนั้นเพราะว่าการสร้างตึก

นอร์แมน (John and Ellsworth. 1965 : 81; citing Norman. 1922) ใกล้เคียงว่า สมมุติฐานเป็นข้อความหรือทฤษฎีที่ตั้งขึ้นมาและยังไม่มี การพิสูจน์ว่าถูกหรือผิดจนกว่าจะมีการตรวจสอบอย่างสมบูรณ์แล้ว เช่นนี้ก็เท่ากับว่ามันยังเป็นสิ่งสงสัยอยู่ ซึ่งความสงสัยนั้นค่อนข้างเป็นไปทางลบมากกว่าทางบวก เนื่องด้วยความสงสัยนั้นเกิดจากความไม่กล้าที่จะตัดสินใจว่าเป็นอะไรแน่มากกว่าการยอมรับว่าไม่เชื่อ

สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS. 1970 : 33 - 176) ได้ให้ความหมายของสมมุติฐานว่า เป็นการคาดการณ์ว่าตัวแปรต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เป็นการลงสรุปของคำอธิบายโดยอาศัยการสังเกตหรือการสรุปอ้างอิงเป็นพื้นฐาน

ลูว์ธัก นิยมค้ำ (2517 : 51) ให้ความหมายของสมมุติฐานเอาไว้ว่า คือข้อความจริงชั่วคราวที่หาสมมุติขึ้นโดยที่ยังมิได้มีการทดสอบรับรองและข้อความจริงชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้หรือจะไขบอกความสัมพันธ์ระหว่างความจริงเกี่ยวกับหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

สมชัย โกลน และคนอื่น ๆ (2525 : 257) ได้ให้ความหมายของการตั้งสมมุติฐานไว้ว่า หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลอง เป็นข้อสันนิษฐานที่คาดคะเนปัญหานั้นว่าน่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร หรือเป็นการคาดคะเนว่าผลการวิจัยจะออกมาในรูปใดหรืออาจจะกล่าวได้ว่าการตั้งสมมุติฐานก็คือ การเดา การทายเหตุของปัญหา และผลที่จะได้รับจากการวิจัย

สมมุติฐานเป็นข้อความที่คาดคะเนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรซึ่งสามารถวัดได้ไม่ต่ำกว่าสองตัว ดังนั้น สมมุติฐานจึงไม่จำเป็นต้องถูกต้องเสมอไป อาจเป็นจริงทั้งหมดหรือเป็นจริงแต่เพียงบางส่วนหรือไม่เป็นจริงทั้งหมดก็ได้ ซึ่งถ้านักสมมุติฐานที่ตั้งเกิดผิดพลาดก็แก้ไขหรือตั้งขึ้นใหม่ได้

อนันต์ จันทร์แก้ว (2525 : 189) กล่าวว่า การตั้งสมมุติฐาน เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร เพื่อขยายความให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบข่ายเดียวกันให้กว้างขวางขึ้น การตั้งสมมุติฐาน อาจตั้งโดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตหรือจากการลงความเห็นจากข้อมูล สมมุติฐานที่ทั้งข้ออาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

สมจิต สวชนไพบูลย์ (ม.ป.ป. : 68 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. 2526) กล่าวว่า การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การศึกษาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นพื้นฐาน คำตอบที่ศึกษาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านั้น มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตนกับตัวแปรตาม

วิธีหนึ่งที่จะใช้พิจารณาว่า ข้อความใดเป็นสมมุติฐานหรือไม่ก็โดยนำข้อความนั้นมาเขียนให้อยู่ในรูปของประโยค ถ้า.....แล้วจะ..... หรือ เมื่อ.....แล้วจะ..... ถ้าเขียนโคขข้อความนั้นก็เป็สมมุติฐาน

สมมุติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้

จากความหมายของสมมุติฐานดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า สมมุติฐาน คือ การคาดคะเนคำตอบจากความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล คำตอบที่คาดคะเนนั้นยังไม่ทราบว่าจริงหรือเท็จต้องมีการทดสอบด้วยการทดลองหรือหาหลักฐานมาสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานนั้น ๆ เสียก่อน ข้อความที่จะเป็นสมมุติฐานนั้นจะต้องเป็นข้อความที่ไม่เป็น กฎ หลักการ หรือทฤษฎีมาก่อน

ความสำคัญของสมมุติฐาน

จอห์น และเอลส์เวิร์ท (John and Ellsworth. 1965 : 84) ได้กล่าวไว้ว่า ในทางวิทยาศาสตร์นั้นสมมุติฐานเป็นสิ่งที่สามารถจะเสนอแนะสิ่งใหม่ ๆ ให้แก่การทดลองหรือการสังเกต และยังเป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินความสำคัญของวัตถุหรือเหตุการณ์

การตั้งสมมุติฐาน เป็นเสมือน เครื่องนำทางที่จะช่วยให้นักศึกษาถึงจุดหมายได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ไม่ต้องเสียเวลาบุกหรือออกนอกเส้นทางไป โดยที่สมมุติฐานจะเป็นตัวกำหนดขอบเขต

ของการศึกษาวิจัย ทกลงคนคว่ำ และเน้นเนื้อหาสำคัญของการวิจัยนั้น ๆ ให้เด่นชัด ทำให้ผู้วิจัยทราบแนวทางที่ตนกำลังวิจัยศึกษา

นอกจากนี้การตั้งสมมุติฐานยังเป็นการ เคารพความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ในเชิงของเหตุและผล ซึ่งจะช่วยให้สามารถคาดคะเนข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาต่าง ๆ ได้ ดังนั้น สมมุติฐานก็คือ การกล่าวล่วงหน้าว่าในท้ายที่สุดนั้นผลลัพธ์ของการทดลองจะออกมาเป็นเช่นไร

การใช้สมมุติฐานจะเป็นผลร้ายต่อการทดลอง ถ้าผู้ใช้สมมุติฐานมีอคติ ความชอบส่วนตัว หรือยึดติดอยู่กับสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพราะจะเป็นเหตุใหญ่ให้สมมุติฐานยึดถือเอาความคิดของตัวเองเป็นใหญ่ มากกว่าความเป็นจริง ฉะนั้นการใช้สมมุติฐานจึงจะทอฆิเณพมาทรฐานในการวัด ซึ่งจะทำให้เกิดผลดีในการไข่มากกว่า

สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS) กล่าวว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็น 1 ในจำนวน 13 ทักษะ ที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันอย่างยิ่ง เพราะทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็นทักษะที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

กิบบ์ (Gibb. 1967 : 3051) กล่าวว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็นขั้นตอนขั้นแรกขั้นหนึ่งในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะนี้ เป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ซงชัย ชิวปรีชา (2521 : 60) ได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานเป็นทักษะที่นำไปสู่การค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ของนักวิทยาศาสตร์และเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำรงชีวิตของมนุษย์

จะเห็นว่าสมมุติฐานเป็นสิ่งสำคัญเป็นเสมือนเครื่องนำทางให้ผู้ศึกษาไปถึงจุดหมายได้ เป็นขั้นตอนสำคัญในการสืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะหรือมีความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน เพื่อจะได้นำไปใช้แสวงหาความรู้ในชีวิตประจำวันได้

หลักการตั้งสมมุติฐาน

จอห์น และเอลส์เวิร์ท (ชาญชัย กิจสวัสดิ์. 2529 : 22 ; อ้างอิงมาจาก John and Ellsworth. 1965) กล่าวว่า สมมุติฐานที่ดีเป็นเครื่องมือจำเป็นสำหรับการสังเกตปรากฏการณ์

ทาง ๆ แก่ถ้าสมมุติฐานจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง ๆ ขั้นตอนของการทดลองจะไม่ใช้สมมุติฐานที่ ทำ เพราะ จะทำให้เพิ่มความยุ่งยากซับซ้อนให้แก่การทดลอง สมมุติฐานลักษณะดังกล่าวมีแต่จะทำให้หนักทดลอง ไม่สามารถจะไปถึงจุดหมายสุดท้ายของการทดลองได้ มีแต่จะต้องย้อนกลับไปจุดเริ่มต้น เพื่อคิด สมมุติฐานของการทดลองใหม่อีก

ข้อควรระวังในการตั้งสมมุติฐานคือ ในการตั้งสมมุติฐานนั้น ผู้ตั้งควรใคร่ทรงเลือกถ้อยคำ ที่ใช้ให้ที่เสียดก่อน มิฉะนั้นจะทำให้เกิดความกำกวมขึ้นจนได้ สมมุติฐานที่ดีจะต้องตั้งอยู่บนรากฐาน แห่งความเป็นจริงซึ่งจะไม่ทำให้ผู้อ่านเข้าใจผิดได้

สมมุติฐานที่ได้รับการพิสูจน์โดยผลการทดลองว่าไม่เป็นความจริงนั้นนับว่าเป็นประโยชน์ใน การสืบค้นต่อไป ทั้งนี้ไม่ว่าสมมุติฐานจะเป็นจริงหรือไม่ก็ตาม สิ่งเหล่านั้นก็จะเป็นตัวเสริมให้ สมมุติฐานที่จะได้รับการยอมรับภายหลังจากนี้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เพราะสมมุติฐานจะเป็นสิ่ง ที่ทำให้การทดลองบรรลุถึงเกณฑ์มาตรฐานที่ใดตั้งไว้สำหรับการทดลองแต่ละครั้ง

พอจะสรุปได้ว่า สมมุติฐานที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความเที่ยงตรงเพียงพอที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาและไขปริศนา ค้นคว้า รวบรวม ความรู้ เพื่อรองรับปัญหานั้นอย่างเพียงพอ

2. สมมุติฐานที่ดีคว่านั้น ต้องสามารถตรวจสอบหรือพิสูจน์ได้ในช่วงเวลาขณะนั้น

3. ชาญใหม่มองเห็นภาพใต้อย่างชัดเจนว่า ผลลัพธ์ของการศึกษาค้นคว้าจะออกมาเป็น อย่างไร

4. มีความเป็นเหตุเป็นผล ไม่คลุมเครือและถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขใด ๆ

5. สมมุติฐานจะต้องมีความสอดคล้องกับปัญหาเป็นอย่างดี

การตั้งสมมุติฐาน

จุดเริ่มต้นของการตั้งสมมุติฐานนั้น จอห์น และเอลส์เวิร์ท (John) and Ellsworth. 1965 : 85) ได้กล่าวไว้ว่า ไม่ว่าจะปัญหาคือการทดลองใด ๆ เกิดขึ้นก็ตามเริ่มแรกนักทดลอง จะต้องถกเถียงกัน เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันและจะตั้งสมมุติฐานขึ้นกว้าง ๆ หลาย ๆ แบบตามแต่เขาเหล่านั้นจะเห็นควร

อันที่จริงแล้ว ในการทดลองครั้งหนึ่ง ๆ จะมีความจริงหรือผลลัพท์ที่จะออกมาอยู่เพียงอย่างเดียว แต่คนที่จะไม่ถึงความจริงนั้นก็จำเป็นที่นักทดลองจะต้องตั้งสมมุติฐานไว้หลาย ๆ แบบ โดยอ้างอิงความคิดมาจากแหล่งต่าง ๆ มากมาย และให้คำอธิบายเกี่ยวกับสมมุติฐานของตนไปหลาย ๆ แบบ

ประเภทของสมมุติฐานที่จะเกิดขึ้นในใจของนักทดลองนั้น ไม่เพียงจะเกิดขึ้นจากความคิดเห็นเกี่ยวกับความจริงหรือผลลัพท์ที่ทดลองจะค้นหา แต่ยังขึ้นอยู่กับกรณีประสบการณ์เพียงพอส ความสนใจ และจุดหมายในการทำการทดลองครั้งนั้น ๆ

ในบางครั้งประสบการณ์ในอดีตเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจินตนาการที่จะตั้งสมมุติฐาน ซึ่งนักทดลองจะต้องอาศัยความพยายามอย่างมากที่จะสร้างจินตนาการ และเป็นหน้าที่ของนักทดลองที่จะต้องเดาว่า อะไรคือคำตอบที่คำตอบเกี่ยวกับข้อมูลที่เรามีอยู่เพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล และคำตอบเหล่านั้น ซึ่งในที่สุดจะเป็นตัวแนะนำนักทดลองไปสู่คำตอบในการทดลอง

สรุปได้ว่า การที่จะตั้งสมมุติฐานที่ถูกต้องนั้น ผู้ทดลองหรือผู้ที่ทำการศึกษาค้นคว้าจะต้องมี ความซัดเซงในใจเกี่ยวกับผลการทดลองหรือผลจากการตรวจสอบจากหลักฐานต่าง ๆ ซึ่งจะต้องอาศัยการสังเกตความรู้ จินตนาการ ประสบการณ์เดิมเพื่อหาคำตอบของปัญหา ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานของเด็กเกี่ยวข้องกับความสามารถในการระบุปัญหา วิเคราะห์โครงสร้างหรือองค์ประกอบของปัญหา ดังนั้นเด็กจึงควรได้อีกในเรื่องของการวิเคราะห์ปัญหาด้วยจึงจะทำให้ตั้งสมมุติฐานได้

แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน

แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะการตั้งสมมุติฐาน ซึ่งผู้วิจัยวิเคราะห์พฤติกรรมที่จะนำมาสร้างเป็นแบบทดสอบ โดยอาศัยพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะในการตั้งสมมุติฐานของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) และตามแนวของ ฮันนิต จันท์ทวี

สมาคม American Association for the Advancement of Science (AAAS. 1970 : 159) ได้กำหนดพฤติกรรมที่แสดงว่ามีทักษะในการตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

1. สร้างสมมุติฐานซึ่งเป็นการสรุปรวมข้อคิดหรือการสรุปอ้างอิงใด
2. สร้างและแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่จะตรวจสอบสมมุติฐานได้

3. สามารถแยกการสังเกตที่สนับสนุนและไม่สนับสนุนสมมุติฐานออกจากกันได้
4. สามารถปรับปรุงสมมุติฐานใดภายหลังจากการสังเกต เพื่อทดสอบสมมุติฐาน

อนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 44 - 45) ได้ศึกษาแนวคิดและแนวสร้างแบบทดสอบความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน ตามแนวของ The American Association for the Advancement (AAAS) และกำหนดพฤติกรรมกรรมการแสดงออกถึงความสามารถในการตั้งสมมุติฐานไว้ดังนี้

1. มีผลการทดลองให้การทดลองหนึ่ง แล้วถามว่าถ้าเปลี่ยนเงื่อนไขการทดลองนั้น เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิหรือเวลาหรืออื่น ๆ แล้วให้คาดการณ์ว่าผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นคืออะไร หรือให้ข้อมูลหรือกราฟแล้วถามให้คาดการณ์ออกไปจากข้อมูลหรือกราฟที่กำหนดให้
2. กำหนดคำอธิบายวิธีการทำการทดลองหรือขอความหรือภาพแสดงสถานการณ์การทดลองมาให้แล้วถามให้วิเคราะห์หาสมมุติฐาน
3. มีตารางบันทึกผลการทดลองซึ่งมีแค่หัวตารางให้ โดยไม่มีชื่อตารางเลย ไม่มีข้อมูลมาให้ แล้วถามว่าสมมุติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

สมจิต สุวรรณไพฑูริย์ กล่าวว่า ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการตั้งสมมุติฐานแล้ว คือหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิมได้ (สมจิต สุวรรณไพฑูริย์. น.ป.ป. : 73 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. 2526)

จากแนวพฤติกรรมที่แสดงว่ามีความสามารถในการตั้งสมมุติฐานดังกล่าว ผู้วิจัยเห็นว่า พฤติกรรมตามแนวของ AAAS. เป็นพฤติกรรมที่เหมาะสมในงานวิจัยครั้งนี้จึงปรับและเพิ่มเติม พฤติกรรมตามแนวของ AAAS. และแนวของ อนันต์ จันทร์ทวี มาเป็นแนวในการสร้างข้อสอบแบบปรนัย เพื่อใช้วัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้คนควาและรวบรวมไว้ดังนี้

ซึชแมน (Suchman. 1962 : 3 - 110) ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยตั้งโครงการฝึกขึ้นทำการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม จุดมุ่งหมายของการฝึกเพื่อสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) เพื่อช่วยให้นักเรียนพัฒนาและวางแผนการอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุ ให้รู้จักการรวบรวมและจัดระเบียบตัวแปรต่าง ๆ และทำการทดสอบสมมุติฐานด้วยการใช้การถามคำถาม ทำการ เปรียบเทียบความเข้าใจความรู้ทางฟิสิกส์ และการใช้การสืบเสาะหาความรู้ ผลการทดลองพบว่า กลุ่มทดลองถามคำถามชนิดต่าง ๆ ได้มากกว่ากลุ่มควบคุม

วิดเดน (Widdon. 1973 : 186) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) โดยทดลองศึกษากับครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่าง 2 พวก คือ กลุ่มทดลองครูจะสอนตามหลักสูตร SAPA และครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุม และครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง การสอนปกติ และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเองในวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

แวนเนค (Vanek. 1974 : 1522-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในชนบทระดับเกรด 3 จำนวน 54 คน ระดับเกรด 4 จำนวน 56 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยการทำกิจกรรม กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้หนังสือ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

ไรเลย์ (Riley. 1975 : 5152-A) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อการฝึกแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มประชากรเป็นนักศึกษาฝึกสอนโดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามปฏิบัติจริง กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลองเช่นกันฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามการ เรียนรู้ เจาะทะลุ ๗ ส่วนกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มควบคุมโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่ว ๆ ไป ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มมีคะแนนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

อุทัย ชีวชนรักษ์ (2517 : 40 - 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูงกับการสอนแบบเดิม โดยทดลองกับนักศึกษาครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาปีที่ 1 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน สอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง ส่วนอีก 33 คน เป็นกลุ่มควบคุมใช้วิธีการสอนแบบเดิม ผลการทดลองพบว่า ทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของทั้งสองกลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุมและทั้งสองกลุ่มมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนทำการทดลอง

รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : 47 - 28) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 640 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันทางบวก และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 26) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน สอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์ ส่วนอีก 30 คน สอนตามคู่มือครู ผลการทดลองพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการให้นักเรียนได้สืบเสาะหาความรู้ในลักษณะที่ต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนปกติจะพบว่าทั้งนี้ส่งผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและไม่แตกต่างกับการสอนตามคู่มือครู นอกจากนี้งานวิจัยยังพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จากงานวิจัยดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามไปควย

งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล มีผู้ศึกษาไว้ค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยหาค้นคว้าและรวบรวมไว้ได้ดังนี้

คลีนแมน (Kleinman. 1963 : 307 - 317) ได้สังเกตการสอนของครูจำนวน 33 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับเกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้ง แล้วใช้การถามคำถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) จำนวนเท่าคำถามหรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครูสามคน ที่ไม่เคยถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) เป็นกลุ่มต่ำ แล้วนำแบบทดสอบวัดความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (The Test on Understanding Science (Tous)) ไปทดสอบกับนักเรียนแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันทางบวกระหว่างความถี่ของคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (Critical Thinking) กับความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

แอนเดอร์สัน (Anderson. 1969 : 3332-A) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาที่ภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดหาเหตุผล (Critical Thinking) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู 3 กลุ่ม กำลังเรียนวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิธีแก้ปัญหาเพียงกลุ่มเดียว

แต่ละสอทั้ง 3 กลุ่ม โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับข้อความ 1 ข้อหน้า ซึ่งเกี่ยวกับปัญหาวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนอ่านข้อความเหล่านั้นแล้วให้นักเรียนเขียนปัญหาที่เกิดขึ้น และบอกวิธีการของตนในการตอบปัญหานั้น โดยคำนึงถึงวิธีการแก้ปัญหาว่ามีวิธี และปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของกลุ่มทดลองไม่แตกต่างจากอีก 2 กลุ่ม

เรย์ (Ray. 1979 : 3220-A) ได้วิจัยเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามระดับต่ำกับคำถามระดับสูงในการสอนวิชาเคมีที่ข้อความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน โดยจัดสภาพแวดล้อมให้เหมือนกันเช่น กลุ่มที่ 1 สอนด้วยคำถามระดับสูง (คำถามชั้นความเข้าใจ ขั้นตอนนำไปใช้ ขั้นตอนวิเคราะห์ และขั้นตอนประเมินค่า) อีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยคำถามระดับต่ำ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่สอนด้วยคำถามระดับสูง สามารถทำคะแนนจากแบบทดสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรม และการคิดอย่างมีเหตุผลได้มากกว่าอีกกลุ่มหนึ่ง

วิลเลียม (William. 1981 : 1605-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นจุดศูนย์กลางวิชาประวัติศาสตร์อเมริกา กลุ่มทดลอง 41 คน สอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มควบคุม 43 คน สอนแบบเดิม ทำการสอนมาเป็นเวลา 24 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

กิงท่า สันธวงษ์ (2521 : 50 - 52) ได้ศึกษาความสามารถในการใช้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหาในการเรียนรู้ของนักเรียนพบว่า นักเรียนควรได้รับการฝึกทักษะในการคิดอย่างมีเหตุผลให้มากขึ้นกว่าที่ได้รับอยู่

วีระ เมืองขวาง (2525 : 49) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจาร์ณญาณกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนจันทร์ประดิษฐารามวิทยาคม จำนวน 193 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดวิจาร์ณญาณที่ดัดแปลงจากแบบทดสอบของ ทอมมัส คัมมีย์ และแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ผลการวิจัยพบว่า ความคิดวิจาร์ณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์

วินัย เทียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้น
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการคิดอย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครู สสวท.

สมเจตน์ ไวยากาญจน์ (2530 : 100) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถ
ด้านการใช้เหตุผล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองสอนตามรูปแบบการสอน
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การสร้างแนวคิดรวบยอด
การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และการประเมินผล ผลการทดลองพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้น
สามารถสอนให้ใหญ่เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามทัศนะของบลูมและคณะได้ทุกระดับพฤติกรรมแต่
พฤติกรรมการคิดทั้งกล่าวของการ เวลาสอนแตกต่างกัน โดยเฉพาะพฤติกรรมการคิดด้านการสังเคราะห์
และการประเมินค่า ต้องการเวลาในการสอนมากกว่าพฤติกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์เมื่อ
เปรียบเทียบกับการสอนตามปกติ แล้วพบว่ารูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยใหญ่เรียนทุกระดับการ เรียน
ทั้งที่มีผลการเรียนดี ปานกลาง และผลการเรียนต่ำ มีความสามารถด้านการใช้เหตุผลในทุก ๆ
ด้านสูงชันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการสอนตามปกติช่วยส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของ
ผู้เรียนเฉพาะที่มีผลการ เรียนระดับปานกลางเท่านั้น

จากงานวิจัยดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการฝึกทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์และการใช้คำถามในระดับสูง การสอนโดยวิธีแก้ปัญหและการจัดรูปแบบการสอน
เป็นพฤติกรรมการคิดขั้น วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนปกติพบว่า
ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงชันและสามารถใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้านสูงชันด้วย แสดงว่าหากครู
สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ฝึกการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสืบเสาะหา
ความรู้ด้วยตนเองแล้ว จะมีส่วนทำให้สามารถใช้เหตุผลได้ค้หรือมีการคิดอย่างมีเหตุผลสูงชัน และ
น่าจะส่งผลใหม่ทักษะการทั้งสมมุติฐานสูงชันด้วย

งานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐาน

มีผู้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐาน ดังนี้

แอทกิน (Atkin. 1958 : 414 - 422) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมุติฐานและการตรวจสอบสมมุติฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 1 จำนวน 6 ห้อง ระดับ 3 จำนวน 5 ห้อง และระดับ 6 จำนวน 4 ห้อง เก็บข้อมูลโดยใช้วิธีการอภิปรายร่วมกับนักเรียนในขณะที่นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการบันทึกผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนจะตั้งสมมุติฐานตามประสบการณ์เรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ตามระดับชั้นที่เรียนอยู่
 2. ในการตั้งสมมุติฐานนักเรียนอาศัยความรู้ของตัวเอง การทดลอง การสอนและการเกาะเป็นพื้นฐาน
 3. นักเรียนจะเสนอปัญหาแตกต่างกันตามความสนใจในวิชาแกนในวิชาวิทยาศาสตร์
 4. นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถบอกหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมุติฐานที่เขาได้ตั้งไว้แล้วได้
 5. นักเรียนในระดับสูงมีแนวโน้มที่จะตั้งสมมุติฐาน โดยอาศัยความรู้ของตนเองมากกว่านักเรียนในระดับต่ำกว่า ส่วนนักเรียนในระดับต่ำมีแนวโน้มที่จะอาศัยการสังเกตเป็นหลักเกณฑ์ในการตั้งสมมุติฐานมากกว่านักเรียนในระดับสูง
 6. ความถูกต้องของสมมุติฐานที่นักเรียนตั้งมีความถี่อยู่ในระดับเดียวกัน
 7. การเสนอแนะการตรวจสอบสมมุติฐานนักเรียนในระดับสูงจะเสนอรูปแบบในการทดสอบที่มีหลักการมากกว่านักเรียนในระดับต่ำ
 8. พฤติกรรมในการแก้ปัญหา นักเรียนที่อยู่ในชั้นเรียนที่มีสถานการณั้ถูกควบคุมจะแก้ปัญหาโดยการเอาและไม่คำนึงถึงความถูกต้องมากกว่านักเรียนที่ไม่ถูกควบคุม
- กิมป์ (Gibb. 1967 : 3051) ได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของหลักสูตรชีววิทยาในเรื่องของการสอนการตั้งสมมุติฐาน โดยใช้ภาพยนตร์และแบบสำรวจการตั้งสมมุติฐาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 800 คน ผลการทดลองพบว่า

1. ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนโดยการใช้ภาพยนตร์ประกอบการสอนดีกว่าการสอนโดยการบรรยาย
2. ความสัมพันธ์ระหว่างการตั้งสมมุติฐานและระดับสติปัญญาของนักเรียนมีนัยสำคัญเชิงบวก
3. พื้นฐานและความสามารถในการแปลความหมายข้อมูล เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการตั้งสมมุติฐาน

ควิน และจอร์จ (Quinn and George. 1975 : 295) ได้ทำการวิจัย เกี่ยวกับการสอนตั้งสมมุติฐานสำหรับนักเรียนเกรด 6 โดยใช้ฟิล์มลูป (Film Loop) การทดลองครั้งนี้ ใช้นักเรียนจำนวน 4 ห้องเรียน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 ห้อง และกลุ่มควบคุม 2 ห้อง ผลการศึกษาพบว่า

1. การตั้งสมมุติฐานสามารถสอนโดยการบรรยายได้
2. ฟิล์มลูปที่ใช้ในการทดลองสามารถสอนการตั้งสมมุติฐานได้
3. นักเรียนในเมืองที่อยู่ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจต่ำมีทักษะในการตั้งสมมุติฐานได้ดีเท่ากับนักเรียนในชนบทที่อยู่ในบริเวณที่มีเศรษฐกิจดี เมื่อใช้การสอนวิธีเดียวกัน

เกียร์คิชย์ ปิยะวงศ์สมบูรณ์ (2524 : 34) ได้ทดลองสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐาน และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกมีประสิทธิภาพ 92.85/88.83 และนักเรียนมีความสามารถในการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้นภายหลังจากใช้แบบฝึกแล้ว

ชาดุษย์ กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ได้ศึกษาผลของการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลอง 1 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลอง 2 ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่ฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยการให้การอธิบายตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้รูปภาพหรือแผนภูมิ กับโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครูและโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยรูปภาพและแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐานที่ได้ศึกษาพอจะสรุปได้ว่า การที่จะฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการตั้งสมมุติฐานนั้นต้องคำนึงถึงระดับสติปัญญาและความสามารถในการแปลความหมายข้อมูล สื่อการเรียนการสอนที่ใช้และบรรยากาศในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วย และเมื่อเปรียบเทียบการสอนเพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการตั้งสมมุติฐานด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับการสอนปกติแล้วพบว่า มีทั้งทำให้ทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้นและไม่แตกต่างกัน แสดงว่าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนโดยมีสื่อประกอบการเรียนการสอน และจัดการฝึกทักษะให้เป็นระบบแล้ว จะมีส่วนช่วยให้นักเรียนมีทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้นด้วย

สมมุติฐาน ของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน

3. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ซึ่งมีนักเรียน 14 ห้องเรียน จำนวนทั้งสิ้น 653 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างโดยจับฉลากห้องเรียนมา 2 ห้องเรียน จากทั้งหมด 14 ห้องเรียน แล้วจับฉลากออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 45 คน จับฉลากอีกครั้งหนึ่งเพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการศึกษาย่างมีเหตุผล

กลุ่มควบคุม ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งตรงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 ใช้เวลาในการทดลอง
กลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที ทดลองสัปดาห์ละ 4 คาบ ต่อกลุ่ม

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผน
การวิจัย Randomized Control - Group Pretest - Posttest Design (ฉาน สายยศ
และอังคณา สายยศ. 2528 : 216) ซึ่งมีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 2 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
CR	T ₁	X	T ₂
ER	T ₁	-	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- X แทน การสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
- T₁ แทน การสอบก่อนจัดกระทำการทดลอง
- T₂ แทน การสอบหลังจัดกระทำการทดลอง
- R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- C แทน กลุ่มควบคุม
- R แทน กลุ่มทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
2. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แบ่งเป็น
 - 2.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล มีลำดับการสร้างดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดของทฤษฎีและทักษะของนักการศึกษาและนักจิตวิทยาเกี่ยวกับการคิดและการคิดอย่างมีเหตุผล จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอน การจัดกิจกรรมในแบบฝึก
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับแบบฝึกจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของแบบฝึก
3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก จากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4 (ว 204) และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 4 (ว 204)
4. เลือกและวิเคราะห์เนื้อหาทั้งที่เป็นตัวความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการสร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
5. สร้างแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

6. นำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
 ตรวจสอบเกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของภาษาและกิจกรรมในแบบฝึก

7. นำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง (Try out)
 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 204) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก มาก่อนโดยดำเนินการ
 ทดลองดังนี้

7.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อดูความเหมาะสมของกิจกรรมและเวลาที่ใช้
 พร้อมทั้งจดบันทึกปัญหาต่าง ๆ เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขใน
 แบบฝึกหรือไม่ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

7.2 ทดลองรายกลุ่ม จำนวน 5 คน บันทึกปัญหา ข้อบกพร่องเพื่อนำผลมา
 ปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งหนึ่ง

7.3 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 45 คน เพื่อนำปัญหาที่พบมาปรับปรุง
 แก้ไข เพื่อนำไปใช้จริง

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ กำเนินการสร้างตามลำดับชั้น
 ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายและเนื้อหาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก
 จากหนังสือ หลักสูตร คู่มือครู และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. สร้างแผนการสอน จำนวน 18 คาบ ประกษณ์ด้วยความคิดรวบยอด จุดประสงค์
 เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล
 กิจกรรมการเรียนการสอนในแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ดำเนินการดังนี้

2.1 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน การจัดกิจกรรม
 การเรียนการสอนดังนี้

2.1.1 ขั้นตอนการทดลอง

2.1.1.1 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมี

เหตุผลตอนที่ 1

- 2.1.1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง
ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
- 2.1.2 ชั้นทดลอง เป็นชั้นที่นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดในแบบเรียน
- 2.1.3 ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้
- 2.1.3.1 นำข้อมูลที่ไต่จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน
ระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- 2.1.3.2 นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่าง
มีเหตุผลตอนที่ 2 เพื่อฝึกการนำความรู้ไปใช้
- 2.2 แผนการสอนตามคู่มือครู มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนดังนี้
- 2.2.1 ชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง
- 2.2.1.1 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา
- 2.2.1.2 ครูชี้แจงจุดประสงค์ในการทดลอง
- 2.2.1.3 ครูอธิบายวิธีการทดลองและข้อควรระวังในการ
ทดลอง
- 2.2.2 ชั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดใน
แบบเรียน
- 2.2.3 ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง
- 2.2.3.1 นำข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง มาอภิปรายร่วมกัน
ระหว่างครูกับนักเรียนเพื่อสรุปรวบรวมเป็นความรู้ใหม่
- 2.2.3.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์ของ
ความรู้ที่จะนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน
3. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง
ความเหมาะสมทางด้านภาษาและความถูกต้องตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

4. นำแผนการสอนทั้ง 2 แบบ ที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการดังนี้

4.1 ทดลองสอนกับนักเรียนรายบุคคล เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ การสื่อความหมาย กิจกรรม แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น

4.2 ทดลองสอนภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 45 คน เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องนำไปใช้จริง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล และการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์
2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกจากหนังสือและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4 (ว204) เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์แบ่งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้านคือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. วิเคราะห์อัตราส่วนในการออกแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน
4. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรมด้านความรู้ความคึกทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 100 ข้อ
5. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรม แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ (บุญเชิด วิทยุโชณนันทพงษ์. 2526 : 89 - 91)
6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงด้านภาษา แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้เรียนเรื่องนี้ไปแล้วจำนวน 150 คน

7. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจ และรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หากค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟ่าน โดยตัดเอา 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ หากค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เทห์ ฟ่าน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 186 - 187)

8. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน

ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะการตั้งสมมุติฐาน เพื่อกำหนดพฤติกรรมที่จะวัด
2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่แสดงว่ามีความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน ตามแนวของ American Association for the Advancement of science (AAAS) แล้วเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. ศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐานของเกียรติชัย ปิยะวงศ์สมบูรณ์ และของ อนันต์ จันทร์ทวี เพื่อเป็นแนวทางในการออกข้อสอบ
4. วิเคราะห์วิธีการส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน
5. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ จำนวน 60 ข้อ

6. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง ความถูกต้อง ประสงค์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปได้

7. นำแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐานที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงคำาน ภาษาแล้วนำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 150 คน

8. นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนเขียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ถูก ให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ นำค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน โดยตัดเอา 27% ของกลุ่มสูงและกลุ่มค่าหาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เทห์ ฟาน สร้างไว้เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ. และอังคณา สายยศ. 2528 : 186 - 187)

9. นำแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐานที่คัดเลือกไว้จากข้อ 4.8 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมให้มีนักเรียนกลุ่มละ 45 คน ทั้งได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากันคือ ใช้เวลากลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที
 - 3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการ: สอนที่ใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน
5. ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 หากค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2528 : 59)

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

เมื่อ \bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

1.2 หากค่าความแปรปรวนของคะแนน (อ่าน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2528 : 63)

$$s^2 = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ s^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน
 ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หากค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับจุดประสงค์ มีสูตรดังนี้ (บุญเชิด วิทยุ อนุทินทพนธ์. 2526 : 89 - 91)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
 ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เนื้อหาวิชา ทั้งหมด
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

2.2 หากค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้หนังสือการจักกลุ่ม 27% แล้วเปิดตาราง สำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน (อ่าน สายยศ และอังคณา สายยศ.

2528 : 186 - 187)

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐาน โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ
และอังคณา สายยศ. 2528 : 168 - 170)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1, 2 เพื่อหาความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการตั้งสมมุติฐานระหว่างกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference-Score
(Scott. 1962 : 264)

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{s_{MD_1 - MD_2}} \quad ; \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

ซึ่ง

$$s_{MD_1 - MD_2} = \sqrt{\frac{s_D^2}{n_1} + \frac{s_D^2}{n_2}}$$

และ

$$s_D^2 = \frac{\Sigma(D_1 - MD_1)^2 + \Sigma(D_2 - MD_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้ในการพิจารณาใน t -distribution
MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียนกับ ก่อนการ เรียนของกลุ่มทดลอง
MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ เรียน กับก่อนการ เรียนของกลุ่มควบคุม
D_1	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ เรียนกับก่อนการ เรียน ของกลุ่มทดลอง
D_2	แทน	ผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ เรียนกับก่อนการ เรียน ของกลุ่มควบคุม
S_D^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการ เรียน และก่อนการ เรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

3.2 ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 3, 4 เพื่อหาพัฒนาการของทักษะการตั้งสมมติฐาน
ภายในกลุ่มทดลองและภายในกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติ แบบ t -test Dependent
(ฉวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 87)

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

เมื่อ t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t -distribution
D	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
\bar{X}_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบก่อนการทดลอง
\bar{X}_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบหลังการทดลอง
MD	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองและก่อนการทดลอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
$S^2_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการทดลองกับก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
D	แทน	ผลต่างของคะแนน
S^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทดสอบหลังการทดลอง
S.D.	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
**	แทน	ความมีนัยสำคัญทางสถิติ
กลุ่มทดลอง	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
กลุ่มควบคุม	แทน	นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 สถิติพื้นฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการ
สอนตามคู่มือครู สรุปได้ดังนี้

ตาราง 3 สถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_2	S^2	S.D.
กลุ่มทดลอง	45	32.467	32.805	5.728
กลุ่มควบคุม	45	30.844	48.543	6.967

1.2 สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูสรุปได้ดังนี้

ตาราง 4 สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะการตั้งสมมุติฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_2	s^2	S.D.
กลุ่มทดลอง	45	21.133	28.027	5.294
กลุ่มควบคุม	45	17.222	31.904	5.648

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent ในรูป Difference-Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	45	20.556	32.467	11.911	1.734	.333
กลุ่มควบคุม	45	19.511	30.844	11.333	1.734	

จากตาราง 5 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

3. เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้สถิติ t-test Independent ในรูป Difference-Score ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}_1	\bar{X}_2	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	45	15.022	21.133	6.111	.744	3.016 **
กลุ่มควบคุม	45	13.355	17.222	3.867	.744	

$$t (.01, 88) = 2.660$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 แสดงว่าทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้สถิติ t -test แบบ Dependent ได้อย่างไรแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

กลุ่มตัวอย่าง	N	D	D ²	t
กลุ่มทดลอง	45	275	2379	10.289**

$$t (.01, 44) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 แสดงว่าทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล หลังจากทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยใช้ t-test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง	N	D	D ²	t
กลุ่มควบคุม	45	174	1448	6.179**

$$t (.01, 44) = 2.423$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่าทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือ ทักษะการตั้งสมมติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู สรุปผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อ เปรียบ เที่ยบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู
2. เพื่อ เปรียบ เที่ยบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู
3. เพื่อ เปรียบ เที่ยบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
4. เพื่อ เปรียบ เที่ยบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
2. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน
3. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

4. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลอง สูงกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 90 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 14 ห้องเรียน แล้วสุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 45 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

2.2 แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

2.3 แผนการสอนตามคู่มือครู

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ทวีเลือก จำนวน 50 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .72

2.5 แบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมุติฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 5 ทวีเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น .57

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เข้าสู่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยวิธีสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากมา 2 ห้องเรียน จากจำนวนทั้งหมด 14 ห้องเรียน แล้วจับฉลากอีกครั้ง แยกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งมีนักเรียนกลุ่มละ 45 คน

3.2 ทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน

3.3 คำเป็นการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลาดูกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้แผนการสอนที่ใช้แบบฝึกการศึกษามี เหตุผล

3.3.2 กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้แผนการสอนตามคู่มือครู

3.4 เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนตามกำหนด จึงทำการทดสอบหลังเรียน กับนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมติฐาน

3.5 ตรวจสอบผลการทดสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1, 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะการตั้งสมมติฐานระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Independent ในรูป Difference-Score (Scott. 1962 : 264)

2. ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 3, 4 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมติฐานภายในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 87)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้แบบฝึกการศึกษามีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู

ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มต่างมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด กล่าวคือ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามทั้งในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองและชั้นอภิปรายหลังการทดลองซึ่งจะมีทั้งส่วนที่อภิปรายร่วมกับครู และส่วนที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล สำหรับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ กำหนดตัวแปร และหากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามทั้งในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองและในชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

โดยการอภิปรายร่วมกับครูเท่านั้น จะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มต่างมุ่งให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน โดยกลุ่มทดลองได้ปฏิบัติกิจกรรมตามแบบฝึกและอภิปรายร่วมกับครู ส่วนในกลุ่มควบคุมนักเรียนจะได้อีกจากการอภิปรายร่วมกับครู จึงทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศรี เพชรขจร (2531 : 67) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและจากการวิจัยของ นิตยา กิจโร (2530 : 102) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยการฝึกทักษะการตั้งคำถามและการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ประการที่สอง กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มได้เรียนรู้เนื้อหาเดียวกันในเวลาเท่า ๆ กัน และจุดประสงค์ของการสอนในเนื้อหานั้นเป็นจุดประสงค์เดียวกัน แนวทางในการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์แม้จะแตกต่างกันบ้าง แต่ก็ให้ผลปลายทางที่คล้ายกัน จึงทำให้นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ซัชแมน (Suchman, 1962 : 3 - 100) ที่ได้ทำการทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการฝึกนักเรียนวางแผนเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุ ให้รู้จักการรวบรวมและการจัดระเบียบตัวแปรต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบสมมุติฐานด้วยการใช้คำถาม ปรากฏว่า ไม่พบความแตกต่างกันในความรู้ความเข้าใจคำถามที่ฝึกระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองและยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 26) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยเน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ด้วยเหตุผลสนับสนุนดังกล่าวจึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ทำให้เป็นข้อสังเกตว่า หากต้องการสอนให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ สามารถใช้การสอนได้ทั้ง 2 แบบหรือใช้การสอนโดยใช้แบบฝึกการคิด
อย่างมีเหตุผลแทนการสอนตามคู่มือครูได้

2. เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึก
การคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า
นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลมีค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะ -
การตั้งสมมุติฐานสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก การเรียนการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
มีการจัดกิจกรรมมุ่งให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการคิดในรูปของการฝึก
แก้ปัญหาโดยจัดกระบวนการเรียนการสอนเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนอธิบายก่อนการทดลอง
ขั้นทดลองและขั้นตอนอธิบายหลังการทดลอง จัดให้นักเรียนฝึกคิดอย่างมีเหตุผลทั้งในขั้นตอน
ก่อนการทดลอง และขั้นตอนอธิบายหลังการทดลอง กล่าวคือ ในขั้นตอนอธิบายก่อนการทดลอง
ครูเตรียมปัญหาไว้ให้แต่ไม่บอกวิธีแก้ปัญหา ให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะของนักเรียนเอง
นักเรียนจะได้ฝึกการพิจารณาว่าปัญหาใดสามารถทดลองได้หรือทดลองไม่ได้ แล้วหาสาเหตุ
ของปัญหากำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามและ
ออกแบบการทดลองสำหรับในขั้นตอนอธิบายหลังการทดลอง ให้นักเรียนระบุปัญหาคำพูดตนเอง
จากสถานการณ์ที่กำหนดให้หาสาเหตุของปัญหาพร้อมทั้งหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและ
ตัวแปรตาม ซึ่งการปฏิบัติกิจกรรมลักษณะดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน อาทิ ทักษะการสังเกต การลงความคิดเห็นจาก
ข้อมูล รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีทักษะ
การตั้งสมมุติฐานสูงขึ้นสอดคล้องกับแนวคิดของ วีระ เมืองช้าง (2525 :) ที่กล่าวว่า
การใช้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง
ขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการตั้งสมมุติฐาน

ประการที่สอง การเรียนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนมีโอกาสศึกษาปัญหาในสถานการณ์ที่จัดไว้ซึ่งมีทั้งภาพและข้อความเป็นการดึงดูดและเร้าความสนใจของนักเรียน รุ่งใจให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็น กระจือหรือวันที่จะเรียนและยังได้ฝึกคิดและปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละชั้นของแบบฝึก ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึกและยังได้รับรู้ผลของการตอบสนองทันทีว่าแนวทางที่ถูกหรือที่เป็นไปได้เป็นอย่างไร เป็นการสร้างความพอใจและแรงจูงใจแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับแนวทฤษฎีของ ฮาร์เวส (Harass. n.d. 93 - 94) ที่กล่าวว่าแบบฝึกเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยการแสดงความสามารถและความเข้าใจลงในแบบฝึกและการที่นักเรียนได้ฝึกคิดบ่อย ๆ จากแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะการตั้งสมมุติฐานและสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ ฮอว์นโคค ในเรื่องกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) (สุจิต เพ็ชรขอม และสายใจ อินทร์ทรัพย์. 2522 : 52 - 62) ที่กล่าวว่า สิ่งใดก็ตามที่มีการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ บ่อยทำให้ผู้ฝึกมีความคล่องแคล่วและสามารถทำได้ดีและสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกียรติชัย นิยะวงศ์สมบูรณ์ (2524 : 31) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์โดยการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐาน มีทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกัน ทั้งนี้ในการสอนวิทยาศาสตร์ถ้าต้องการเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้น ควรใช้การสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

3. เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

3.1 เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอนและหลังจากได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3.2 เปรียบเทียบทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนก่อนได้รับการสอน และหลังจากได้รับการสอนตามคู่มือครู

ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการตั้งสมมุติฐานของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

การที่ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้ ประการแรก กิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่มต่างมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกการคิดโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ในชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกที่จัดกิจกรรมไว้อย่างเป็นขั้นตอน เริ่มจากการศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา หาสาเหตุของปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม และออกแบบการทดลอง สำหรับการฝึกในช่วงอภิปรายหลังการทดลองก็มีรูปแบบ ขั้นตอนคล้ายชั้นอภิปรายก่อนการทดลอง แต่เปิดโอกาสให้มีอิสระในการคิดการเขียนมากยิ่งขึ้น ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือก็ได้รับการฝึกคิดอย่างมีเหตุผล เช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล กล่าวคือ ในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายปัญหาจากสถานการณ์ หาสาเหตุของปัญหา กำหนดตัวแปร หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ออกแบบการทดลอง สำหรับในชั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูก็เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายร่วมกับครูอีกเพื่อช่วยกันสรุปและฝึกคิด นำความรู้ไปใช้ จะเห็นได้ว่า นักเรียนในกลุ่มตัวอย่างทั้งสองต่างก็ได้รับการสอนที่มุ่งให้นักเรียนมีความสามารถในการคิด คิดได้อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คล้ายกันจึงให้นักเรียนมีทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้นทั้งสองกลุ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ เกียรติชัย บิยะวงศ์สมบูรณ์ ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานหลังการทดลอง นักเรียนจะมีทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงกว่าก่อนการทดลอง

ประการที่สอง นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีอายุอยู่ในช่วง 11 - 15 ปี ซึ่งตามทฤษฎีของ เพียเจต์ กล่าวว่า ivoa เกิดในวัยนี้จะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ ความเข้าใจถึงระดับสูงสุดและมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบระเบียบ สามารถคิดถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน มีลักษณะ

การคิดแบบตั้งสมมุติฐาน (ทรวณี ช.เจนจิก. 2528 : 91) ดังนั้นนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสองกลุ่ม ที่ได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จึงมี ทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการสอนทั้ง 2 แบบ สามารถพัฒนาทักษะ การตั้งสมมุติฐานของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำเอาการสอน วิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลมาใช้ เพื่อพัฒนาส่งเสริมทักษะการตั้งสมมุติฐาน ของนักเรียนให้สูงขึ้น เพราะจากการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถกำหนดความสัมพันธ์ ของตัวแปร รู้ว่าสิ่งใดเป็นเหตุ สิ่งใดเป็นผล ใ้ นักเรียนจะมีทักษะการตั้งสมมุติฐานสูงขึ้น

1.2 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่จะทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบฝึก การคิดอย่างมีเหตุผล ควรใช้สลับกับวิธีสอนอื่น ๆ ทั้งนี้ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของ เนื้อหา และวิธีการ ตลอดจนเวลาที่ใช้ด้วย อาจขยายเวลาในชั้นอภิปรายก่อนการทดลองจากเดิม ที่กำหนดไว้ประมาณ 5 - 10 นาที มาเป็น 15 - 20 นาที เพื่อใช้ในการฝึกกระบวนการคิด อย่างมีเหตุผล อันเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทักษะการตั้งสมมุติฐาน

1.3 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรให้ความสำคัญต่อทักษะ การตั้งสมมุติฐาน โดยวางแผนการสอนให้มีการฝึกกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งสามารถใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการลงความคิดเห็น จากข้อมูลอันเป็นส่วนสำคัญที่จะเชื่อมโยงความคิดไปสู่การตั้งสมมุติฐาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

2.1 ควรวิจัยการสอนโดยใช้แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ มโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการฝึกกระบวนการคิด

อย่างมีเหตุผลจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อันจะส่งผลให้เกิดตัวแปรต่าง ๆ ทั้งกล่าวมาแล้ว

2.2 การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการตั้งสมมุติฐานโดยใช้แบบฝึกการศึกษอย่างมีเหตุผล เป็นกลุ่มกับการฝึก เป็นรายบุคคล ทั้งนี้เพราะรูปแบบของการฝึกเน้นในเรื่องกระบวนการคิดและการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการฝึกเป็นกลุ่มอาจจะช่วยให้ฝึกเรียนได้ใช้พลังกลุ่มในการระดมพลังสมอง จะทำให้เกิดความหลากหลายทางความคิดซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถตั้งสมมุติฐานได้หลายแนวทางขึ้น

2.3 การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการตั้งสมมุติฐานหรือตัวแปรตามอื่น ๆ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียน เพศ วัย ต่างกัน ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกการศึกษอย่างมีเหตุผล

ဘဝဏ္ဍာနုဂ္ဂ

บรรณานุกรม

- กิ่งฟ้า สินขวงษ์. ความสามารถของนักเรียนในการใช้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหาในการเรียนรู้.
ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2521.
- กิ่งฟ้า สินขวงษ์ และคนอื่น ๆ. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2525.
- กิ่งฟ้า สินขวงษ์ และละออ แสนศักดิ์. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ : เอกสาร
ประกอบการสอนวิชา 214 351 หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ระดับมัธยมศึกษา. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2524.
- เกียรติชัย ปิยวงศ์สมบูรณ์. การสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์, 2524. อักษรสำเนา.
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้,"
ข่าวสารสสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- คัมภีร์ สุขศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ด้านความซื่อสัตย์และมีใจเป็นกลางของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอน
โดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักษรสำเนา.
- ฉันทนา ภาคบงกช. สอนให้เด็กคิด. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
- ชวาล แพร่ทกุล. เทคนิคการวัดผล. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,
2518.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษาดผลการฝึกทักษะการตั้งสมมุติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่
มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ, 2529. อักษรสำเนา.

- ชาญชัย อภิวงษ์สิมา และเชิดวิทย์ ฤทธิประศาสตร์. การพัฒนาบุคคล. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2523.
- เชิดศักดิ์ ไชวาสินธ์. การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษ. ปริชญานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักส์ำเนา.
- โชติ เพชรชื่น. "การสอนและการสอนเพื่อคิดเป็น," การวิจัยผลการศึกษา. 17 : 11 - 18 ; กันยายน - ธันวาคม 2527.
- ณรงค์ ท่วงศรี. การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิชยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อักส์ำเนา.
- ธงชัย ชิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าว สสวท. 6(3) : 60 - 67 ; เมษายน 2521.
- นิตา สะเพียรชัย. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," วารสารสสวท. 4 : 1 - 7 ; 2520.
- นิตยา กิจโร. การศึกษาย่อการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีก่อนผสมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักส์ำเนา.
- นิตยา ปานพิสัย. การทดสอบสอนอ่านภาษาไทยโดยใช้แบบฝึกเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มของนักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 1 วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษาวิทยาเขตบพิตรพิมุข หุ่นมหาเมฆ กรุงเทพฯ. ปริชญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักส์ำเนา.
- นิตยา ฤทธิโยธี. การทำและการใช้แบบฝึกหัดเสริมทักษะ. เอกสารเผยแพร่ความรู้ทางภาษาไทย หน่วยงานนิเทศก์ กรมสามัญศึกษา, 2520.
- บุญเชิด วิญโญอนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

- บุญสม ครูพทา. การสร้างแบบวัดการคิดเป็น. วิทยานิพนธ์ ก.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักษรสำเนา.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารการนิเทศ
การศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 233 กรุงเทพฯ : หน่วยงานนิเทศก กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประสาธ ธีรปริศนา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : กราฟิการ์ต, 2523.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาลดสัมฤทธิ์และแนวทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอน
แบบสืบเสาะ หากความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมุติฐานและทักษะการพยากรณ์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักษรสำเนา.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์," ข่าวสาร สสวท. 11(4) : 2 - 5 ;
กรกฎาคม 2526.
- ปรีชา วงศ์ชูศิริ และคนอื่น ๆ. เอกสารหน่วยการเรียนรู้การสนทนาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา ม.ป.ป.
- บุญยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.
- พรณี ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักษรสำเนา.
- พิทักษ์ รัชชพงศ์. ความสำคัญของพฤติกรรมวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาประเทศ.
กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา, 2520.
- พินิจ ศรีจันทร์ที. "ความคิดสร้างสรรค์กับการสอน," วารสารรามคำแหง. ศึกษาศาสตร์
8(12) : 109 - 113 ; 2525.
- พิศาล สร้อยชูรัตน์. ข้อสอบวิทยาศาสตร์เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ
กระทรวงศึกษาธิการ, 2525.

- พุทธทาส ภิกขุ. การศึกษาอะไร. กรุงเทพฯ : สำนักหนังสือธรรมบุชาโรงพิมพ์พานิช,
2517.
- ไพรัตน์ แยมศาสตร์. การศึกษาแบบการให้เหตุผลในงานปฏิบัติการทางความคิดขั้นนกรมธรรม
ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตท้องที่บางรัก ยานนาวา และสัมพันธวงศ์.
ปริชญานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2530.
อักษำเนา.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. ม.ป.ท., 2525
_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. ม.ป.ท., 2525.
_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. ม.ป.ท., 2525.
_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. ม.ป.ท., 2525.
- มังกร หองสุกที. โครงสร้างการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาราช
ฉัตรพร้า, 2521
- บงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
ความคิดสร้างสรรค์ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดและ
ไม่กำหนดแนวทาง. ปริชญานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักษำเนา.
- รุจี โรจน์ประศาสตร์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หัสนคติทาง
วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. อักษำเนา.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
ศึกษาพร, 2528.
- วรนาถ ท่วงสุวรรณ. การสร้างแบบฝึกการผันวรรณยุกต์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
วิทยานิพนธ์ ค.บ. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อักษำเนา.

- วิไลภ จิ๋วรวงศ์. การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำตามโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร และเขตการศึกษา 1. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อักสาเนา.
- วิชา มหาคุณ. การใช้เหตุผลในทางกฎหมาย. กรุงเทพฯ : ศิริพรการพิมพ์, 2522.
- วินัย เทียมเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการฝึกอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสาเนา.
- วีระ เมืองช้าง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดวิจารณ์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. อักสาเนา.
- วีรบุษย์ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : อำนวยการพิมพ์, 2521.
- ศศิธร สุทธิแพทย์. แบบฝึกหัดสำหรับการสอน เรื่องวลี ในภาษาไทยระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. อักสาเนา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือครูวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2529.
- _____. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 4. กรุงเทพฯ : คุรุสภา, 2530.
- _____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521. คุรุสภา, 2521.
- ศุภชัย จรัสสุริยา. การศึกษาพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นจริงและที่คาดหวังของครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดโรงเรียนรัฐบาล เขตการศึกษา 10 ปีการศึกษา 2527. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2529. อักสาเนา.

- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. ม.ป.ป. อีศสำเนา.
- สมชัย โกมล และคนอื่น ๆ. การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.
 กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2525.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
 ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป.
- สมเจกณ์ ไวยากรณ์. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.
 ปรินซ์พอนท์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
 2530. อีศสำเนา.
- สามัญศึกษา, กรม. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาทั่วประเทศ. กรุงเทพฯ :
 หน่วยศึกษานิเทศก์, 2526.
- สุจิต เพ็ชรขอม และสายใจ อินทร์ทรัพย์. วิธีสอนภาษาไทยระดับมัธยมศึกษา.
 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2522.
- สุวัชร์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช,
 2517.
- สุเทพ อุสาทะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.
- สุโขทัยธรรมมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
 หน่วยที่ 8 - 15. กรุงเทพฯ : ยูไนเตคโพรดักชั่น, 2526.
- _____ . เอกสารการสอนชุดวิชาวิทยาศาสตร์ 3 หน่วยที่ 1 - 5. กรุงเทพฯ :
 ยูไนเตคโพรดักชั่น, 2526.
- สุการ์ตน์ จินตาวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และ
มโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยได้
ชุดการเรียนด้วยตนเองกับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินซ์พอนท์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. ถ่ายเอกสาร.

- อนันต์ จันทร์แก้ว. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2. ปรินญาณิพนธ์
กศ.ท. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523.
อัครสำเนา.
- อุทัย ชีวชนวิกรม์. การเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (โดยเน้นทักษะขั้นสูง
ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์) กับการสอนแบบเดิมในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2517. อัครสำเนา.
- อุษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อัครสำเนา.
- อำนวยการ รุ่งรัศมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2525.

American Association for the Advancement of Science. "Science a Process Approach," : AAAS/Xerox Corporation, 1970.

Anderson, H.O. "An Analysis of a Method for Improving Problem Solving Skills possessed by College Students Preparing to Pursue Science Teaching as Profession," Dissertation Abstracts International. 9 - 10 : 3332-A; March - April, 1919.

Atkin, Myron J. "A Study of Formulating and Suggesting Tests for Hypotheses in Elementary School Science Learning Experience," Science Education. 42(5) : 414 - 411.

Australian Science Education Project. "Inquiry Approach," in A Guide to ASEP. Australian Science Education Project n.d.

Bloom, Benjamin S., ed. Taxonomy of Educational Objectives Handbook I : Cognitive Domain. 17th ed. New York David Mackay, 1972.

Bruner and others. Studies in Cognitive Growth a Collabcration at the Center for Cognitive Studies. New York : Wiley, 1956.

- Butts, David. The Teaching of Science a Self Directed Planning Guide. New York : Harper & Row, 1974.
- Edward J. Kormondy and Bernico E. Essential Biology. Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1984.
- Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. n.p. Education Testing Service, 1952.
- Gagne, Robert M. Psychological Issue in Science - A Process Approach, in the Psychological Bases of Science - A Process Approach. p. 1- 8 , Washington D.C., American Association for the Advancement of Science, 1965.
- _____ . The Conditions of Learning. New York : Holt, Rinehart and Winston Inc., 1965.
- _____ . Essentials of Learning for Instruction. The Diyder Press Hinsdals, 1974.
- Gagne, Robert M. and Briggs L.J. Principles of Instruction Design. New York : Holt, Rinchart and Winston In., 1974.
- Gibbs, Ronald K. "An Analysis of the Effectiveness of Biological Science Curriculum Study Single Topic Films in Teaching Hypothesis Construction to High School Biology Students," Doctor's thesis, Bloomington : Indiana University. Dissertation Abstracts. 28 : 3051, 1968.
- Guilford, J.P. The Nature of Human Intelligence. New York : McGraw-Hill, 1967.
- Guilford, J.P. and Hoepfner. The Analysis of Intelligence. New York : McGraw-Hill, 1971.
- Haress, J.H. "The Two Meannings of Mathematice," A Hand of Programmed Learning. India Annum Press no date, 93 - 94 p.
- Hilgard, Enest R. Introduction to Psychology. New York : Harcourt, Brace & World Inc., 1962.
- John H. Woodburn and Ellsworth S. Onourn. Teaching the Pursuit of Science. the Macmillan Company, New York, 1965.
- Kleinman, Gladys S. "General Science Teacher's Questions, Pupil and Teacher Behavior and Pupils' Understanding of Science," Dissertation Abstracts International. 25 : 5153 - 4A; March, 1964.

Levin, Tamer. "Instruction Which Enable Students to Develop Higher Mental Process," Evaluation in Education. Vol. 3 : 174 - 220, Choppin B.H. and Postlethwaite (ed.) Pergamon Press Ltd., 1980.

Nickerson, Raymond S. "Kinds of Thinking Taught in Current Programs," Educational Leadership. 42(1) : 26 - 36; September 1984.

Okey, James P. Science Process Skills Laboratory for Education Development (Experimental) Indiana University, Bloomington. 1971.

Olarinoye, R.D. "A Comparative Study of Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39(8) : 484-A; February, 1978.

Quinn, Marry Ellen and Kenneth D. George, "Teaching Hypothesis Formulation," Science Education. 59(3) : 189 - 296, 1975.

Ray, Charles Lear. A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level Questions on Students' Abstract Reasoning and Critical Thinking in Two Non - Directive High School Chemistry Classrooms. Dissertation Abstracts International. 40(6) : 3220-A; April, 1979.

Rilley, Joseph Phillip. "The Effect of Science Process Training on Preservice Elementary Teacher's Process Skills Abilities : Understanding of Science, Attitudes toward Science and Science Teaching," Dissertation Abstracts International. 35 : 5152-A; February, 1975.

Scott, William A. and Michael Wertheimer. Introduction to Psychological Research. 4th ed. New York : John Wily and Son, 1962.

Sternberg, Robert J. "How Can We Teach Intelligence?," Educational Leadership. 42(1) : 38 - 48; September, 1984.

Suchman, J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry. June, 1962.

Sund, Robert B. and Leslic W. Trowbride. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. second edition. Published by Charles E. Merrill Publishing Company, 1973.

Sund, Robert B. and Leslic W. Trowbride. Student Centred Teaching in Secondary School. Columbus, Ohio, Charles E. Merrill, 1975.

Vanek, Eugenia and Popparad. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (VSS) and a Textbook Approach on Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes," Dissertation Abstracts International. 35 : 1522-A; September, 1974.

Widden, Morvin Prank. "A Project Evaluation of Science A Process Approach," Dissertation Abstracts International. 32(7) : 3583-A; January, 1973.

Willaims, James Melford. "A Comparison Study of the Tradition Teaching Procedures on Student Attitude Achievement and Critical-Thinking Ability in eleventh Grade United States History," Dissertation Abstracts International. 42(4) : 1605-A; October, 1981.

הכנת תר

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

ข้อ	P_H	P_L	p	r	ข้อ	P_H	P_L	p	r
1	.65	.41	.53	.24	20	.68	.32	.50	.36
2	.68	.38	.53	.30	21	.92	.22	.60	.70
3	.92	.30	.64	.65	22	.84	.27	.57	.57
4	.81	.19	.50	.61	23	.78	.43	.61	.37
5	.81	.30	.56	.51	24	.84	.32	.59	.53
6	.84	.49	.68	.39	25	.73	.27	.50	.46
7	.46	.11	.27	.43	26	.92	.43	.70	.56
8	.59	.25	.42	.35	27	.86	.27	.58	.59
9	.65	.08	.34	.62	28	.86	.62	.75	.31
10	.68	.27	.47	.41	29	.81	.59	.71	.26
11	.65	.19	.41	.47	30	.78	.54	.66	.27
12	.70	.32	.50	.40	31	.77	.41	.60	.37
13	.70	.16	.42	.55	32	.84	.54	.70	.35
14	.89	.46	.69	.49	33	.89	.57	.74	.40
15	.62	.35	.48	.27	34	.78	.51	.65	.30
16	.65	.46	.56	.20	35	.84	.41	.64	.46
17	.51	.32	.41	.20	36	.94	.51	.75	.55
18	.84	.43	.65	.44	37	.81	.27	.55	.54
19	.65	.19	.41	.47	38	.95	.46	.74	.60

การวาง (ต่อ)

ลำดับ ของ	P_H	P_L	p	r	ลำดับ ของ	P_H	P_L	p	r
39	.86	.35	.62	.53	45	.92	.62	.79	.42
40	.76	.35	.56	.40	46	.43	.19	.30	.28
41	.86	.70	.78	.22	47	.89	.41	.67	.53
42	.43	.16	.29	.32	48	.73	.27	.50	.46
43	.54	.35	.44	.20	49	.59	.14	.35	.49
44	.84	.38	.62	.48	50	.81	.43	.63	.40

ตาราง แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.36	.64	.23	20	.46	.54	.25
2	.60	.40	.24	21	.88	.12	.11
3	.78	.22	.17	22	.82	.18	.15
4	.70	.30	.21	23	.76	.24	.18
5	.78	.22	.17	24	.86	.14	.12
6	.66	.34	.22	25	.64	.36	.23
7	.58	.42	.24	26	.62	.38	.24
8	.34	.66	.22	27	.70	.30	.21
9	.56	.44	.25	28	.74	.26	.19
10	.26	.74	.19	29	.74	.26	.19
11	.48	.52	.25	30	.82	.18	.15
12	.72	.28	.20	31	.90	.10	.09
13	.60	.40	.24	32	.50	.50	.25
14	.68	.32	.22	33	.88	.12	.11
15	.54	.46	.25	34	.68	.32	.22
16	.74	.26	.19	35	.66	.34	.22
17	.56	.44	.25	36	.98	.02	.02
18	.82	.18	.15	37	.96	.04	.04
19	.48	.52	.25	38	.98	.02	.02

ตาราง (ต่อ)

ลำดับ ข้อ	p	q	pq	ลำดับ ข้อ	p	q	pq
39	.94	.06	.06	45	.98	.02	.02
40	.78	.22	.17	46	.46	.54	.25
41	.92	.08	.07	47	.80	.20	.16
42	.68	.32	.22	48	.74	.26	.19
43	.44	.56	.25	49	.54	.46	.25
44	.68	.32	.22	50	.80	.20	.16

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก โดยใช้สูตร KR - 20 ของ
 กูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 9.15$$

$$\Sigma X = 1729$$

$$\Sigma X^2 = 61393$$

จากสูตร $s_t^2 = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$

แทนค่า $= \frac{50 \times 61393 - (1729)^2}{50 \times 50}$

$$= \frac{3069650 - 2989441}{2500}$$

$$= \frac{80209}{2500}$$

$$= 32.08$$

จากสูตร $r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right]$

แทนค่า $= \frac{50}{50-1} \left[1 - \frac{9.15}{32.08} \right]$

$$= \frac{50}{49} (1 - 0.29)$$

$$= 1.02 \times 0.71$$

$$= 0.72$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .72

ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัชภัททะ
การตั้งสมมติฐาน

ข้อที่	P_H	P_L	p	r	ข้อที่	P_H	P_L	p	r
1	.75	.30	.52	.43	16	.83	.48	.66	.39
2	.78	.45	.62	.35	17	.60	.10	.33	.55
3	.88	.43	.67	.50	18	.65	.28	.46	.37
4	.80	.28	.55	.52	19	.08	.15	.47	.64
5	.95	.35	.69	.67	20	.95	.20	.61	.75
6	.85	.53	.70	.37	21	.60	.33	.46	.28
7	.90	.48	.71	.49	22	.68	.33	.51	.35
8	.70	.13	.40	.58	23	.58	.20	.38	.40
9	.80	.38	.60	.44	24	.68	.25	.46	.43
10	.68	.18	.42	.51	25	.93	.43	.71	.58
11	.75	.18	.46	.57	26	.65	.20	.42	.46
12	.65	.28	.46	.37	27	.90	.25	.60	.66
13	.63	.25	.44	.39	28	.88	.48	.70	.46
14	.88	.40	.66	.52	29	.75	.23	.49	.52
15	.88	.30	.61	.60	30	.68	.33	.51	.35

ตาราง แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน

ข้อ ข้อที่	p	q	pq	ข้อ ข้อที่	p	q	pq
1	.64	.36	.23	16	.92	.08	.07
2	.86	.14	.12	17	.62	.38	.24
3	.82	.18	.15	18	.66	.34	.22
4	.94	.06	.06	19	.76	.24	.18
5	.94	.06	.06	20	.82	.18	.15
6	.82	.18	.15	21	.52	.48	.25
7	.92	.08	.07	22	.42	.58	.24
8	.48	.52	.25	23	.70	.30	.21
9	.86	.14	.12	24	.54	.46	.25
10	.76	.24	.18	25	.78	.22	.17
11	.68	.32	.22	26	.08	.92	.07
12	.56	.44	.25	27	.84	.16	.13
13	.70	.30	.21	28	.86	.14	.12
14	.72	.28	.20	29	.58	.42	.24
15	.84	.16	.13	30	.80	.20	.16

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน
โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson.)

$$\Sigma pq = 5.1$$

$$\Sigma X = 1072$$

$$\Sigma X^2 = 23550$$

จากสูตร

$$s_t^2 = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N^2}$$

แทนค่า

$$= \frac{50 \times 23550 - (1072)^2}{50 \times 50}$$

$$= \frac{1177500 - 1149184}{2500}$$

$$= \frac{28316}{2500}$$

$$= 11.32$$

จากสูตร

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right]$$

$$= \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{5.1}{11.32} \right]$$

$$= \frac{30}{29} (1 - 0.45)$$

$$= 1.03 \times 0.55$$

$$= 0.57$$

แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น .57

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
1	33	1089	20	42	1764
2	31	961	21	48	2304
3	28	784	22	31	961
4	33	1089	23	35	1225
5	33	1089	24	24	576
6	28	784	25	47	2209
7	31	961	26	38	1444
8	32	1024	27	34	1156
9	33	1089	28	32	1024
10	37	1369	29	32	1024
11	40	1600	30	27	729
12	29	841	31	32	1024
13	38	1444	32	28	784
14	43	1849	33	29	841
15	44	1936	34	33	1089
16	43	1849	35	38	1444
17	32	1024	36	37	1369
18	21	441	37	28	784
19	33	1089	38	35	1225

גורמים (מס)

ד מס	x	x ²	ד מס	x	x ²
39	37	1369	45	42	1764
40	35	1225	46	29	841
41	43	1849	47	38	1444
42	33	1089	48	33	1089
43	39	1521	49	37	1369
44	39	1521	50	32	1024

ตาราง การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐาน

อันดับ คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
1	20	400	20	21	441
2	20	400	21	17	289
3	21	441	22	19	361
4	27	729	23	21	441
5	23	529	24	20	400
6	23	529	25	21	441
7	23	529	26	16	256
8	26	676	27	16	256
9	26	676	28	25	625
10	21	441	29	21	441
11	26	676	30	21	441
12	17	289	31	23	529
13	27	729	32	21	441
14	17	289	33	21	441
15	27	729	34	15	225
16	22	484	35	18	324
17	24	576	36	16	256
18	25	625	37	23	529
19	18	324	38	25	625

ตาราง (ต่อ)

ลำดับ ตอนที่	x	x^2	ลำดับ ตอนที่	x	x^2
39	19	361	45	26	676
40	25	625	46	19	361
41	21	441	47	19	361
42	24	576	48	25	625
43	25	625	49	21	441
44	15	225	50	20	400

ภาคผนวก ข

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง
ของเปลือกโลก ของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	15	34	19	20	19	29	10
2	10	26	16	21	13	28	15
3	27	42	15	22	21	29	8
4	25	37	12	23	24	26	2
5	17	31	14	24	20	38	18
6	17	31	14	25	28	40	12
7	22	36	14	26	20	34	14
8	23	39	16	27	12	34	22
9	16	28	12	28	19	31	12
10	26	39	13	29	21	42	21
11	11	29	18	30	19	31	12
12	28	38	10	31	25	38	13
13	19	32	13	32	19	33	14
14	19	36	17	33	23	21	-2
15	14	32	18	34	27	37	10
16	20	21	1	35	21	38	17
17	26	37	11	36	19	38	19
18	24	26	2	37	24	30	6
19	19	28	9	38	24	38	14

ตาราง (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
39	15	19	4	43	26	25	-1
40	17	28	11	44	30	37	7
41	21	30	9	45	22	37	15
42	18	29	11				

ตาราง แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเปลี่ยนแปลง
ของเปลือกโลก ของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	29	36	7	20	26	37	11
2	16	24	8	21	18	28	10
3	27	42	15	22	21	32	11
4	11	23	12	23	15	35	20
5	26	37	11	24	14	29	15
6	13	22	9	25	19	23	4
7	23	22	-1	26	18	27	9
8	13	32	19	27	13	19	6
9	19	41	22	28	18	31	13
10	22	29	7	29	24	41	17
11	13	18	5	30	14	24	10
12	25	42	17	31	14	14	0
13	20	26	6	32	17	35	18
14	18	29	11	33	21	35	14
15	15	25	10	34	24	34	10
16	25	27	2	35	15	42	27
17	22	35	13	36	21	31	10
18	19	35	16	37	21	29	8
19	29	29	0	38	22	38	16

ตาราง (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
39	20	42	22	43	21	28	7
40	25	34	9	44	16	32	16
41	17	25	8	45	18	38	20
42	21	31	10				

ตาราง แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐานของกลุ่มทดลอง

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	16	22	6	20	11	17	6
2	19	27	8	21	12	20	8
3	24	26	2	22	11	13	2
4	20	25	5	23	22	26	4
5	8	26	18	24	10	19	9
6	7	22	15	25	16	24	8
7	22	28	6	26	16	22	6
8	10	17	7	27	10	9	-1
9	11	24	13	28	12	20	8
10	19	23	4	29	21	28	7
11	10	17	7	30	21	26	5
12	19	27	8	31	17	25	8
13	19	26	7	32	19	21	2
14	16	26	10	33	13	15	2
15	16	20	4	34	20	26	6
16	14	19	5	35	17	26	9
17	15	19	4	36	12	19	7
18	9	16	7	37	15	24	9
19	12	10	-2	38	13	24	11

ตาราง (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
39	8	6	-2	43	15	20	5
40	18	27	9	44	18	22	4
41	17	19	2	45	13	13	0
42	13	20	7				

ตาราง แสดงคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการตั้งสมมติฐานของกลุ่มควบคุม

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	11	14	3	20	16	25	9
2	8	7	-1	21	15	13	-2
3	20	24	4	22	10	12	2
4	11	12	1	23	13	21	8
5	20	23	3	24	12	13	1
6	9	15	6	25	10	15	5
7	9	20	11	26	6	20	14
8	13	22	9	27	12	9	-3
9	17	23	6	28	14	14	0
10	13	26	13	29	21	25	4
11	8	14	6	30	8	18	10
12	21	20	-1	31	6	8	2
13	10	11	1	32	14	18	4
14	11	12	1	33	12	21	9
15	17	20	3	34	16	22	6
16	15	13	-2	35	19	22	3
17	17	22	5	36	15	13	-2
18	12	23	11	37	11	16	5
19	13	16	3	38	18	21	3

ตาราง (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
39	14	14	0	43	12	15	3
40	21	26	5	44	8	6	-2
41	8	8	0	45	16	18	2
42	19	25	6				

ภาคผนวก ค

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

คำชี้แจง

1. ข้อสอบฉบับนี้มีจำนวน 50 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 50 นาที
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบ เช่น คำตอบที่ถูกต้องคือ ข้อ ก

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	\times				
2					

3. ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเส้น 2 เส้น ทับเครื่องหมาย \times แล้วกาเครื่องหมาย \times ลงในตัวเลือกที่ต้องการใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบจาก ก เป็น ง ทำดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	\times			\times	
2					

4. ให้นักเรียนเขียน ชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้ว ทำข้อสอบต่อไป

1. นักเรียนใช้เกณฑ์ใดในการคาดคะเนลักษณะภูมิประเทศในอดีตของลำน้ำ
 - ก. ความกว้าง ความลึก ความชัน
 - ข. ความลึก ความคดเคี้ยว ความชัน
 - ค. ความชัน ความคดเคี้ยว ตะกอน
 - ง. ความกว้าง ความลึก ความคดเคี้ยว
 - จ. ความกว้าง ความลึก ตะกอน

2. การสึกกร่อนและการพัดพาหมายถึงกระบวนการใด
 - ก. กระบวนการทางธรณศาสตร์ที่พัดพาเศษหิน ดิน ไปจากที่เดิม
 - ข. กระบวนการทางธรณศาสตร์ที่ธารน้ำแข็งพัดพาเศษหิน ดิน ไปจากที่เดิม
 - ค. กระบวนการทางธรณศาสตร์ที่พัดพาสารอินทรีย์ไปจากที่เดิม
 - ง. กระบวนการทางธรณศาสตร์ที่พัดพาแร่ธาตุไปจากที่เดิม
 - จ. กระบวนการทางธรณศาสตร์ที่พัดพาเศษหิน ดิน ไปจากที่เดิม

3. ปรากฏการณ์ใดที่เกิดต่อเนื่องกัน
 - ก. การบุฟ้ง การสึกกร่อน การพัดพา และการทับถม
 - ข. การสึกกร่อน การพัดพา การทับถม และการบุฟ้ง
 - ค. การทับถม การบุฟ้ง การสึกกร่อน และการพัดพา
 - ง. การบุฟ้ง การทับถม การสึกกร่อน และการพัดพา
 - จ. การทับถม การสึกกร่อน การบุฟ้ง และการพัดพา

4. การบุฟ้งทางเคมีต่างกับการบุฟ้งทางกายภาพในข้อใด
 - ก. การเกิดซำ - เร่ว ต่างกัน
 - ข. การเปลี่ยนแปลงของขนาด
 - ค. การเปลี่ยนแปลงค้ำนองค์ประกอบ
 - ง. ใช้พลังงานต่างกัน
 - จ. สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเกิดและการเปลี่ยนแปลงของขนาด

5. การพู่หึ่งทางเคมีหมายถึงอะไร

- ก. กระบวนการที่หินแตกสลายเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงค้ำงองค์ประกอบ
- ข. กระบวนการที่หินแตกสลายเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงค้ำงรูปร่าง
- ค. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของหินเนื่องจากพลังงานกล
- ง. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของหินเนื่องจากพลังงานความร้อน
- จ. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของหินเนื่องจากกรกระทำของมนุษย์

6. ถ้ำมักเรียนไปพบแร่ควอตซ์มากในบริเวณหนึ่ง นักเรียนคิดว่าบริเวณนั้นเคยมีหินชนิดใดมาก่อน

- ก. หินบะซอลต์
- ข. หินแกรนิต
- ค. หินแอนดีไซต์
- ง. หินปูน
- จ. หินดินคาน

7. จากข้อความที่ว่า "น้ำหยดลงหินทุกวันหินมันยังกร้อน" พลังงานที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลงคือพลังงานรูปใด

- ก. พลังงานศักย์ พลังงานจลน์
- ข. พลังงานเคมี พลังงานแสง
- ค. พลังงานกล พลังงานเคมี
- ง. พลังงานกล พลังงานแสง
- จ. พลังงานศักย์ พลังงานเคมี

8. ปรากฏการณ์ใดที่แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก

- ก. แผ่นดินไหว
- ข. ดินแตกกระแหง
- ค. หินงอกหินย้อย
- ง. ภูเขาไฟระเบิด
- จ. พายุทราย

9. การเกิดหินงอกหินย้อย มีพลังงานใดเข้ามาเกี่ยวข้องมากที่สุด
- พลังงานความร้อน
 - พลังงานแสง
 - พลังงานเคมี
 - พลังงานกล
 - พลังงานกลและพลังงานศักย์
10. เสาหินเป็นการบุพังทางค้ำคอกและใช้พลังงานใด
- ทางเคมี ใช้พลังงานกล
 - ทางเคมี ใช้พลังงานความร้อน
 - ทางเคมี ใช้พลังงานเคมี
 - ทางกายภาพ ใช้พลังงานเคมี
 - ทางกายภาพ ใช้พลังงานกล
11. เมื่อเปลือกโลกเปลี่ยนแปลงถึงขั้นสุดท้ายจะก่ออะไร
- หิน
 - ทรายละเอียด
 - สารอินทรีย์
 - ซิลิเกต
 - แร่ต่าง ๆ
12. ซ้อคอกไม่เข้าพวก
- การกักคะด้วยฝน
 - แผ่นคินดลุ่มเนื่องจากความลาคเอียง
 - การกักคะเพราะเนื่องจากกระแส่น้ำ
 - การหักร่างดางป่า
 - การกักคะด้วยลม

13. ถ้าจะหาโต๊ะทดลองวิทยาศาสตร์ ไม่ควรเลือกใช้หินในข้อใด
- ก. สีดาแดง
 - ข. ทราบ
 - ค. หินไนส์
 - ง. หินแอนทีไรต์
 - จ. หินปูน
14. หินชนิดใดที่ใช้ทำกรกได้ทนทานและคุ้มค่าที่สุด
- ก. หินตะกอน
 - ข. หินปูน
 - ค. หินทราย
 - ง. หินแกรนิต
 - จ. หินชนวน
15. หินที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการทำกระเบื้องปูผนังคือหินในข้อใด
- ก. หินปูน
 - ข. หินอ่อน
 - ค. หินชนวน
 - ง. หินทราย
 - จ. หินแกรนิต

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 16 - 17
นักเรียนคนหนึ่งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของหิน ได้ผลดังตาราง

หินก้อนที่	วิธีการใช้	ลักษณะของหินหลังการทดลอง
1	ทุบด้วยค้อน หยกด้วยกรรก	ไม่แตก ไม่เปลี่ยนแปลง
2	ทุบด้วยค้อน หยกด้วยกรรก	แตกเป็นแผ่นเล็ก ๆ เกิดฟองก๊าซมาก
3	ทุบด้วยค้อน หยกด้วยกรรก	ไม่แตก เกิดฟองก๊าซ

16. เมื่อนำแผ่นรวมกันกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สามารถละลายหินในข้อใดได้

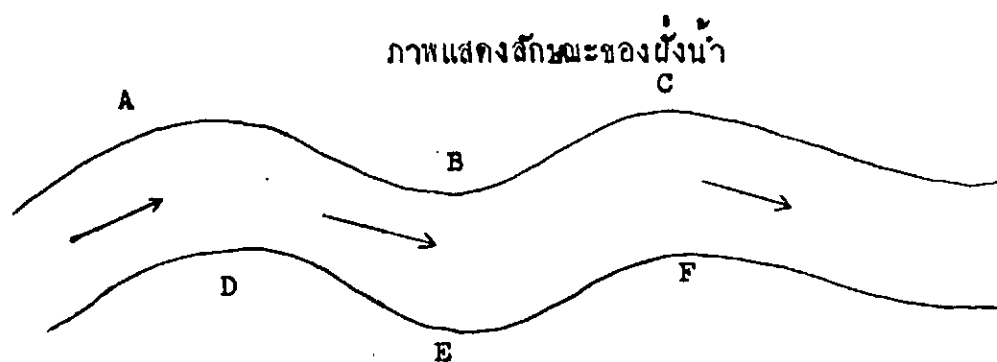
- ก. หินก้อนที่ 1
- ข. หินก้อนที่ 2
- ค. หินก้อนที่ 3
- ง. หินก้อนที่ 1 และหินก้อนที่ 2
- จ. หินก้อนที่ 2 และหินก้อนที่ 3

17. ข้อใดสรุปถูกต้อง

- ก. หินก้อนที่ 1 เป็นหินปูน
- ข. หินก้อนที่ 2 เป็นหินชนวน
- ค. หินก้อนที่ 3 เป็นหินอัคนี
- ง. หินก้อนที่ 1 และก้อนที่ 2 เป็นหินชั้น
- จ. หินก้อนที่ 1 และก้อนที่ 3 เป็นหินตะกอน

18. การสึกกร่อนและพัดพาเนื่องจากน้ำเป็นต้นเหตุจะเกิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร
- ความชันและปริมาณของตะกอน
 - ความชันและทิศทาง
 - ขนาดและปริมาณของตะกอน ความแรง ความเร็ว
 - ขนาดและปริมาณของตะกอน ความแรง ความเร็ว ปริมาณของน้ำ
 - ขนาดและปริมาณของตะกอน ความแรง ความเร็ว ปริมาณของน้ำและลักษณะของท้องน้ำ

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากรูปภาพตอบคำถามข้อ 19 - 21



19. จากรูป บริเวณใดเหมาะแก่การสร้างเมือง
- บริเวณ A, B, C
 - บริเวณ A, E
 - บริเวณ D, B, F
 - บริเวณ D, E, F
 - บริเวณ B, E
20. บริเวณใดที่พบว่า มีการพังทลายของตลิ่งมาก
- บริเวณ A, B, C
 - บริเวณ D, E, F
 - บริเวณ A, E, C
 - บริเวณ D, B, F
 - บริเวณ A, B, F

21. ถ้าสร้างฝั่งน้ำจำลองในกระบอกทรายให้มีลักษณะเหมือนกัน 4 กระบอก แล้ววางเอียงเป็นมุมต่าง ๆ กัน ปล่อยน้ำให้ไหลผ่าน ข้อใดเป็นตัวแปรต้น
- มุมที่เอียงกระบอก
 - ปริมาณกรวดทรายที่ใช้
 - ปริมาณน้ำที่ปล่อยให้ไหลผ่าน
 - ลักษณะความคคเคี้ยวของฝั่งน้ำ
 - ความกว้างของแม่น้ำ
22. บริเวณใดที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการพัดพาและทับถมโดยกระแสน้ำมากที่สุด
- ปากคงคิม
 - ป่าละเมาะ
 - สวนผลไม้
 - ทุ่งกุลาร้องไห้
 - ป่าเบญจพรรณ
23. การสึกกร่อนและพัดพาที่เกิดจากลม ไม่ ขึ้นกับสิ่งใด
- ทิศทางลม
 - ความเร็วของลม
 - ช่วงเวลาที่เกิดลม
 - ปริมาณของตะกอน
 - ขนาดของสิ่งกีดขวางและตะกอน

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 24

ความชันของ กระบอกทราย	ลักษณะของการสึกกร่อน และหักพัง	ปริมาณและขนาดของตะกอนที่ถูกพัดพา
1. เมื่อเอียง เป็นมุม 15°	ฝั่งน้ำจำลองถูกกัดเซาะให้ กว้างขึ้น	ตะกอนขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปได้ไกลกว่า ตะกอนขนาดใหญ่ ตะกอนหรือกรวดขนาดใหญ่ จะตกอยู่แถวคัน ๆ หรือกลางของท้องน้ำ ส่วนกรวดขนาดเล็ก และทรายจะตกอยู่ปลายน้ำ
2. เมื่อเอียง เป็นมุม 30°	ฝั่งน้ำจำลองถูกกัดเซาะ มากกว่าเมื่อเอียงเป็นมุม 15°	กรวด ทราย ขนาดใหญ่จะถูกพัดพาไปทาง ปลายน้ำได้มากขึ้น
3. เมื่อเอียง เป็นมุม 15° แต่ฝั่งน้ำ คกเคี้ยว มากขึ้น	ฝั่งน้ำจำลองสองด้านที่ ยื่นออกมาจะถูกกัดเซาะมาก กรวด และทรายบางส่วน ไปไม่ถึงปลายน้ำ แต่จะตก อยู่ตามชายฝั่งที่เว้าแหว่ง เข้าไป	กรวด ทรายที่มีขนาดเล็กจะถูกพัดพาไปได้ มากกว่าและไกลกว่าพวกที่มีขนาดใหญ่

24. จากข้อมูลในตาราง นักเรียนจะสรุปผลการทดลอง ได้อย่างไร
- เมื่อผงน้ำไม่คกคเคี้ยว กระแสไฟฟ้าผ่านทองน้ำที่ลาคชั้นจะไหลได้แรงกว่า เกิดการสีกรรอนและพิทพาไ้น้อยกว่า
 - เมื่อลักษณะของผงน้ำคกคเคี้ยวเท่ากัน แต่ความลาคชั้นต่างกัน ผงน้ำที่มีความลาคชั้นมาก จะมีการสีกรรอนน้อย
 - เมื่อลักษณะของผงน้ำคกคเคี้ยวต่างกัน แต่ความชื้นเท่ากัน ผงน้ำที่มีความคกคเคี้ยวมาก จะมีการสีกรรอนมากกว่าผงน้ำที่มีความคกคเคี้ยวจ้อย
 - เมื่อลักษณะของผงน้ำคกคเคี้ยวต่างกัน แต่ความลาคชั้นเท่ากัน ผงน้ำที่มีความคกคเคี้ยวจ้อย จะมีการสีกรรอนมากกว่าผงน้ำที่คกคเคี้ยวมาก
 - ลักษณะของผงน้ำที่คกคเคี้ยวและลาคชั้นต่างกัน ไม่มีผลต่อการสีกรรอน
25. ข้อใดเป็นการหุ้มฉนวนของตะกอนที่เกิดจากน้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- สันคอน
 - เนินทราย
 - ตะกอนรูปพีค
 - ที่รำนน้ำท่วมถึง
 - หินคอนสามเหลี่ยม
26. การหุ้มฉนวนของตะกอนบริเวณชายฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาก่อให้เกิดการหุ้มฉนวนของตะกอนแบบใด
- สันคอน
 - เนินทราย
 - ตะกอนรูปพีค
 - หินคอนสามเหลี่ยม
 - ที่รำนน้ำท่วมถึง

27. การทับถมของตะกอนแบบใดที่มีความอุดมสมบูรณ์มากเหมาะแก่การเพาะปลูก
- ที่ราบลุ่ม
 - ตะกอนรูปพัด
 - ที่ราบน้ำท่วมถึง
 - ดินดอนสามเหลี่ยม
 - ถูกทั้ง ก ข และ ค
28. ดินที่มีอิทธิพล มีความพรุนมาก มีน้ำเป็นองค์ประกอบ ควรเป็นดินชนิดใด
- ดินเหนียว
 - ดินร่วน
 - ดินตะกอน
 - ดินทราย
 - ดินจืด
29. ดินเหนียว หมายถึง
- ดินที่มีเนื้อหยาบ เม็ดใหญ่ สีอ่อนอุ้มน้ำได้น้อย
 - ดินมีเนื้อหยาบ เม็ดคินหยาบ สีเข้ม อุ้มน้ำได้ดี
 - ดินที่มีเนื้อแน่น ฉะเอียด สีนมือ มีสีอ่อนและอุ้มน้ำได้ดี
 - ดินที่มีเนื้อแข็ง หยาบ สีนมือ สีเข้ม อุ้มน้ำได้ดี
 - ดินที่มีเนื้อแน่น ฉะเอียด สีอ่อน อุ้มน้ำได้ไม่ดี
30. ดินชนิดใดมีอากาศประกอบอยู่ในดินน้อยที่สุด
- ดินชั้นบน
 - ดินเหนียว
 - ดินร่วน
 - ดินทราย
 - ดินชั้นล่าง

31. ข้อใดให้นิยาม "ความพรุนของหิน" ได้ถูกต้อง

- ก. อากาศในเม็ดหิน
- ข. น้ำภายในเม็ดหิน
- ค. ช่องว่างระหว่างเม็ดหิน
- ง. สิวมีสที่ปนอยู่ในหิน
- จ. ช่องระบายน้ำและอากาศในเม็ดหิน

32. สิวมีส คืออะไร

- ก. ซากพืชซากสัตว์ที่ฝังปนอยู่ในหิน
- ข. ซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยอยู่ในหิน
- ค. สารอนินทรีย์ที่เน่าเปื่อยอยู่ในหิน
- ง. ซากใบไม้ใบหญ้าที่เน่าเปื่อยอยู่ในหิน
- จ. ซากสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่เน่าเปื่อยอยู่ในหิน

33. กระจกยูนิเวอร์ซัลอินทิเคเตอร์ เหมือนกระจกสีทมิฬในข้อใด

- ก. สี
- ข. วิธีการใช้
- ค. บอกค่า pH ได้เท่านั้น
- ง. ใช้บอกค่าความเป็นกรด - เบสของสาร
- จ. ใช้ตรวจสอบคุณภาพของหิน

34. ข้อใดให้นิยามเชิงปฏิบัติการของ "ยูนิเวอร์ซัลอินทิเคเตอร์" ได้ถูกต้อง

- ก. กระจกที่นำมาใช้ในการทดสอบความเป็นกรดของสาร
- ข. กระจกที่นำมาใช้ในการทดสอบความเป็นเบสของสาร
- ค. กระจกที่นำมาใช้ในการทดสอบความเป็นกรด - เบสของสารได้อย่างละเอียด
- ง. กระจกที่นำมาใช้ตรวจสอบความเข้มข้นของสาร
- จ. กระจกที่นำมาใช้ทดสอบสมบัติของสาร

35. ถ้าต้องการพิสูจน์ว่า ในดินมีอากาศหรือ ไม่ ควรออกแบบการทดลองอย่างไร

- ก. นำดินไปเผาไฟ
- ข. นำดินใส่ลงในกรรก
- ค. นำดินไปหย่อนลงในน้ำ
- ง. ทบควยค้อน
- จ. ปั่นให้ละเอียดแล้วนำไปผสมน้ำ

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากตาราง ตอบคำถามข้อ 36 - 37

จากการทดลองนำดินต่างชนิดกันมา 3 ชนิด ใส่ในกระป๋องแต่ละใบ เติมน้ำปริมาณเท่ากันลงในกระป๋องแต่ละใบพร้อม ๆ กัน แล้วนำน้ำที่ไหลผ่านดินแล้ว มาหาค่า pH ข้อมูลปรากฏดังตาราง

กระป๋องที่	ค่า pH	อัตราการไหลของน้ำ (หยด/นาที)
1	5	20
2	7.5	10
3	4.5	5

36. ดินในกระป๋องใดที่น้ำไหลผ่าน ได้ดีที่สุด

- ก. ดินในกระป๋องที่ 1
- ข. ดินในกระป๋องที่ 2
- ค. ดินในกระป๋องที่ 3
- ง. ดินในกระป๋องที่ 1 และกระป๋องที่ 2
- จ. ดินในกระป๋องที่ 2 และกระป๋องที่ 3

37. หินในกระป๋องใดมีความเป็นกรดมากที่สุด
- หินในกระป๋องที่ 1
 - หินในกระป๋องที่ 2
 - หินในกระป๋องที่ 3
 - หินในกระป๋องที่ 1 และกระป๋องที่ 2
 - หินในกระป๋องที่ 2 และกระป๋องที่ 3

คำสั่ง ให้ข้อมูลจากตาราง ตอบคำถามข้อ 38

ตารางแสดงความสูงของต้นพริกที่ปลูกในดินที่มีค่า pH ต่างกัน

ค่า pH ของดิน	ความสูงเฉลี่ยของพริก (cm)
9.5 - 12	15
8.5 - 9.0	25
7.5 - 8.0	35
5.5 - 7.0	40

38. จากข้อมูลในตาราง พริกมีความสูงมากที่สุดเมื่อปลูกในดินที่มีค่า pH เท่าใด
- pH 9.5 - 12
 - pH 8.5 - 9.0
 - pH 7.5 - 8.0
 - pH 5.5 - 7.0
 - pH 4.5 - 5.0

39. จากการหาค่า pH ของดิน 3 ชนิด พบว่า ดินชนิด ก มีค่า pH = 2 ดินชนิด ข มีค่า pH = 5 และดินชนิด ค มีค่า pH = 8 สรุปได้ว่าอย่างไร
- ดินชนิด ข มีสมบัติเป็นกรด มากกว่าดินชนิด ก
 - ดินชนิด ข มีสมบัติเป็นเบส มากกว่าดินชนิด ค
 - ดินชนิด ก มีสมบัติเป็นเบสมากกว่าดินชนิด ข และชนิด ค
 - ดินชนิด ก และดินชนิด ค มีสมบัติเป็นกรดมากกว่าดินชนิด ข
 - ดินชนิด ก มีสมบัติเป็นกรดมากกว่าดินชนิด ข ส่วนดินชนิด ค มีสมบัติเป็นเบส
40. "การใส่ปุ๋ยเคมีไม่ทำให้พืชเจริญเติบโตเสมอไป" คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่
- ถูกต้อง เพราะปุ๋ยบางชนิดทำให้ดินมีสภาพเป็นกรด
 - ถูกต้อง เพราะปุ๋ยทำให้ดินเป็นเบส
 - ไม่ถูกต้อง เพราะปุ๋ยเป็นอาหารที่จำเป็นของพืช
 - ไม่ถูกต้อง เพราะพืชเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีปุ๋ย
 - ไม่ถูกต้อง เพราะในดินไม่มีปุ๋ยเคมีที่พืชต้องการใช้
41. การโรยปูนขาวลงไปในดินเพื่ออะไร
- เพื่อช่วยให้ดินร่วนซุย
 - เพื่อเพิ่มปุ๋ยลงไปในดิน
 - เพื่อแก้ความเป็นกรดของดิน
 - เพื่อแก้ความเป็นเบสของดิน
 - เพื่อช่วยให้ดินเปรี้ยว
42. ในการทดลองเพื่อศึกษาว่าค่า pH ของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือไม่
ตัวแปรใดที่ไม่จำเป็นต้องควบคุม
- ค่า pH ของดิน
 - ชนิดของพืช
 - ลักษณะของกระถางหรือกระป๋อง
 - ปริมาณของน้ำที่ใส่รด
 - สถานที่วางกระถางไว้

43. ข้อใดบอกวิธีการหาค่า pH ของดินได้เข้าใจง่ายและชัดเจนที่สุด

- ก. ใส่ดินลงในหลอกหตุลลองขนาดกลางประมาณครึ่งหลอกแล้วรินน้ำลงไปในหลอกหตุลลองให้ท่วมดิน เขย่าแล้วทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจุ่มกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอกหตุลลอง แล้วเทียบสีกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์กับค่า pH
- ข. ดิน → ใส่ในหลอกหตุลลอง → ใส่ น้ำในหลอกหตุลลองให้ท่วมดิน → เขย่า → ทิ้งไว้ 10 นาที → จุ่มกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ → เทียบสีกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์กับค่า pH

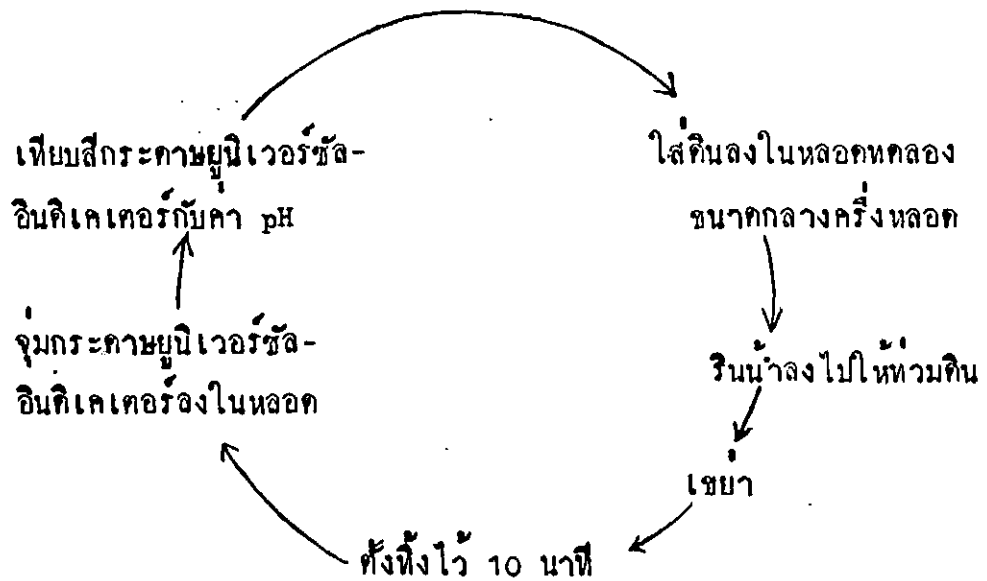
ก.

ชั้นที่	วิธีการหาค่า pH
1	ใส่ดินลงในหลอกหตุลลองครึ่งหลอก
2	รินน้ำใส่ลงไปให้ท่วมดิน
3	เขย่า
4	ทิ้งไว้ 10 นาที
5	จุ่มกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอก
6	เทียบสีกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์กับค่า pH

ง.

ชั้นที่	1	2	3	4	5	6
วิธีหาค่า pH	ใส่ดินลงในหลอกหตุลลองขนาดกลางครึ่งหลอก	รินน้ำใส่ลงไปให้ท่วมดิน	เขย่า	ทิ้งไว้ 10 นาที	จุ่มกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ลงในหลอก	เทียบสีกระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์กับค่า pH

จ.



44. จากการทดลอง เรื่องดินชั้นบนและดินชั้นล่าง มีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. กระจกป้องกันแสง
2. เมล็ดข้าวโพด
3. ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง

นักเรียนคิดว่า การทดลองนี้ยังขาดเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองในข้อใด

- ก. หลอดหยด
- ข. ไม้บรรทัด
- ค. หลอดทดลอง
- ง. เทอร์โมมิเตอร์
- จ. กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์

45. จากการทดลองในข้อ 44 ตัวแปรที่คงควบคุมได้แก่อะไร

- ก. ปริมาณของดิน
- ข. ปริมาณน้ำที่รด
- ค. จำนวนเมล็ดข้าวโพด
- ง. ปริมาณแสงที่ได้รับ
- จ. ถูกทุกข้อ

46. นายบัญชาปลูกมันฝรั่ง มันเทศ ถั่วลิสง เจริญงอกงามในดินที่มีค่า pH ระหว่าง 5-6.5 ถ้าต้องการเปลี่ยนไปปลูกอ้อยและยาสูบซึ่งต้องการดินที่มี pH ระหว่าง 6.0 - 8.0 ควรปรับสภาพดินอย่างไร

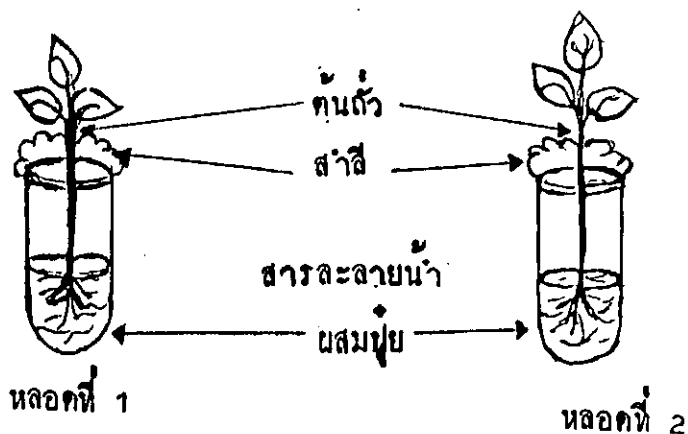
- ก. ใส่ปูนขาวเล็กน้อยและใส่ปุ๋ยคอก
- ข. ใส่อุราคิให้ดินร่วนซุยแล้วใส่ปุ๋ยหมัก
- ค. ใส่ปูนขาวเล็กน้อยและใส่ปุ๋ยไนโตรเจน
- ง. ใส่อุราคิให้ดินร่วนแล้วใส่ปุ๋ยคอก เข็มขุบเปอร์ฟอสเฟต
- จ. ใส่อุราคิให้ดินร่วนแล้วใส่ปุ๋ยที่เป็นกรดเล็กน้อย

47. ถ้านักเรียนต้องการพิสูจน์สมมติฐานที่ว่า "พริกเจริญงอกงามในดินที่มี pH มากกว่า 5" นักเรียนจะทดลองอย่างไร

- ก. ปลูกพริกในดินที่มีค่า pH น้อยกว่า 5
- ข. ปลูกพริกในดินที่มีค่า pH มากกว่า 5
- ค. ปลูกพริกในดินที่มีค่า pH เท่ากัน
- ง. ปลูกพริกในดินที่มีค่า pH น้อยกว่า 5 และมากกว่า 5
- จ. ปลูกพริกในดินที่มีค่า pH น้อยกว่า 5 และเท่ากับ 5

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 48 - 49

นักเรียนคนหนึ่งทดลองปลูกถั่วในน้ำผสมปุ๋ยที่มีค่า pH ต่างกัน ดังรูป



48. ตัวแปรต้นในการทดลองครั้งนี้คือข้อใด
- ปริมาณน้ำ
 - ปริมาณปุ๋ย
 - ขนาดของต้นถั่ว
 - ชนิดของพันธุ์ถั่ว
 - ความเป็นกรด - เบสของสารละลาย
49. จากการทดลอง เมื่อใส่ปุ๋ยลงในน้ำก้นจะทำให้สารละลายมีค่า $\text{pH} = 4$ ถ้าต้องการทำให้สารละลายมีค่า $\text{pH} = 6$ ต้องปฏิบัติอย่างไร
- เพิ่มปุ๋ยลงไปอีก
 - เพิ่มสารละลายกรดอะซิติก
 - เพิ่มสารละลายกรดไฮโดรคลอริก
 - เพิ่มสารละลายโซเดียมคลอไรด์
 - เพิ่มสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์
50. กานดาปลูกกุหลาบไว้กระถางหนึ่ง ทั้งไว้ในที่โล่งมีแสงและน้ำอย่างพอเพียง ระยะแรกกุหลาบงอกงามดี หลังจากปลูก 2 สัปดาห์ กานดาจึงนำปุ๋ยเคมีมาใส่ที่โคนต้น ระยะต่อมาปรากฏว่ากุหลาบ มีใบเหลืองเหี่ยวเฉา ไม้งอกงาม นักเรียนคิดว่า เป็นเพราะเหตุใด
- ปุ๋ยทำให้ดินเป็นเบสแก่ กุหลาบจึงไม่งอกงาม
 - มีคังมาทำลายต้นกุหลาบ
 - ปุ๋ยทำให้ดินเป็นกรด กุหลาบจึงไม่งอกงาม
 - รากของต้นกุหลาบไม่สามารถดูดปุ๋ยไปใช้ได้
 - กุหลาบขาดน้ำ

แบบทดสอบวัดทักษะการทําสัมมุติฐาน

คำชี้แจง

- ข้อสอบฉบับนี้มีจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 40 นาที
- ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วกาเครื่องหมาย \times ลงในกระดาษคำตอบ เช่น คำตอบที่ถูกต้อง คือ ก

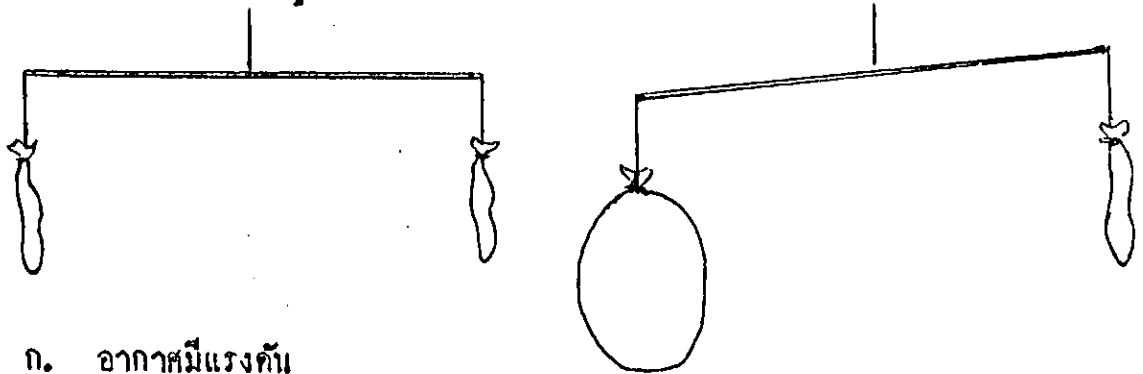
ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	\times				
2					

- ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดเส้น 2 เส้น ทับเครื่องหมาย \times แล้วกาเครื่องหมาย \times ลงในตัวเลือกที่ต้องการใหม่ เช่น ถ้าต้องการเปลี่ยนคำตอบ จาก ก เป็น ง ทำดังนี้

ข้อที่	ก	ข	ค	ง	จ
1	\times			\times	
2					

- ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ เมื่อเรียบร้อยแล้ว ทำข้อสอบ

1. เกษตรกรคนหนึ่ง เลือกซื้อที่ดินมาถมเพื่อปลูกบ้าน และปลูกต้นไม้ เขาซื้อดินชั้นบนมาถมรอบ ๆ ตัวบ้าน ส่วนบริเวณที่จะปลูกตัวบ้านใช้ดินชั้นล่างถม จากเหตุการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่า จะตั้งสมมุติฐานว่าอย่างไร
- ถ้าดินชั้นล่างมีสารอินทรีย์มากกว่าดินชั้นบนแล้วจะไม่ทำให้เสาย้านยุ
 - ถ้าดินชั้นบนมีความเป็นกรดแก่หรือเบสแก่แล้วจะทำให้ปลวกขึ้นบ้านได้ง่าย
 - ถ้าดินชั้นบนเหนียวและมีเมือกดินละเอียดแล้วจะไม่เหมาะในการซูดน้ำของพืช
 - ถ้าดินชั้นบนมีความพรุนมากแล้วน้ำจะซึมลงไปในดินได้เร็วกว่าจึงไม่ท่วม
 - ถ้าดินชั้นบนเหมาะแก่การปลูกพืชมากกว่าดินชั้นล่าง เกษตรกรจะนำดินชั้นบนมาถมที่
2. บรรจงนำลูกโป่งขนาดเท่ากันสองใบ ผูกไว้ที่ปลายทั้งสองข้าง แขนงไม้ไว้ แล้วปลดลูกโป่งข้างหนึ่งออกมาเป่า ผูกปากไว้แล้วนำไปแขวนไว้ที่เดิม (ดังรูป) ข้อใดเป็นสมมุติฐานที่บรรจงต้องการจะพิสูจน์



- อากาศมีแรงดัน
- อากาศมีน้ำหนัก
- ลูกโป่งสองใบมีน้ำหนักไม่เท่ากัน
- อากาศมีแรงดันทุกทิศทาง
- เมื่อเป่าลูกโป่งให้พองออก อากาศภายนอกจะมีแรงดันต่อลูกโป่งมากขึ้น

3. ปลูกรุ่นไม้ชนิดเดียวกันและความสูงเท่ากันลงในดินทราย ดินร่วน ดินเหนียว เป็นเวลา 1 เดือน การทดลองนี้ต้องการพิสูจน์สมมติฐานข้อใด (ดูภาพประกอบ)



ดินเหนียว



ดินทราย



ดินร่วน

- ก. ถ้าปลูกรุ่นไม้ในดินต่างชนิดกันแล้ว ไม้จะงอกงามต่างกัน
 ข. ถ้าดินต่างชนิดกันแล้ว จะเก็บความชื้นได้แตกต่างกัน
 ค. ถ้าดินต่างชนิดกันแล้ว จะมีค่า pH ต่างกัน
 ง. ถ้าดินต่างชนิดกันแล้ว เนื้อดินจะละเอียดต่างกัน
 จ. ถ้าดินต่างชนิดกันแล้ว จะมีองค์ประกอบต่างกัน
4. การทดลองครั้งหนึ่ง ผู้ทดลองนำลูกกลมดินหว่านด้วยเมล็ดถั่วซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่าง ๆ กัน มาจำนวน 3 ลูก ปล่อยให้ตกลงบนพื้นเอียงอันเดียวกัน แล้วจับเวลาที่ลูกกลมดินแต่ละชนิดใช้ในการกลิ้งจากปลายบนสุดถึงปลายล่างสุดของพื้นเอียงหว่านไว้ 3 ครั้ง หากค่าเฉลี่ยและนำมาเปรียบเทียบกัน จากการทดลองดังกล่าว นักเรียนคิดว่า เขาทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานใด
- ก. รูปทรงของวัตถุมีผลต่อเวลาในการกลิ้งบนพื้นเอียง
 ข. ขนาดของพื้นเอียงมีผลต่อเวลาในการกลิ้งของลูกกลมดิน
 ค. ชนิดของวัตถุที่ใช้หว่านลูกกลมดินมีผลต่อเวลาในการกลิ้งของลูกกลมดินบนพื้นเอียง
 ง. ขนาดของลูกกลมดินมีผลต่อเวลาในการกลิ้งของลูกกลมดินบนพื้นเอียง
 จ. ชนิดของวัตถุที่ใช้หว่านพื้นเอียงมีผลต่อเวลาในการกลิ้งของลูกกลมดินบนพื้นเอียง

5. นักเรียนคนหนึ่งได้ทำการทดลอง ดังนี้

1. นำฉากรูปและขนาดเดียวกันมา 2 ใบ
 2. วีนของเหลว ก ลงในฉากรูปที่ 1 และของเหลว ข ลงในฉากรูปที่ 2 โดยให้ปริมาณเท่ากัน
 3. วางฉากรูปทั้งสองไว้ในบริเวณเดียวกัน เป็นเวลา 20 นาที
 4. หาปริมาณของของเหลว ก และ ข ที่เหลือในฉากรูปพร้อมกัน
- การทดลองดังกล่าว ควรใช้ตรวจสอบสมมติฐานในข้อใด
- ก. การระเหยของของเหลวขึ้นอยู่กับเวลา
 - ข. ขนาดของภาชนะ มีผลต่อการระเหย
 - ค. ของเหลวต่างชนิดกันระเหยได้เร็วช้าต่างกัน
 - ง. ปริมาณของของเหลวที่ใช้มีผลต่อการระเหย
 - จ. อุณหภูมิต่างกันจะทำให้ของเหลวระเหยได้เร็วช้าต่างกัน

6. นักล่าสัตว์คนหนึ่งได้บันทึกในรายงานท้องป่าของเขาว่า ครั้งหนึ่งเขาถูกงูกัด นายพรานได้นำเอาใบของต้นไม้ชนิดหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะคล้ายใบเสลดพังพอนมาพอกปากแผล สักครู่หนึ่ง เขาก็หายเจ็บปวด ถ้าพิจารณาจากรายงานนี้ แล้ว สมมติฐานควรเป็นข้อใด

- ก. นักล่าสัตว์หายเพราะโชคช่วย
- ข. ใบไม้นั้นไม่มีประโยชน์เพราะงูที่กัดไม่มีพิษ
- ค. ในร่างกายนักล่าสัตว์มีภูมิคุ้มกันทานพิษงูได้
- ง. ใบไม้นั้นมีประโยชน์เพราะเป็นสมุนไพรที่แก้พิษได้
- จ. ใบไม้นั้นอาจมีสารบางอย่างที่แก้พิษงูได้ จึงทำให้นักล่าสัตว์มีอาการดีขึ้น

7. นักธรณีวิทยา สังเกตลักษณะของหินตะกอนที่เกิดจากการทับถมของทรายบริเวณชายฝั่งแม่น้ำท่าจีน พบว่า มีลักษณะโดยส่วนรวมดังนี้ ส่วนล่างของก้อนหินจะประกอบด้วย เม็ดทรายขนาดใหญ่และชั้นถัดขึ้นมาจะมีเม็ดทรายขนาดเล็กเรียงตามลำดับ มีการซ้อนทับอีกชั้นแน่น จากเหตุการณ์นี้ นักเรียน จะตั้งสมมุติฐานว่าอย่างไร
- ก. ความแรงของกระแสน้ำไม่มีผลต่อการพัดพาของตะกอน
 - ข. เม็ดทรายขนาดเล็กจะไม่ถูกพัดพาและทับถมให้เกิดตะกอน
 - ค. ตะกอนของหินทรายทุกชนิดต้อง เกิดจากบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน
 - ง. เม็ดทรายขนาดใหญ่จะตกตะกอนลงมาทับถมก่อนเม็ดทรายขนาดเล็ก
 - จ. กระแสน้ำในแม่น้ำท่าจีนต้อง ไหลแรงมากจึง เกิดการทับถมของตะกอนได้
8. ตารางข้างล่างนี้แสดงจำนวนประชากรของคันแทนซึ่งอยู่ในภาชนะ 2 ใบ ที่มีขนาดเท่ากัน โดยภาชนะทั้ง 2 ใบ วางไว้ในที่ร่มมีแสงสว่างเป็นเวลา 1 สัปดาห์

ภาชนะใบที่	จำนวนคันแทนเมื่อ เริ่มปลูก	จำนวนคันแทนหลังปลูก 1 สัปดาห์
1		
2		

- การออกแบบตารางนี้ ต้องการพิสูจน์สมมุติฐานใด
- ก. การเพิ่มปริมาณของคันแทนขึ้นอยู่กับแสงสว่าง
 - ข. ที่ที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณของคันแทน
 - ค. ปริมาณของแสง ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคันแทน
 - ง. ความสกปรกของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของคันแทน
 - จ. ขนาดของภาชนะมีผลต่อการเจริญเติบโตของคันแทน

9. ในการศึกษาอัตราการกลิ้งของวัตถุที่ห่าจากวัสดุต่างกัน แต่มีรูปทรงเหมือนกัน
ได้ผลดังตาราง

แท่งวัตถุ	วัสดุที่ห่า	รูปทรง	เวลาที่กลิ้งถึงพื้น (วินาที)
ก	โลหะ	ทรงกระบอกตัน	5
ข	โลหะ	ทรงกระบอกกลวง	10
ค	พลาสติก	ทรงกระบอกตัน	5
ง	พลาสติก	ทรงกระบอกกลวง	10

ข้อมูลได้จากตารางนี้ สนับสนุนสมมุติฐานใด

- ก. วัตถุทุกชนิดจะมีอัตราในการกลิ้ง เท่ากัน
- ข. วัตถุที่มีรูปทรง เหมือนกันจะมีอัตราในการกลิ้ง เท่ากัน
- ค. วัตถุชนิดเดียวกัน รูปทรง ไม่มีผลต่ออัตราการกลิ้ง
- ง. วัตถุต่างชนิดกัน จะมีอัตราในการกลิ้ง เท่ากัน
- จ. วัตถุต่างชนิดกัน รูปทรงต่างกัน ใช้เวลาในการกลิ้ง เท่ากัน
10. กาญจนนา ทดลองนำใบพืชมาต้มในอัลกอฮอล์ที่อุณหภูมิ 100, 60 และ 20 องศาเซลเซียส และจับเวลาจนกระทั่งสกัดสีจากใบพืช ได้หมด การทดลองนี้ ต้องการทดสอบสมมุติฐานใด
- ก. ใบพืชต่างชนิดกัน จะมีสีต่างกัน
- ข. ใบพืชต่างขนาดกัน จะให้สีได้เข้มต่างกัน
- ค. สีของใบพืชสามารถสกัดได้ด้วยอัลกอฮอล์
- ง. อัลกอฮอล์อุณหภูมิต่างกันสกัดสีในใบพืช ใค้สีต่างกัน
- จ. อัลกอฮอล์อุณหภูมิต่างกัน จะสกัดสีจากใบพืช ได้ในเวลาต่างกัน

11. ในการทดลองปลูกข้าวที่สถานที่แห่งหนึ่ง ใช้ตารางบันทึกผลข้อมูล ดังนี้

กระดาง ที่	พันธุ์ ข้าว	ปุ๋ย	ดิน	ยาปราบ ศัตรูพืช	ระดับน้ำที่ใช้ ปลูก	ความสูงของ ต้นข้าวใน 3 เดือน (cm)
1	กข 1	ใช่	เหนียว	ใช่	12	
2	กข 1	ไม่ใช่	เหนียว	ใช่	12	
3	ปิ่นแก้ว	ใช่	เหนียว	ใช่	12	
4	ปิ่นแก้ว	ไม่ใช่	เหนียว	ใช่	12	

สมมุติฐานในการทดลองครั้งนี้ มีว่าอย่างไร

- ก. ปุ๋ยและดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว
- ข. ระดับน้ำและปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว
- ค. พันธุ์ข้าวและดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว
- ง. พันธุ์ข้าวและปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว
- จ. พันธุ์ข้าว ปุ๋ยและดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว

12. ชายคนหนึ่งชั่งน้ำหนักที่หาคหัทยา กูเวือ และที่หยอกคอยอินทนนท์ ใต้น้ำหนักดังตาราง

สถานที่	ความสูงจากระดับน้ำทะเล (กิโลเมตร)	น้ำหนักที่ชั่งได้ (กิโลกรัม)
หาคหัทยา	0	62
กูเวือ	12	60
คอยอินทนนท์	15	58

ถ้าเราอยากทราบว่า วัตถุชนิดอื่นจะมีน้ำหนักอยู่ภายใต้หลักเกณฑ์เดียวกันนี้หรือไม่ สมมุติฐานควรเป็นข้อใด

- ก. ถ้าวัตถุอยู่สูงขึ้นไป น้ำหนักของวัตถุทุกชนิดจะลดลง
- ข. ถ้าวัตถุอยู่สูงขึ้นไป น้ำหนักของวัตถุทุกชนิดจะลดลงจากเดิมแห่งละ 2 กิโลกรัม
- ค. ถ้าวัตถุอยู่สูงขึ้นไปแล้ว น้ำหนักของวัตถุชนิดเดียวกันจะลดลงจากเดิมแห่งละเท่า ๆ กัน
- ง. ถ้าสิ่งวัตถุในที่สูงต่างกันไปแล้ว น้ำหนักของวัตถุทุกชนิดจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเสมอ
- จ. ถ้าวัตถุชนิดเดียวกันอยู่ในที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่างกันแล้ว น้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไป

ใช้ข้อมูลจากตารางต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 13

ชนิดของสาร	ความสามารถในการละลายของสาร (กรัม)	
	ในน้ำ 100 cm ³ ที่อุณหภูมิห้อง	ในเอซีลอัลกอฮอล์ 100 cm ³ ที่อุณหภูมิห้อง
A	130	4
B	37	2
C	210	0.6
D	34	0
E	5	0

13. จากข้อมูลในตารางนี้ ได้ผลมาจากการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานใด

- ก. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของตัวทำละลาย
- ข. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย
- ค. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับปริมาตรของตัวทำละลาย
- ง. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาตรของตัวทำละลาย
- จ. ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับปริมาตรและชนิดของตัวทำละลาย

ให้ศึกษาข้อมูลจากตารางข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 14 - 15

กระป๋อง ที่	จำนวนเมล็ด ที่ปลูก	สิ่งแวดล้อม	จำนวนต้น	การเจริญเติบโตของต้นถั่ว
1	15	มีน้ำ มีแสง	13	ใบสีเขียว ขนาดใหญ่ ลำต้น สีเขียวอ่อน แข็งแรง ขนาดเท่ากัน สูงเท่ากัน
2	15	มีน้ำ ไม่มีแสง	10	ใบสีเหลือง ขนาดใบเล็ก ลำต้นมีสีขาว ไม่แข็งแรง สูงมาก
3	15	ไม่มีน้ำ มีแสง	7	ในระยะแรกใบมีสีเขียว ขนาดเล็ก ลำต้นเล็ก ท่อไปใบเหี่ยวแล้วตาย ในที่สุด
4	70	มีน้ำ มีแสง	58	ใบสีเขียว ขนาดใบเล็ก บางต้น ขนาดเล็ก ลำต้นดกและบางต้นสูง

14. การทดลองในกระป๋องที่ 2 ต้องการทดสอบสมมุติฐานใด

- ก. น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ข. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ค. ปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- ง. น้ำและแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
- จ. ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว

15. จากข้อมูลในตาราง การทดลองในกระป๋องที่ 4 มีจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบสมมุติฐานข้อใด
- น้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ปริมาณพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - น้ำและแสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
 - ชนิดของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นถั่ว
16. นักเรียนคนหนึ่งนำกล้วยคัมถั้นสี่เหลี่ยมเท่า ๆ กัน 2 ชิ้น ใส่ลงในหลอดทดลอง 2 หลอด ที่คัมมาสะอาดแล้ว หลอดหนึ่งใช้จุกปิดสนิท อีกหลอดหนึ่งไม่ใช้จุกปิด แล้วทิ้งทิ้งไว้ในบริเวณเดียวกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 5 วัน นักเรียนคนนี้ต้องการทดสอบสมมุติฐานใด
- ถ้าในอาหารมีจุลินทรีย์แล้ว จะมีราเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
 - ถ้าในอากาศมีจุลินทรีย์แล้วจะมีราเกิดขึ้นในหลอดที่ไม่ได้ปิดจุก
 - ถ้าน้ำเชื้อสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้แล้ว จะไม่มีราเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
 - ถ้าความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์ได้แล้ว จะไม่มีราเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
 - ถ้าสารในจุกยางเป็นสารที่มีพิษทำลายจุลินทรีย์ได้แล้ว จะไม่มีราเกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง
17. นักเรียนคนหนึ่งนำน้ำคัมเนื้อใส่หลอดทดลอง 2 หลอด ซึ่งคัมมาแล้ว ปิดจุกด้วยสำลีนำไปคัมอีกหลายครั้ง แล้วนำน้ำประปาส่งใส่ในหลอดที่ 1 ทิ้งทิ้งไว้ สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายในหลอดทั้งสองเป็นเวลา 3 วัน เขาต้องการพิสูจน์สมมุติฐานใด
- ถ้าในอากาศมีจุลินทรีย์แล้ว สารในหลอดจะขุ่น
 - ถ้าในน้ำประปามีจุลินทรีย์ สารในหลอดที่ 1 จะขุ่น
 - ถ้าในน้ำคัมเนื้อมีจุลินทรีย์แล้ว สารในหลอดจะขุ่น
 - ถ้าจุลินทรีย์ต้องการอาหารในการเจริญเติบโตแล้ว สารในหลอดจะขุ่น
 - ถ้าความร้อนสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำชนิดต่าง ๆ ได้ สารในหลอดจะไม่ขุ่น

18. นักเรียนคนหนึ่งนำกล่องพลาสติกมา 2 กล่อง เช็ทภายในด้วยฟอมาซิน กล่องที่ 1 ใส่ น้ำแข็งและกลูโคส กล่องที่ 2 ใส่ น้ำแข็ง กลูโคสและคินก้อนเล็ก ๆ ปิดปากกล่อง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงเป็นเวลา 3 วัน นักเรียนคนนี้ต้องการทดสอบสมมุติฐานใด
- จุลินทรีย์ในน้ำแข็งทำให้เกิดเชื้อราได้
 - จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในคินทำให้เกิดราได้
 - จุลินทรีย์ในอากาศทำให้เกิดราได้
 - กลูโคสสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ทำให้ไม่เกิดเชื้อราขึ้น
 - ฟอมาซินสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทำให้ไม่เกิดเชื้อราขึ้น
19. จากตารางแสดงผลการทดลอง การเพิ่มแรงแม่เหล็กโดยใช้เหล็กและอลูมิเนียมเป็นแกนกับการพันขดลวด จำนวน 50 รอบ และ 100 รอบ สังเกตระยะไกลสุดที่แม่เหล็กถูกเข็มหมุด

ชนิดของแกน	จำนวนรอบของขดลวด (รอบ)	ระยะไกลสุดที่แม่เหล็กถูกเข็มหมุด (cm)
เหล็ก	50	2.5
เหล็ก	100	5.0
อลูมิเนียม	50	1.0
อลูมิเนียม	100	2.0

ข้อใดควร เป็นสมมุติฐานของทดลองครั้งนี้

- การเพิ่มแรงแม่เหล็กน่าจะมีสัมพันธ์กับระยะทางของเข็มหมุด
- การพันขดลวดน่าจะเป็นผลทำให้แรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้น
- ขนาดความยาวของแกน น่าจะมีผลต่อการเพิ่มแรงแม่เหล็กต่างกัน
- แกนที่ไม่ใช่สารแม่เหล็ก น่าจะมีผลทำให้การเพิ่มแรงแม่เหล็กต่างกัน
- ชนิดของแกนและจำนวนของขดลวดน่าจะมีผลทำให้แรงแม่เหล็กเพิ่มขึ้นต่างกัน

20. จงศึกษาตารางต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 20

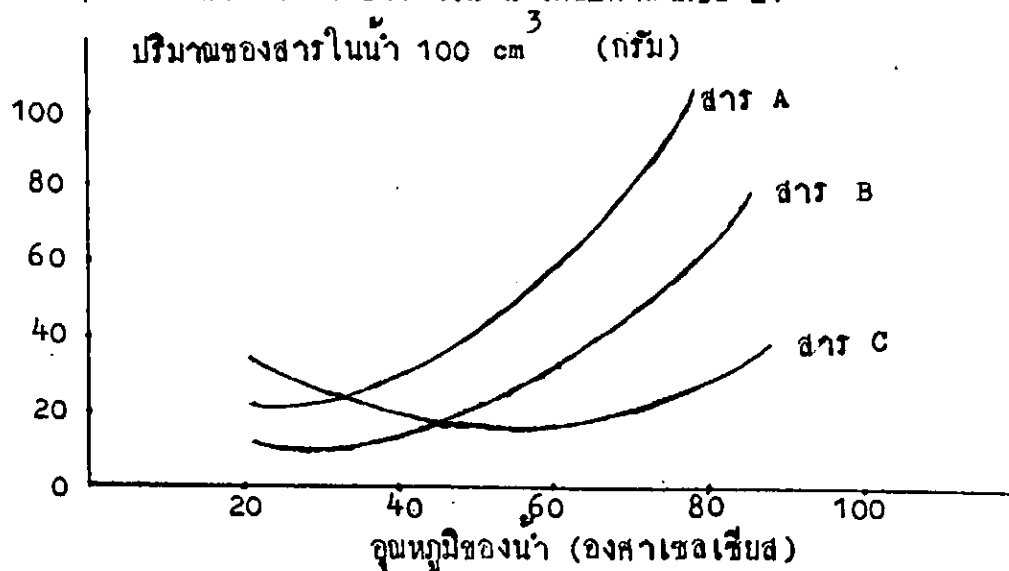
ตารางบันทึกผลการทดลองเรื่อง ภาวะแวดล้อมมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในน้ำลายอย่างไร

หลอดที่	สารที่นำมาทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์
1	น้ำลาย + น้ำแป้ง	โคตะกอนสีเหลือง
2	น้ำลายต้ม + น้ำแป้ง	ไม่เปลี่ยนแปลง
3	น้ำลายต้ม + น้ำแป้ง + กรดไฮโดรคลอริก	ไม่เปลี่ยนแปลง

จากตาราง นักเรียนคิดว่าสมมุติฐานในข้อใดที่ง ใ้สอดคล้องมากที่สุด

- เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูง
- เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่อมีน้ำแป้งอยู่ด้วย
- เอนไซม์ในน้ำลายทำงานได้ดีเมื่อมีภาวะเป็นกรดและอุณหภูมิสูง
- เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในภาวะที่เป็นกรดและมีอุณหภูมิสูง
- เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงานในภาวะที่เป็นเบสและมีพื้นที่สัมผัสกับอาหารน้อย

ให้นักเรียนศึกษากราฟข้างล่างนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 21



21. กราฟข้างต้นได้จากข้อมูลของการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานใด
- ความสามารถในการละลายของสารในน้ำขึ้นอยู่กับปริมาตรของน้ำ
 - ความสามารถในการละลายของสารในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำและชนิดของสาร
 - ความสามารถในการละลายของสารในน้ำขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย
 - ความสามารถในการละลายของสารในน้ำขึ้นอยู่กับปริมาตรของตัวถูกละลาย
 - ความสามารถในการละลายของสารในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของสาร
22. เมื่อต้มน้ำที่ชายทะเลปรากฏว่า น้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส แต่เมื่อต้มบนยอดเขา ปรากฏว่าน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ถ้านักเรียนต้องการศึกษาว่าของเหลวชนิดอื่นจะเป็นเช่นเดียวกันหรือไม่ สมมุติฐานที่สมควรเป็นข้อใด
- จุดเดือดของของเหลวทุกชนิดจะลดลง 10 องศาเซลเซียส
 - ถ้าต้มของเหลวชนิดเดียวกันในที่ต่างกัน จุดเดือดจะต่างกัน
 - ถ้าต้มของเหลวทุกชนิดที่ระดับความสูงต่างกันแล้ว จุดเดือดจะต่างกัน
 - ถ้าต้มของเหลวทางชนิดกันในที่ต่างกันแล้วจุดเดือดจะลดลงเท่ากัน
 - ถ้าต้มของเหลวทางชนิดกันแล้ว จุดเดือดจะลดลงเท่ากัน
23. นักเรียนคนหนึ่งนำใบไม้มาบดให้ละเอียด เติมน้ำเล็กน้อย กรองเอาแต่สารละลายแล้วเทลงในน้ำแข็งสูง ทิ้งไว้สักครู่ นำมาทดสอบกับสารละลายเบเนดิกต์ พบว่ามีตะกอนสีแดงเกิดขึ้น จากการทดลอง นักเรียนคนนี้ ต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด
- ใบไม้มีกรดย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
 - ใบไม้มีเอนไซม์ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล
 - ใบไม้มีสารที่ทำปฏิกิริยากับสารละลายเบเนดิกต์
 - ใบไม้มีสารละลายสำหรับย่อยแป้ง
 - ใบไม้มีเอนไซม์ย่อยโปรตีน

ศึกษาตารางออกแบบการทดลอง แล้วตอบคำถามข้อ 24

หลอกที่	สารที่ทดสอบ	ผลการทดสอบด้วยสารละลายเบเนดิกต์
1	น้ำแป้ง + น้ำลาย	
2	น้ำแป้ง + น้ำลายต้ม	
3	น้ำแป้ง + น้ำลาย + กรดไฮโดรคลอริก	
4	น้ำแป้ง + น้ำลาย + โซเดียมไฮดรอกไซด์	

24. ตารางออกแบบการทดลองนี้ ต้องการทดสอบสมมุติฐานใด

- สารละลายเบเนดิกต์ใช้เป็นตัวบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ในน้ำลาย
- ถ้าเอนไซม์ในน้ำลายไม่ถูกทำลาย สารละลายเบเนดิกต์จะมีสีน้ำเงิน
- เอนไซม์ในน้ำลายจะทำงานได้ดีเมื่อมีแป้งอยู่ด้วย
- เอนไซม์ในน้ำลายจะไม่ทำงานเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรด เบส และอุณหภูมิสูง
- เอนไซม์ในน้ำลายทำงานได้ดีเมื่ออยู่ในภาวะที่เป็นกรด เบส และมีอุณหภูมิสูง

25. ในการทดลอง นำหิน หวาย หินปูน หินแกรนิต หินชนวน ไปชี้คบนกระจก ปรากฏว่า เกิดรอยบนกระจกลึกที่สุด ไปหาน้อยที่สุดตามลำดับ ดังนี้ หินแกรนิต หินทราย หินปูน หินชนวน จากข้อมูลดังกล่าว ผู้ทดลองตั้งสมมุติฐานว่าอย่างไร

- หินทุกชนิดสามารถชี้คกระจกให้เป็นรอยได้
- ถ้าหินมีความแข็งมากแล้ว จะชี้คกระจกได้ลึกมาก
- ถ้าหินชี้คกระจกได้ลึก จะนำไฟฟ้มาได้
- ถ้าหินมีเนื้อและสีเหมือนกระจกแล้ว จะใช้ในการทำกระจกได้
- ถ้าเป็นหินต่างชนิดกันแล้ว จะมีแร่เป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน

26. ในการทดลองละลายสารส้มในน้ำที่อุณหภูมิห้อง ปรากฏว่า สารส้ม 21 กรัม ละลายได้พอดี ในน้ำ 250 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าในการทดลองครั้งต่อมา ผู้ทดลองนำสารส้มจำนวนเท่าเดิม ไปละลายในช่องหลอดชนิดอื่น ๆ ที่มีปริมาตร 25 ลูกบาศก์เซนติเมตร นักเรียนคิดว่า การกระทำเช่นนี้ ต้องการทดสอบสมมุติฐานใด
- ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับชนิดของตัวทำละลาย
 - ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและปริมาตรของตัวทำละลาย
 - ความสามารถในการละลายของตัวถูกละลายขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของตัวทำละลาย
 - ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ตัวทำละลายแล้ว จะทำให้สามารถทำละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้น
 - ถ้าเพิ่มปริมาตรให้แก่ตัวทำละลายแล้ว จะทำให้สามารถทำละลายตัวถูกละลายได้มากขึ้น

ศึกษาตารางบันทึกผลการทดลอง แล้วตอบคำถามข้อ 27

ตารางการทดลองการย่อยอาหาร

หลอดที่	สาร	ผลการทดลอง
1	โซ่ขาว + เปปซิน + กรดไฮโดรคลอริก	โซ่ขาวเป็นชิ้นเล็ก ๆ และสารละลายขุ่น
2	โซ่ขาว + เปปซิน + โซเดียมไฮดรอกไซด์	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
3	โซ่ขาว + เปปซิน + น้ำกลั่น	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

27. การทดลองนี้ ต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด
- น้ำย่อย เปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกลาง
 - น้ำย่อย เปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นเบส
 - น้ำย่อย เปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกรด
 - น้ำย่อย เปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกลางและเป็นเบส
 - น้ำย่อย เปปซินจะย่อยโปรตีนในสารละลายที่เป็นกรดและเบส
28. จากการทดลอง นำผักกะสังแช่ในน้ำหมักแดง แล้วใช้ใบมีคตัดลำต้น ใบ ของผักกะสัง แล้วบรรจุรอยคัตถ้วยแว่นขยาย เพื่อสังเกตว่า หมักแดงเคลื่อนที่เข้าไปยังลำต้นหรือ ใบของพืช ข้อใดควรเป็นสมมุติฐานของการทดลองนี้
- ผักกะสังสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำ
 - น้ำหมักแดงช่วยการเจริญเติบโตของผักกะสัง
 - ผักกะสังสามารถดูดน้ำที่มีสีไว้ที่ลำต้น
 - ผักกะสัง เป็นพืชชนิดเดียวที่ลำเลียงน้ำจากรากไปสู่ใบโดยท่อลำเลียงน้ำ
 - ผักกะสังจะลำเลียงน้ำจากรากไปสู่ลำต้นและใบตามลำค้ำทางท่อลำเลียงน้ำ
- ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 29

นักเรียนคนหนึ่ง ทำการทดลองแล้วบันทึกผลลงในตาราง ดังนี้

หลอดที่	สาร	เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน (นาที)
1	น้ำ + ดิน	10
2	น้ำ + ดิน + คัลเซียมไฮดรอกไซด์	5

29. นักเรียนคนนี้ ต้องการทดลอง เพื่อพิสูจน์สมมุติฐานใด
- ถ้าเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในดินแล้วจะทำให้ดินมีปุ๋ยเพิ่มขึ้น
 - ถ้าเติมสารคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในดินแล้วจะทำให้ดินมีความเป็นเบส
 - ถ้าเติมสารคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในดินแล้วจะทำให้ดินดูดซับน้ำได้มากขึ้น
 - ถ้าเติมสารคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในดินแล้วจะทำให้จุลินทรีย์ในดินตาย
 - ถ้าเติมสารคัลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในดินแล้วจะทำให้อนุภาคของดินมาเกาะกัน มีขนาดใหญ่ขึ้น
30. ศักดิ์ชัย ใต้ทดลองขับรถจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย บนถนนสายตรงสายหนึ่งที่ยาว 50 กิโลเมตรด้วยความเร็วไม่เท่ากันในแต่ละครั้ง แล้ววัดปริมาณน้ำมันที่ใช้ไปปรากฏ ผล ดังตาราง

ครั้งที่	ความเร็วของรถยนต์ (กม/ชม.)	ปริมาณน้ำมันที่ใช้ไป (ลิตร)
1	80	6
2	100	8
3	120	10

นักเรียนคิดว่า เขาต้องการทดสอบสมมุติฐานใด

- ถ้าระยะทางในการขับรถต่างกันแล้วจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันต่างกัน
- ถ้าขับรถบนถนนคดเคี้ยวต่างกันแล้ว จะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันต่างกัน
- ถ้าขับรถด้วยอัตราเร็วสูงแล้ว จะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันมากขึ้น
- อัตราเร็วในการขับรถไม่มีผลต่อปริมาณการใช้น้ำมัน
- ปริมาณการใช้น้ำมันขึ้นอยู่กับสภาพรถ

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 1 - 2

เรื่อง เราทราบได้อย่างไรว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง

ความคิดรวบยอด

เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การเปลี่ยนแปลงบางอย่างเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วแต่บางอย่างจะเกิดขึ้นช้า ๆ และสังเกตได้ยาก ภูมิประเทศในอดีตและในปัจจุบัน มีลักษณะแตกต่างกันและเราสามารถคาดคะเน ภูมิประเทศในอดีตได้จากร่องรอยที่เหลืออยู่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่าลักษณะของเปลือกโลกเป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน
2. อธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศ ตลอดจนสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น
3. คาดคะเนลักษณะของภูมิประเทศในอดีตและการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจากร่องรอยที่เหลืออยู่ได้
4. สร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศ ตลอดจนสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้นได้
5. สรุปได้ว่าน้ำเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง
6. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างวิหุผล ชุดที่ 1 เรื่อง เราทราบได้อย่างไรว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง ตอนที่ 1

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองที่ 11.1 การเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศจำลอง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ความหมายของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและช่วยกันสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้

2.1 เราสามารถคาดคะเนลักษณะภูมิประเทศในอดีตได้อย่างไร

2.2 มีเหตุผลอย่างไร ที่ทำให้นักเรียนคาดคะเนว่าลักษณะภูมิประเทศ

เดิมเป็นเช่นนั้น

2.3 เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.4 ระหว่างการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นมาแล้วกับที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ อย่างไม่

จะง่ายกว่ากัน ในการสืบหาลักษณะเดิม

2.5 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง

2.6 การทดลองนี้สรุปได้อย่างไร

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้ว มาสรุปเป็นความรู้ใหม่

4. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 1 เรื่อง เราทราบได้อย่างไรว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง ตอนที่ 2

5. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำขอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2 เพื่อให้ให้นักเรียนตรวจสอบกับแนวคิดของตน

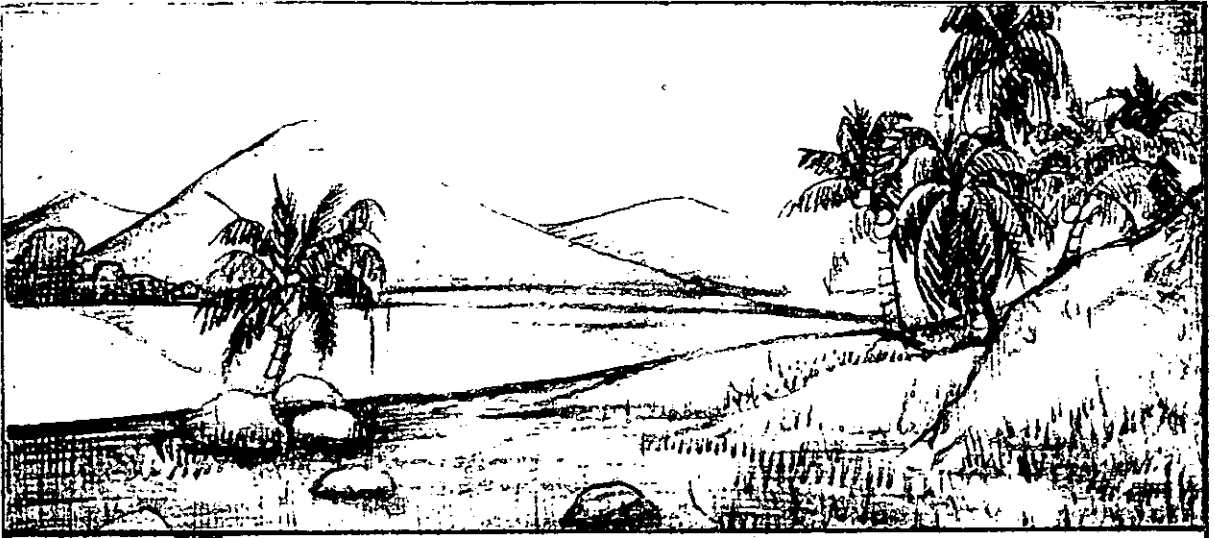
สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 1 เรื่อง เราทราบได้อย่างไรว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. รูปกราฟและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศจำลอง
3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง เราทราบได้อย่างไรว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง
ชุดที่ 1 ตอนที่ 1



ชื่อ
ชั้น ๖ 204 วิทยาศาสตร์

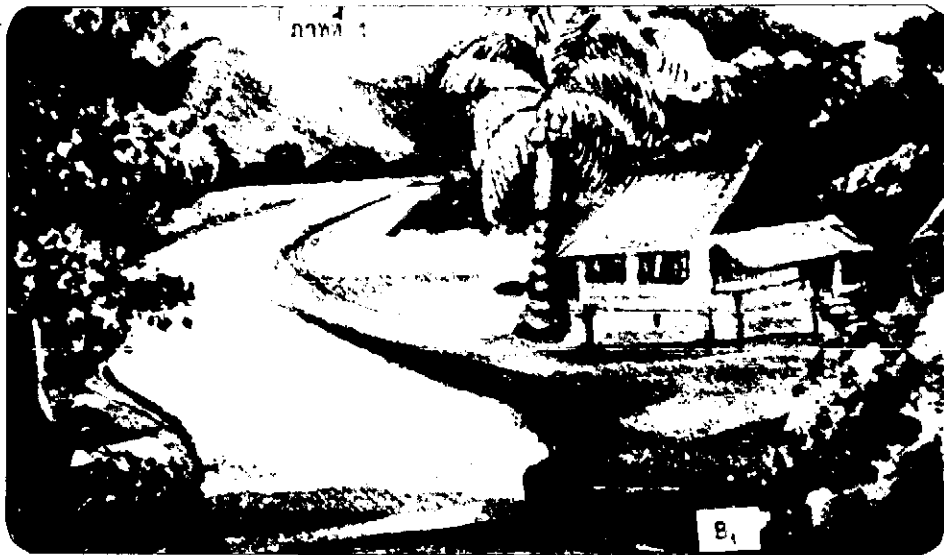
คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่างมี
เหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาค้นคว้าหาที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและคิดตามไปทั่วพร้อมทั้ง
ดูภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่าง
สำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถาม
กับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

บ้านของมานะตั้งอยู่ริมคลอง เขาอาศัยอยู่ในบ้านหลังนี้ตั้งแต่แรกเกิด เมื่อเขาอายุได้ 12 ปี เขาเห็นมะพร้าวที่ห่อปลอกไว้คันหนึ่งห่างจากชายฝั่งประมาณ 2 เมตร (คังภาพประกอบ 1) เมื่อเรียนจบชั้นมัธยมในตำบลแล้ว มานะเข้ามาเรียนต่อในกรุงเทพฯ จนจบปริญญาตรี โดยไม่กลับมาเยี่ยมบ้านเลย เมื่อกลับมาเยี่ยมบ้านอีกครั้งหนึ่ง เขาสังเกตเห็นว่าตำแหน่งของคันมะพร้าวที่ห่อปลอกไว้อยู่ห่างจากฝั่งประมาณ 0.5 เมตร (คังภาพประกอบ 2)



1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปทดลองได้ ถ้าสามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้นและใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุใดตำแหน่งของคัมมะพรวัวในภาพประกอบ 2 จึงเปลี่ยนไปจากเดิม
- ข. เพราะเหตุใดแม่น้ำจึงเปลี่ยนทางเดิน
- ค. เพราะเหตุใดพื้นที่คินยริเวธ B_2 ในภาพประกอบ 2 จึงเพิ่มขึ้นมากกว่าพื้นที่คินยริเวธ B_1 ในภาพประกอบ 1

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่แล้วคำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในชั้นที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะกระแสน้ำกัดเซาะ ดินสีกร่อนและเกิดการทับถม แม่น้ำจึงเปลี่ยนทางเดิน
- คู่กับ 2 เพราะมีการทับถมของตะกอน ๓ บริเวณ B_2
- คู่กับ 3 เพราะกระแสน้ำกัดเซาะแผ่นดิน ๓ ตำแหน่งที่คัมมะพรวัวปลูกอยู่ ทำให้แผ่นดินเว้าห่างเข้าไป

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็น
ข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว
.....ดังตัวอย่าง

ถ้ามีร่องรอย เหลืออยู่จากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่นานแล้วจะทำให้คาดคะเน
ได้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

คู่ที่ 1

คู่ที่ 2

คู่ที่ 3

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในขั้นที่ 3 ใต้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำตอบต่อไปนี้

คู่มือ 1 ถ้ากระแสน้ำกัดเซาะดินสีกร่อนและเกิดการทับถมขวางทางน้ำไหลแล้ว แม่น้ำก็อาจเปลี่ยนทางเดิน

คู่มือ 2 ถ้ามีการทับถมของตะกอนแล้วพื้นดินบริเวณ B_2 จะเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม

คู่มือ 3 ถ้ากระแสน้ำกัดเซาะแผ่นดิน ณ ตำแหน่งที่คันมะพร้าวปลูกอยู่จะทำให้พื้นดินเว้าต่ำกว่าเดิมดูเสมือนว่าคันมะพร้าวย้ายที่ไปจากเดิม

○ ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- | | | |
|--|---|-------|
| 1. ทราย | 3 | ถึง |
| 2. กระบะไม้ขนาด 100 cm x 28 cm x 7 cm | 2 | กระบะ |
| 3. ดินพลาสติก | 4 | ใบ |
| 4. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 1 m | 2 | เส้น |
| 5. ท่อนไม้ขนาด 5 cm x 8 cm x 20 cm | 3 | ท่อน |

นักเรียนคิดว่า ข้อความในแต่ละคู่มือกล่าวทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่มือที่ทดลองได้ และใช้เครื่องหมาย X สำหรับคู่มือที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่มือ	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3

จากข้อความในแต่ละคู่ที่นักเรียนได้ฝึกคิด พิจารณาแล้วจะเห็นว่า

คู่ที่ 1 กับคู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผลสามารถ
ทดลองในห้อง เรียนได้

คู่ที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล แต่ไม่สามารถทดลอง
ในห้องเรียนได้ เนื่องจากต้องใช้เวลานานในการสังเกต

จากแนวคำตอบจะเห็นว่าข้อความคู่ที่ 1 และคู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กัน
ระหว่างเหตุและผล ที่สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์
ฉะนั้นให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามการทดลองที่ 11.1 ต่อไป

แบบฝึกการศึกษามีเหตุผล ชุดที่ 1 ตอนที่ 2
เรื่อง เราทราบไค้อย่างไรว่าเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษามีเหตุผลด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจาก เอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมารับ เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

บ้านของชาติชราย สมปึก และวิชา ทั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ บริเวณหน้าบ้านของ
 ชาติชรายมีต้นไม้ใหญ่ ต้นหญ้า ขึ้นอยู่เป็นแนวยาวริมคลอง บ้านของสมปึกมีการนำหินมาถม
 รางคลอง ส่วนคลองหน้าบ้านของวิชาเป็นพื้นดินโอง ๆ ไม่มีต้นไม้ขึ้นอยู่เลย เมื่อเวลาผ่านไป
 หหลายปี วิชาสังเกตเห็นว่าคลองหน้าบ้านพังหลาย แฉ่นดินเว้าแหว่ง เข้ามารจะซึบทั่วบ้าน
 (ทั้งภาพประกอบ)



เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ นักเรียนพบข้อสงสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมา
ในรูปประโยคคำถามให้ไ้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้อง
กับปัญหานั้น ๆ (ปัญหาเดียวอาจมีหลายสาเหตุได้)

1.
2.
3.
4.

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหา มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง
เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

คู่ที่ 4

.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคง เขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป
ลองมาดูซิว่าเหมือนหรือใกล้ เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะ
แตกต่างจากนี้ แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผลก็ไม่ถือว่าเป็นผิด

1. ชั้นสูง เหตุและศึกษาด้านการแพทย์ที่เป็นปัญหา

- ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดริมตลิ่งหน้าบ้านของวิภาจึง เกิดการสึกกร่อนจนชายฝั่ง
เว้าห่าง เข้าไปมาก
- ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดริมตลิ่งหน้าบ้านของชัชชัชจึง ไม่พัง ทลาย
- ปัญหาที่ 3 เพราะเหตุใดริมตลิ่งหน้าบ้านของสมนึกจึง ไม่พัง ทลาย

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

- เพราะมีการปลูกต้นไม้ต้นหญ้า ยึดหน้าดินไว้ถ่วงการกัดเซาะของน้ำ
- เพราะมีการนำหินมาถมข้างตลิ่ง ไว้ป้องกันการกัดเซาะของน้ำ
- เพราะไม่มีวิธีการป้องกันตลิ่งพังไว้

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

- คู่ที่ 1 ถ้ามีการปลูกต้นไม้ ต้นหญ้า ยึดหน้าดินไว้ถ่วงการกัดเซาะของน้ำ
แล้วริมตลิ่งหน้าบ้านของชัชชัชจะไม่พัง ทลาย
- คู่ที่ 2 ถ้านำหินมาถมข้างตลิ่ง ไว้ป้องกันการกัดเซาะของน้ำแล้วริมตลิ่งหน้าบ้าน
ของสมนึกจะไม่พัง ทลาย
- คู่ที่ 3 ถ้าไม่มีวิธีการป้องกันตลิ่งพังไว้แล้ว ริมตลิ่งหน้าบ้านของวิภาจะพัง ทลาย
จนเว้าห่าง เข้าไปมาก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
คาบที่ 3 - 4
เรื่อง เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ความคิกรวบยก

หินจะเปลี่ยนแปลงต่างกัันขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติของหิน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้น อาจจะมีสาเหตุมาจาก พลังงานกล พลังงานความร้อน หรือพลังงานเคมี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปได้ว่า การเปลี่ยนแปลงของหินขึ้นอยู่กับชนิด และสมบัติของหินตลอดจนภาวะแวดล้อม
2. สรุปได้ว่า พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานเคมี เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้หินเกิดการเปลี่ยนแปลง
3. ทั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ไว้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุ ชুক্তที่ 2 เรื่องเปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ตอนที่ 1
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลอง ที่ 11.2 เรื่อง หินแต่ละชนิดเปลี่ยนแปลงต่างกัันอย่างไร

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง และช่วยกันสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 เมื่อใช้วิธีการเดียวกันกับหินชนิดต่าง ๆ ได้ผลเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - 2.2 การทุบด้วยค้อน การหยกด้วยกรด และการเผาแล้วใส่ลงในน้ำเป็นวิธีการแต่ละอย่าง เป็นการใช้พลังงานรูปใด
 - 2.3 มีกระบวนการในธรรมชาติอะไรบ้าง ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีเดียวกับที่นักเรียนใช้ในการทดลอง
 - 2.4 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปจากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 2 เรื่อง เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ตอนที่ 2
5. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2 เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบกับแนวความคิดของนักเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 2 เรื่อง เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง หินแต่ละชนิดเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร
3. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ทบทวนแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
ชุดที่ 2 ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น..... ว 204 วิทยาศาสตร์

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

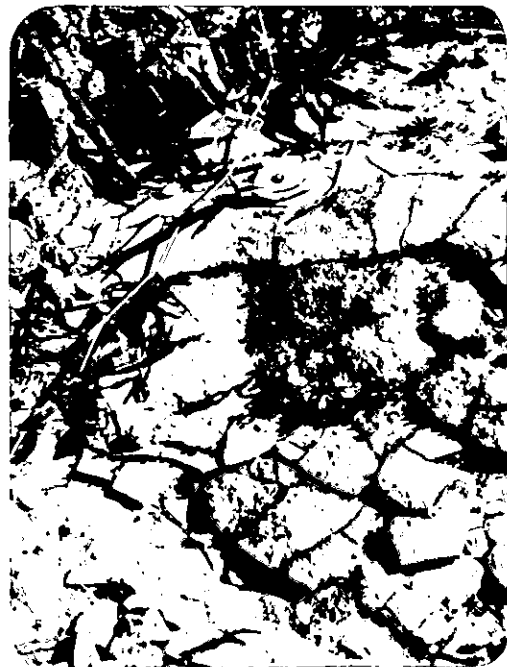
1. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและคิดตามไปด้วยพร้อมทั้งดูภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่างสำหรับหาคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับไทย ไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถามกับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

โรงเรียนของศีกคาคังอยู่บริเวณเชิงเขา รอบ ๆ บริเวณโรงเรียนมีหินโคล่เหนือกินจำนวนมาก ด้านหลังของโรงเรียนมีลำธารไหลผ่าน บริเวณลำธารมีหินอยู่เกะกะ วันหนึ่งในชั่วโมงเกษตร ครูพานักเรียนไปชุกหินเตรียมปลูกข้าวโพค ขณะที่ชุกหินจอมของศีกคาโคนหินหล่นก้อน บางก้อนโคยจอมแล้วแตก กะเทาะออกมา บางก้อนโคยจอมแล้วทำให้จอมมีนศีกคาเกิดความสงสัย จึงสัง เกศหิน พบว่าบางก้อนมีรอยร้าว บุพัง บางก้อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ (ดังภาพประกอบ)



ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 2

1. ชั้นสูง เกศและศึกษาศถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาศถานการณ์ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่าสามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้นและใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความ ที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุไคหินบางก้อนโคนจอมแล้วแตก แต่บางก้อนโคนจอมแล้ว ไม่แตก
- ข. เพราะเหตุไคหินบางก้อนที่พบ จึงมีรอยร้าวและบุพัง
- ค. เพราะเหตุไคหินบางก้อนที่พบ จึงอยู่ในสภาพไม่บุพังและมีความแข็งมาก
- ง. เพราะเหตุไคหินจึงมีลักษณะรูปร่าง สี ที่แตกต่างกัน

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่คำค้อมในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในชั้นที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัว เลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะหินได้รับความร้อนจากแสงแดดหรืออุณหภูมิสูงจนมีสภาพเป็นกรด
- คู่กับ 2 เพราะเป็นหินที่เกิดขึ้นจากการเย็นตัวอย่างช้า ๆ พร้อมกับการเย็นตัวของโลก
- คู่กับ 3 เพราะหินแต่ละก้อนมีส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน
- คู่กับ 4 เพราะหินแต่ละก้อนมีสมบัติที่แตกต่างกัน

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

ดังตัวอย่าง

ถ้าหินได้รับความร้อนแล้วจะยุบทั้ง ได้

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

คู่ที่ 4

.....

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในชั้นที่ 3 ใ้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำตอบต่อไปนี้

- คู่ที่ 1 ถ้าหินได้รับความร้อนจากแสงแดด หรือถูกน้ำฝนที่มีสภาพเป็นกรดแล้วจะทำให้หินมีรอยร้าวและยุพัง
- คู่ที่ 2 ถ้าหินเกิดจากการเย็นตัวอย่างช้า ๆ พร้อมกับ การเย็นตัวของโลกแล้วจะทำให้หินนั้นมีความแข็งแรงมาก ทนทาน ไม่ยุพัง
- คู่ที่ 3 ถ้าหินแต่ละก้อนมีส่วนประกอบและองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน แล้วจะทำให้มีลักษณะ รูปร่าง สี แตกต่างกันไป
- คู่ที่ 4 ถ้าหินแต่ละก้อนมีสมบัติแตกต่างกันแล้ว เมื่อถูกกระแทกหรือโดนขูด ย่อมเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน

○ ถ้าให้ห้องเรียนมีอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|-------------------|
| 1. หินแกรนิต | 1 ก้อน |
| 2. หินปูน | 1 ก้อน |
| 3. หินทราย | 1 ก้อน |
| 4. หินชนวน | 1 ก้อน |
| 5. กรดไฮโดรคลอริก 1 mol/l | 5 cm ³ |
| 6. ปากคีบ | 1 อัน |
| 7. หลอดหยด | 1 อัน |
| 8. บีกเกอร์ ขนาด 100 cm ³ | 1 ใบ |
| 9. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กันลมและตะแกรงลวก | 1 ชุด |
| 10. ชั้นพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 cm | 1 ใบ |
| 11. ค้อน เล็ก | 1 อัน |

นักเรียนคิดว่าข้อความในแต่ละคู่ดังกล่าว ทกลงได้หรือไม่ ได้ให้นักเรียนใส่
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทกลงได้ และใส่เครื่องหมาย X สำหรับคู่ที่
นักเรียนคิดว่าทกลงไม่ได้

คู่ที่	การทกลง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3
4

จากข้อความในแต่ละข้อที่นักเขียนพิจารณาแล้ว จะเห็นว่า

- ข้อที่ 1 กับข้อที่ 4 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล สามารถทดลองในห้องเรียนได้
- ข้อที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล แต่ไม่สามารถทดลองในห้องเรียนได้ เนื่องจากต้องอาศัยเวลาในการสังเกตนานหลายปี
- ข้อที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล แต่ไม่สามารถทดลองในห้องเรียนครั้งนี้ได้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ยังไม่เหมาะสม

จากแนวคำตอบจะเห็นว่าข้อความข้อที่ 1 และ 4 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นให้นักเรียนทำเป็นการทดลองตามการทดลองที่ 11.2 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 2 ตอนที่ 2
เรื่อง เปลือกโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียน เกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
ด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจาก เอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมาทำ
เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้
เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ในระหว่างปิดภาคเรียน คณะครูพานักเรียนไปทัศนศึกษาที่จังหวัดชลบุรี ชมการทำ
 ครกที่ค่ายอ่างศิลา รัตนาสังเกตเห็นหินที่ใช้ทำครกนั้นมีหลายสีและแข็งมาก สอบถามชาวบ้าน
 เขาบอกว่า นิยมนำหินแกรนิตมาสกัดทำครก ส่วนหินชนวน หินปูน จะไม่นำมาทำครก
 (สังเกตรูปร่างของหินจากภาพประกอบ)



เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสูง เกิดและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนพบข้อสงสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมาในรูปประโยคคำถามให้ไ้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหานั้น ๆ (ปัญหาเดียวอาจมีหลายสาเหตุได้)

1.
2.
3.
4.

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหา มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง
เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

- คู่ที่ 1
-
- คู่ที่ 2
-
- คู่ที่ 3
-
- คู่ที่ 4
-

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป ลองมา
ดูซิว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะแตกต่างจากนี้
แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผลก็ไม่ถือว่าเป็นผิด

1. ชั้นสูง เกศและศึกษาสถานการณที่เป็นปัญหา

ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดจึงนิยมนำหินแกรนิต หินไนส์ มาทำครก

ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดหินที่นำมาทำครกจึงมีสีเข้ม สีจางแตกต่างกัน

ปัญหาที่ 3 ทำไมจึงไม่นำหินปูนหรือหินชนวนมาทำครก

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

เพราะหินแกรนิต หินไนส์ มีความแข็ง ทนทานไม่แตกง่าย และไม่ทำปฏิกิริยากับกรด

เพราะเป็นหินที่มีส่วนประกอบเป็นแร่ต่างชนิดกัน

เพราะเป็นหินที่ทำปฏิกิริยากับกรด เนื้อเปราะ แตกง่าย

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

คู่ที่ 1 ถ้าหินแกรนิต หินไนส์ มีความแข็ง ทนทานไม่แตกง่าย และไม่ทำปฏิกิริยา
กับกรดแล้วจะนิยมนำมาสกัดทำครก

คู่ที่ 2 ถ้าหินมีส่วนประกอบเป็นแร่ต่างชนิดกันแล้ว ลักษณะสีจะเข้มหรือจาง
แตกต่างกัน

คู่ที่ 3 ถ้าหินทำปฏิกิริยากับกรด เนื้อเปราะ แตกง่าย แล้วจะไม่นำหินชนิดนั้น
มาทำครก

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 5 - 6

เรื่อง อะไรเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ

ความคิดรวบยอด

การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกขึ้นอยู่กับชนิดของหินที่เป็นส่วนประกอบของเปลือกโลก เป็นสำคัญ นอกจากนี้ ยังเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ ตลอดจนสภาพแวดล้อม ได้แก่ น้ำ อากาศ ความชื้น อุณหภูมิ ความร้อนจากแสงแดด และการกระทำของสิ่งมีชีวิต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ให้เหตุผลได้ว่า เมื่อหินเหนียวได้รับความร้อนจากแสงแดด สีของหินเหนียวจะจางลงและเนื้อหินเปลี่ยนไป เพราะน้ำที่อยู่ในหินเหนียวระเหยไป
2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ เมื่อได้รับพลังงานความร้อน
3. สรุปได้ว่าก๊าซในบรรยากาศจะรวมตัวกับน้ำได้สารละลายมีสมบัติเป็นกรด ซึ่งสามารถละลายหินได้
4. ทดลองและสรุปได้ว่า ปฏิกิริยาเคมี พลังงานกลและพลังงานความร้อน ทำให้หินชนิดต่าง ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง
5. ทิ้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ไว้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 3 เรื่องอะไรเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ ตอนที่ 1

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นการทดลอง

นักเรียนทำการทดลองที่ 11.3 กระบวนการที่ทำให้หินเปลี่ยนแปลง

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง และช่วยกันสรุปโดยใช้คำถามดังนี้

- 2.1 หินเทปิวหลังจากผึ่งแดดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างไร
- 2.2 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้หินเทปิวเปลี่ยนแปลงไป มีพลังงานอะไร

เกี่ยวข้องกับบ้าง

- 2.3 ของเหลวในหลอดทดลอง เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสหรือไม่ อย่างไร
- 2.4 สารละลายที่ได้จากควันทรวมกับน้ำ มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ทราบ

ได้อย่างไร

- 2.5 เมื่อต้มของเหลวที่กรองได้จากชวทัง 2 จนแห้ง สังเกตเห็นอะไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2.6 น้ำฝนเมื่อรวมตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะเกิดอะไรขึ้น เราจะมีวิธีทดสอบได้อย่างไร

2.7 จากการทดลองจะสรุปสาเหตุและกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างไร มีพลังงานอะไรเกี่ยวข้องกับ

2.8 ปรากฏการณ์ธรรมชาติใด ที่แสดงให้เห็นว่ามีการเปลี่ยนแปลงทางองเกี่ยวกับการทดลองนี้

2.9 ก้อนหินที่มีตะไคร่น้ำหรือพืชเล็ก ๆ เกาะอยู่กับก้อนหินที่ไม่มีตะไคร่น้ำ ก้อนใดจะหนักกว่า เพราะเหตุใด

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการแต่งแบบต่าง ๆ และให้นักเรียนศึกษารายละเอียดโครงสร้างและตารางส่วนประกอบของหินแล้วช่วยกันสรุป
4. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
5. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 3 เรื่อง อะไรเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลง ของหินในธรรมชาติ ตอนที่ 2
6. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลตอนที่ 2 เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบกับแนวคิดของตน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 3 เรื่องอะไร เป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง กระบวนการที่ทำให้หินเปลี่ยนแปลง
3. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการทำกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง อะไรเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของหิน
ในธรรมชาติ ชุดที่ 3 ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น

ว 204 วิทยาศาสตร์

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้ขำขันมีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและคิดตามไปทั่วพร้อมทั้ง
รูปภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่าง
สำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถาม
กับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ในระหว่างปิดภาคเรียน สุชาติเดินทางจากกรุงเทพฯ ไปเยี่ยมคุณยายที่
ต่างจังหวัดโดยรถไฟในเวลากลางวัน เขาตื่นเต้นมากที่ได้เห็นวิวที่แสนช่างทางที่แปลกตา
ขณะที่รถไฟผ่านห้องหุ่ เขาสังเกตเห็นพื้นดินแตกกระแหว่งและมีสีจาง ๆ ต่างจากบริเวณ
ที่มีน้ำซัง พื้นดินจะไม่แตกกระแหว่ง และมีสีค่อนข้างคล้ำ และเมื่อรถไฟผ่านบริเวณภูเขา
เขายังสังเกตเห็นก้อนหินมีรอยร้าว เกิดการรูดขูดและสีกร่อน (ดูภาพประกอบ)



ภาพประกอบ 1 ภาพดินแตกกระแหว่ง



ภาพประกอบ 2 ภาพหินมีรอยร้าว

1. ชั้นสังเกตและศึกษาดานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาดานการณ์ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่าสามารถทดลองได้ ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้น และใส่เครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. ทำไมพื้นดินตามทุ่งนาบริเวณที่ไม่มีน้ำขังจึงแตกกระแหนงและมีสีจาง
- ข. ทำไมพื้นดินตามทุ่งนาบริเวณที่มีน้ำขังจึงไม่แตกกระแหนงและมีสีคล้ำ
- ค. ทำไมก้อนหินที่พบจึงมีรอยร้าว ดูดัง

2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่ว่าคำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะดินอุ้มน้ำไว้มาก ดินยังไม่หดรตัว
- คู่กับ 2 เพราะดินถูกแคะเขาจึงทำให้น้ำระเหยไปหมด
- คู่กับ 3 เพราะหินถูกกรรคที่เกิดจากน้ำฝนรวมตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้วดังตัวอย่าง

ถ้าหินได้รับความเย็นจัดสลับกับความร้อนแล้ว จะทำให้หินยุ่งได้

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนควรจะเขียนข้อความในขั้นที่ 3 ไว้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำตอบต่อไปนี้

- คู่ที่ 1 ถ้าพื้นดินถูกแตกเผาจนน้ำระเหยไปหมดแล้ว ดินจะแตกกระแหว่งและมีสีจางลง
- คู่ที่ 2 ถ้าพื้นดินอุ้มน้ำไว้มาก ดินยังไม่หดรตัวแล้วดินจะมีสีเข้มและไม่แตกกระแหว่ง
- คู่ที่ 3 ถ้าดินถูกกรรไกรที่เกิดจากน้ำฝนรวมตัวกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศแล้ว ดินจะบุ๋บ

□ ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|--------------------|
| 1. คัส เข็มคาร์บอน เนก | 150 g |
| 2. ดินเหนียวปั้นเป็นแผ่นขนาด 4 cm x 4 cm x 1 cm | 1 แผ่น |
| 3. น้ำกลั่น | 40 cm ³ |
| 4. กระจกป่องนม | 2 ใบ |
| 5. ขวดปากกว้างขนาดเดียวกับกระจกป่องนม | 2 ใบ |
| 6. ฝาครอบขนาด 25 cm x 25 cm | 2 ฝา |
| 7. หลอดทดลองขนาดกลาง | 1 หลอด |
| 8. จานหลุมโลหะ | 1 อัน |
| 9. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่ก้นอมและตะแกรงลวด | 1 ชุด |
| 10. กระจกปริซึมสี่เหลี่ยม | 1 แผ่น |
| 11. ขูบ | 2 ท่อ |
| 12. ไม้จิ้มไฟ | 1 ก้าน |
| 13. เชือกยาว 50 cm | 2 เส้น |
| 14. กรดซัลฟูริก 0.5 mol/l | 10 cm ³ |

นักเรียนคิดว่าข้อความในแต่ละคู่คงกล่าวทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย ✕ สำหรับคู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3

จากข้อความแต่ละคู่ นักเรียนพิจารณาแล้ว จะเห็นว่า

คู่ที่ 1 กับคู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล สามารถ
ทดลองในห้องเรียนได้

คู่ที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล แต่ไม่
สามารถทดลองในห้องเรียนในครั้งนี้ได้ เนื่องจากอุปกรณ์
ที่กำหนดไว้ไม่เหมาะสม

จากแนวคำตอบจะเห็นว่า ข้อความคู่ที่ 1 กับคู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กัน
ระหว่าง เหตุและผล สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้น
ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามการทดลองที่ 11.3 ต่อไป

แบบฝึกการศึกษาย่างมีเหตุผล ชุดที่ 3 ตอนที่ 2
เรื่อง อะไรเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของหินในธรรมชาติ

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการศึกษาย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจาก เอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมาร่วม เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะเป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

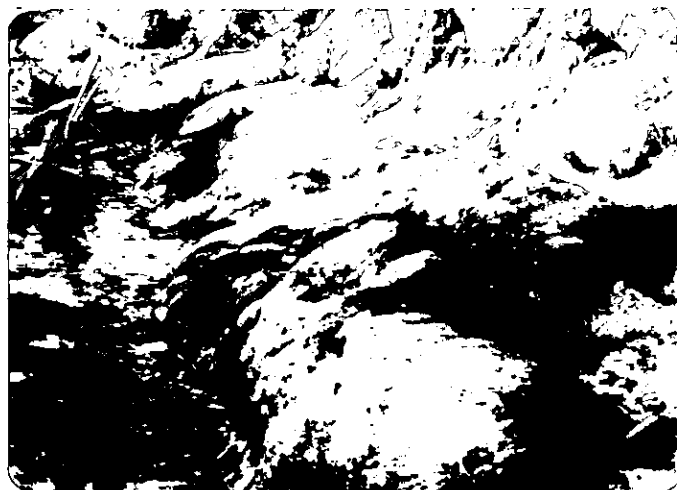
ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

วันหยุดสุดสัปดาห์ วินัยไปเที่ยวชายทะเล เขาคงการถ่ายภาพสวย ๆ จึงได้
ไปตามโขดหินที่ปริ่มน้ำ เขาเดินหกล้ม แล้วจึงสังเกตเห็นก้อนหินมีตะไคร่น้ำเกาะอยู่
และเมื่อมองไปยังโขดหินข้างๆ เขาก็พบว่า หินข้างก้อนหนึ่ง แตก กะเทาะออกเป็นแผ่น ๆ
และบางก้อนมีต้นไม้งอกอยู่ในหินจนเกิดรอยแยกขึ้น (ดูภาพประกอบ)



เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสูง เกตและศึกษาดานการณที่เปนปัญหา

จากการศึกษาดานการณ นักเรียนขอสงสยอะไรบาง พยายามเขียนออกมา
ในรูปประโยคคำถามให้ใ้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้อง
กับปัญหานั้น ๆ (ปัญหาเกี่ยวอาจมีหลายสาเหตุได้)

1.
2.
3.
4.

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า แล้ว.....

- คู่ที่ 1
.....
- คู่ที่ 2
.....
- คู่ที่ 3
.....
- คู่ที่ 4
.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงเขียนปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อแตกต่างกันไป ลองมาพิสูจน์ว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะแตกต่างกันจากนี้ แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผล ก็ไม่ถือว่าผิด

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

- ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดหินบางก้อนจึงมีตะไคร่น้ำเกาะอยู่
 ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดหินที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่จึงบุฟง มีรอยแยก
 ปัญหาที่ 3 เพราะเหตุใดหินบางก้อนจึงแห้งแข็ง กะเทาะออกเป็นแผ่น ๆ

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

- เพราะหินโคนแตกเผา
 เพราะหินแช่อยู่ในน้ำ มีความชื้น
 เพราะรากต้นไม้อาจขนไรไปตามหินและอาจผลิตสารบางอย่างที่เมื่อละลายน้ำแล้วมีสมบัติเป็นกรรก ทำให้หินบุฟงได้

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

- คู่ที่ 1 ถ้าหินโคนแตกเผา แล้วจะทำให้แตกกะเทาะออกเป็นแผ่น ๆ ได้
 คู่ที่ 2 ถ้าหินแช่อยู่ในน้ำหรือมีความชื้นแล้ว จะมีตะไคร่น้ำเกาะ ซึ่งอาจทำให้บุฟง เร่วขึ้นได้
 คู่ที่ 3 ถ้ารากต้นไม้ขนไรไปตามหินและผลิตสารบางอย่างที่เมื่อละลายน้ำแล้วมีสมบัติเป็นกรรกแล้วจะทำให้หินบุฟง มีรอยแยก เกิดขึ้นได้

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
 ความที่ 7 - 8
 เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร่อนและพัดพา

ความคิดรวบยอด

การสีกร่อนและพัดพามักจะไม่เกิดจากสาเหตุหนึ่งสาเหตุใดโดยเฉพาะ แต่จะเกิดจากหลายสาเหตุรวมกัน

น้ำ อม ชารน้ำแข็ง และแรงโน้มถ่วงของโลก ทำให้เกิดการสีกร่อนและพัดพา การสีกร่อนและพัดพาเนื่องจากน้ำจะเกิดมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดและปริมาณของตะกอน ความแรง ความเร็ว ปริมาณของน้ำ และลักษณะของท้องน้ำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารด

1. บอกสาเหตุที่ทำให้เกิดการสีกร่อนและพัดพาได้
2. สรุปได้ว่า การสีกร่อนและพัดพา มักจะเกิดจากหลายสาเหตุรวมกัน
3. สรุปได้ว่าการสีกร่อนและพัดพาโดยน้ำ จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ ขนาด และปริมาณของตะกอน ความแรง ความเร็ว ปริมาณของน้ำ และลักษณะของท้องน้ำ
4. อธิบายได้ว่า การพัดพาตะกอนนั้น ตะกอนขนาดเล็กจะพัดพาเคลื่อนที่ไปได้ไกลกว่าตะกอนขนาดใหญ่
5. อธิบายสาเหตุที่ทำให้สิ่งพังและวิธีป้องกันได้
6. ทั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ไว้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 4 เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร่อนและพัดพา ตอนที่ 1
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองที่ 11.4 เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร่อน และพัดพา

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้รับจากการทดลอง และช่วยกันสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 เมื่อตั้งน้ำไม่คกเคี้ยวมากนัก เอียงกระบอกทราายเป็นมุม 15° และ 30° กระแสน้ำไหลแรงต่างกันอย่างไร ปริมาณและขนาดของตะกอนที่ถูกพัดพาไปแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
 - 2.2 เมื่อลักษณะของผิวน้ำคกเคี้ยวต่างกัน กระบอกทราวยเอียงเป็นมุมเท่ากันผิวน้ำมีการสีกร่อนและพัดพาต่างกันอย่างไร ปริมาณและขนาดของตะกอนที่ถูกพัดพาจะต่างกันอย่างไร
 - 2.3 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร่อนและพัดพา ตอนที่ 2

5. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
ตอนที่ 2 เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตรวจสอบกับแนวคิดของตน

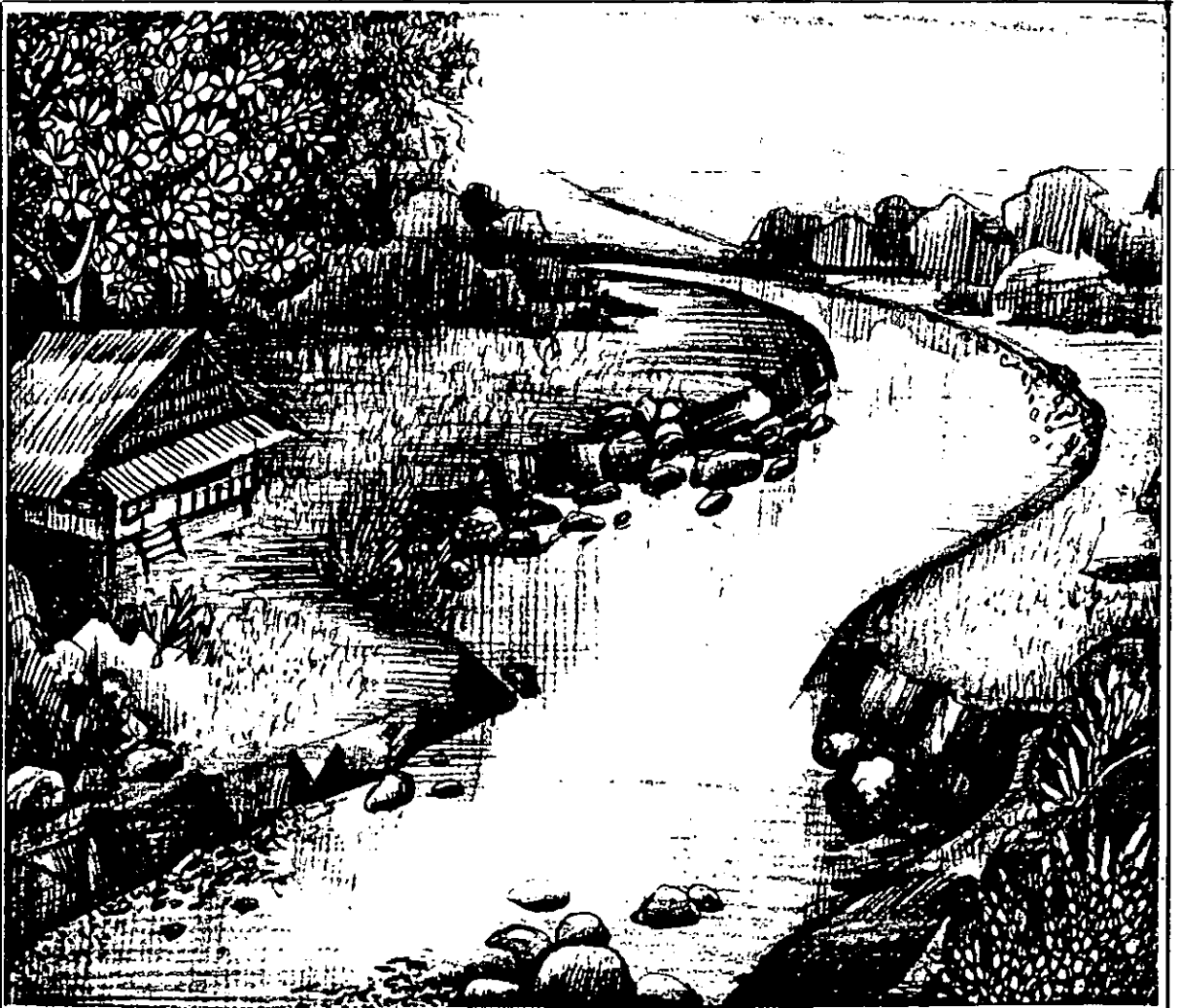
สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 4 เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร้อน
และพักพิง ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร้อน
และพักพิง
3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)
4. ภาพแสดงการไหลของน้ำ

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากภาพปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง กระแสน้ำกับการตีกร่อนและพัดพา
ชุดที่ 4 ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น อ 204 วิทยาศาสตร์

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและติดตามไปด้วยพร้อมทั้งดูภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่างสำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถามกับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

บ้านของสมศักดิ์ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ ซึ่งมีลักษณะคกเกี่ยวไม่มากนัก ปึกเทอม
คราวที่แล้วชาวอิทรวนสมศักดิ์ไปเที่ยวบ้านซึ่งอยู่ริมแม่น้ำเช่นเดียวกัน แต่แม่น้ำที่บ้านอิทรวน
มีความคดเคี้ยวมากกว่าแม่น้ำที่บ้านสมศักดิ์ สมศักดิ์สังเกตเห็นว่าบริเวณชายฝั่งของแม่น้ำ
2 สาย มีความแตกต่างกันแต่สิ่งที่น่าสนใจคือ ตะกอนขนาดต่างกันที่อุทกน้ำพัดพาไปนั้น
ตกอยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน



ภาพประกอบ 1 แม่น้ำสายที่ 1



ภาพประกอบ 2 แม่น้ำสายที่ 2

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่า สามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้น และใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุใบบริเวณชายฝั่งแม่น้ำสายที่ 2 จึงเกิดการสึกกร่อน มากกว่าบริเวณชายฝั่งแม่น้ำสายที่ 1
- ข. เพราะเหตุใบบริเวณน้ำจึงพัดพาตะกอนขนาดเล็กไปได้ไกลกว่าตะกอนขนาดใหญ่

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่ว่า คำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะตะกอนขนาดเล็กมีน้ำหนักน้อยกว่าตะกอนขนาดใหญ่
- คู่กับ 2 เพราะชายฝั่งของแม่น้ำสายที่ 2 กคเคี้ยวมากกว่าชายฝั่งแม่น้ำสายที่ 1
- คู่กับ 3 เพราะน้ำในแม่น้ำสายที่ 2 ไหลแรงกว่าน้ำในแม่น้ำสายที่ 1
- คู่กับ 4 เพราะकिनบริเวณชายฝั่งแม่น้ำสายที่ 2 เป็นดินทราย

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ออกข้อ 2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....ดังตัวอย่าง
ถ้ากระแสน้ำไหลผ่านห้องน้ำที่ลาคชั้นต่างกันแล้วจะไหลได้แรงต่างกัน

- คู่ที่ 1
.....
- คู่ที่ 2
.....
- คู่ที่ 3
.....
- คู่ที่ 4
.....

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

- นักเรียนคงจะเขียนข้อความในขั้นที่ 3 ได้แล้วลองตรวจสอบจากแนวคำตอบต่อไปนี้
- คู่ที่ 1 ถ้าตะกอนขนาดเล็กมีน้ำเทโก้น้อย น้ำจะพัดพาไปได้ไกลกว่าตะกอนขนาดใหญ่
- คู่ที่ 2 ถ้าชายฝั่งของแม่น้ำสายที่ 2 คดเคี้ยวมากกว่าชายฝั่งแม่น้ำสายที่ 1 แล้ว จะทำให้เกิดการสึกกร่อนได้มากกว่า
- คู่ที่ 3 ถ้ากระแสน้ำในแม่น้ำสายที่ 2 ไหลแรงกว่ากระแสน้ำในแม่น้ำสายที่ 1 แล้วจะทำให้ชายฝั่งสึกกร่อนได้มากกว่า
- คู่ที่ 4 ถ้าดินบริเวณชายฝั่งแม่น้ำสายที่ 2 เป็นดินทรายแล้วจะทำให้เกิดการสึกกร่อนได้ง่ายและมากกว่า

□ ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|---------|
| 1. ทรายปนกรวดขนาดต่าง ๆ | 3 ถึง |
| 2. กระจกไม้ขนาด 100 cm x 28 cm x 7 cm | 2 กระจก |
| 3. ดิ่งพลาสติก | 4 ใบ |
| 4. สายพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยาว 0.5 cm ยาว 1 m | 2 เส้น |
| 5. ฟ่อนไม้ขนาด 5 cm x 8 x 20 cm | 3 ฟ่อน |

นักเรียนคิดว่า ข้อความในแต่ละคู่ดังกล่าวทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย X สำหรับคู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3
4

จากข้อความในแต่ละคู่ เมื่อพิจารณาแล้วจะเห็นว่าข้อความทั้ง 4 คู่ เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผลที่สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นให้นักเรียนทำเป็นการทดลองตามการทดลองที่ 11.4 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 4 ตอนที่ 2
เรื่อง กระแสน้ำกับการสีกร่อนและพัดพา

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจาก เอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมารับ เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข ๑

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ไตรภพ ไปเที่ยวบ้านเพื่อนซึ่งตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำ เขาได้สังเกตเห็นการตั้งบ้านเรือนของชาวบ้านตามชายฝั่งแม่น้ำ พบว่าชายฝั่งด้าน A มีบ้านเรือนตั้งอยู่หลายหลัง ส่วนชายฝั่งด้าน B ไม่ค่อยมีบ้านปลูกอยู่ (ดูภาพประกอบ)



เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสูง เกษและศึกษาศานการณที่เปนปัญหา

จากการศึกษาซานการณ นักเรียนพบข้อสงสัยอะไรบาง พยายามเขียนออกมา
ในรูปประโยคคำถามให้ไคหลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์ภาษาเหกุ

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาภาษาเหกุที่สอดคล้อง
กับปัญหานั้น (ปัญหาเดียวอาจมีหลายภาษาเหกุไค)

1.
2.
3.
4.

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหา มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กัน
ระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

กรณีที่ 1

.....

กรณีที่ 2

.....

กรณีที่ 3

.....

กรณีที่ 4

.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป ลองมาดูซิว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะแตกต่างจากนี้ แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผล ก็ไม่ถือว่าผิด

1. ข้อสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

- ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดผู้คนจึงเลือกตั้งบ้านเรือนอยู่ชายฝั่งด้าน A เป็นจำนวนมาก
 ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดจึงมีบ้านเรือนตั้งอยู่ชายฝั่งด้าน B เพียง 1 หลังเท่านั้น
 ปัญหาที่ 3 เพราะเหตุใดจึงมีการปลูกต้นไม้เป็นแนวยาวหน้าบ้านที่อยู่ชายฝั่งด้าน B

2. ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

เพราะชายฝั่งด้าน A ไม่ค่อยได้รับความเสียหายเนื่องจากการกัดเซาะของน้ำ
 เพราะชายฝั่งด้าน B จะถูกน้ำกัดเซาะให้สีกร้อนมากกว่าชายฝั่งด้าน A
 เพราะถูกกระแสน้ำไหลมาปะทะอย่างแรง
 เพราะชายฝั่งด้าน B เกิดการสีกร้อนมาก

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

- คู่ที่ 1 ถ้าชายฝั่งด้าน A ไม่ค่อยได้รับความเสียหายเนื่องจากการกัดเซาะของน้ำแล้วผู้คนจะเลือกตั้งบ้านเรือนอยู่ชายฝั่งด้าน A เป็นจำนวนมาก
 คู่ที่ 2 ถ้าชายฝั่งด้าน B ถูกกระแสน้ำกัดเซาะให้สีกร้อนมากแล้ว ผู้คนจะไม่นิยมตั้งบ้านเรือนอยู่ชายฝั่งด้าน B
 คู่ที่ 3 ถ้าชายฝั่งด้าน B ถูกกระแสน้ำไหลมาปะทะอย่างแรงแล้ว จะทำให้เกิดการสีกร้อนจนชายฝั่งเว้าห่างเข้าไปมาก
 คู่ที่ 4 ถ้าชายฝั่งด้าน B เกิดการสีกร้อนมากแล้วจะมีการปลูกต้นไม้เป็นแนวยาวไว้คั่นหน้าดิน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
ตอนที่ 9 - 10
เรื่อง กระแสลมกับการสีกร่อนและพัดพา

ความคิดรวบยอด

การสีกร่อนและการพัดพาเนื่องจากลมขึ้นอยู่กับทิศทาง ความแรงของลม
สิ่งกีดขวางขนาดและน้ำหนักของตะกอน

สิ่งกีดขวางจะทำให้การพัดพาลดลง และเกิดการทับถมขึ้น

การทับถมของตะกอนทำให้ภูมิประเทศมีลักษณะต่าง ๆ กัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปได้ว่า การสีกร่อนและพัดพาโดยลมขึ้นอยู่กับทิศทาง ความแรงความเร็วของลม สิ่งกีดขวาง ขนาดและน้ำหนักของตะกอน
2. สรุปได้ว่า สิ่งกีดขวางจะทำให้การพัดพาลดลงและเกิดการทับถมขึ้น
3. บอกได้ว่า การทับถมของตะกอน ทำให้ภูมิประเทศมีลักษณะต่าง ๆ กัน
4. ทั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 5 เรื่อง กระแสลมกับการสีกร่อนและพัดพา ตอนที่ 1
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองที่ 11.5 กระแสลมกับการสีกร่อนและพัดพา

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง และช่วยกันสรุป

โดยใช้คำถามต่อไปนี้

2.1 กองทรายมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันอย่างไร เมื่อความแรงของลมต่างกัน

2.2 ลักษณะและระยะทางของการพัดพาของตะกอนขนาดต่าง ๆ

เป็นอย่างไร

2.3 สิ่งกีดขวางมีผลต่อการพัดพาหรือไม่อย่างไร

2.4 บริเวณหน้าสิ่งกีดขวางมีอะไรเกิดขึ้น

2.5 บริเวณหน้าและหลังสิ่งกีดขวาง มีการสะสมของทรายเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

2.6 ระหว่างบริเวณทะเลทรายและบริเวณป่าหิม บริเวณใดจะมีการสีกร่อนและพัดพามากกว่ากัน เพราะเหตุใด

2.7 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและซักถามเกี่ยวกับการพัดพา โดยอาศัย

คำถามในหนังสือเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า ตะกอนต่าง ๆ ที่เกิดจากการพัดพา การสีกร่อน และพัดพาจะทับถมขึ้นในลักษณะต่าง ๆ แล้วแต่ภาวะแวดล้อม ซึ่งทำให้ภูมิประเทศมีลักษณะแตกต่างกันไป

5. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมในแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่องกระแสลมกับการสีกร่อน และพัดพา ตอนที่ 2

6. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2 เพื่อให้ให้นักเรียนได้ตรวจสอบกับแนวคิดของตน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 5 เรื่อง กระบวนการกับการสังเกตและพิศพา ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง กระบวนการกับการสังเกตและพิศพา
3. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง กระแสลมกับการตีกรร่อนและพัดพา
ชุดที่ 5 ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น ๖ 204 วิทยาศาสตร์

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่างมี
เหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาด้านการอ่านที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและศึกษามาไปด้วยพร้อมทั้ง
ดูภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่าง
สำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายคำถาม
กับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

หลังจากนทพจนการศึกษามาแล้ว เขาไปสมัครงานเพื่อไปทำงานในตะวันออกกลาง นทพจนเตรียมตัวสำหรับการสัมภาษณ์ โดยการเข้าห้องสมุดหาหนังสือเกี่ยวกับประเทศในตะวันออกกลางมาอ่าน เขาศึกษาเกี่ยวกับวัฒนธรรมความเป็นอยู่ ตลอดจนลักษณะของภูมิอากาศและภูมิประเทศของประเทศเหล่านี้ เมื่อนทพจนเปิดดูภาพเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศในหนังสือเล่มหนึ่ง เขาสังเกตเห็นว่าภาพนั้นเป็นภาพของกองทรายที่มีลักษณะรูปร่าง และขนาดแตกต่างกัน (ทั้งภาพประกอบ)



1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการได้อ่านข้อความ และได้เห็นภาพ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปทดลองได้ ถ้าสามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้น และใส่เครื่องหมาย X สำหรับข้อความที่ทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุใดการหัดดมของกองทรายจึงมีขนาดต่างกัน
- ข. เพราะเหตุใดการหัดดมของกองทรายจึงมีรูปร่างต่างกัน
- ค. เพราะเหตุใดจึงไม่มีบ้านเรือนของผู้คนอยู่ในทะเลทราย

2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่ๆ คำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะทิศทางการศึกษาของลมต่างกัน
- คู่กับ 2 เพราะความแรงของลมไม่เท่ากัน
- คู่กับ 3 เพราะในทะเลทราย อากาศร้อนจัดและแห้งแล้ง

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....ดังตัวอย่าง

อำนาจของสิ่งกีดขวางแตกต่างกันแล้วการพิชิตของกองทรายจะมีขนาดต่างกัน

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในขั้นที่ 3 ได้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำทอ
ต่อไปนี้

คู่ที่ 1 ถ้าทิศทางของการหักเหของลมแตกต่างกัน แล้วการขั้ดมของกองทรายจะมีรูปร่าง
ต่างกัน

คู่ที่ 2 ถ้าความแรงของลมไม่เท่ากันแล้ว การขั้ดมของกองทรายจะมีขนาดต่างกัน

คู่ที่ 3 ถ้าในทะเลทรายมีอากาศร้อนจัดและแห้งแล้ง แล้วจะไม่มีผู้คนอาศัยอยู่

□ ถ้าในห้อง เรียบมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. ทรายแห้ง 100 cm^3
2. ดินน้ำมัน ขนาด 2 cm x 4 cm x 1 cm 1 ก้อน

นักเรียนคิดว่า ข้อความในแต่ละคู่ดัง กล่าวทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใส่
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย X สำหรับ
คู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3

จากข้อความในแต่ละคู่นักเรียนจะพิจารณาเห็นว่า

คู่ที่ 1 กับคู่ที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล สามารถ
ทดลองในห้องเรียนได้

คู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล แต่ไม่สามารถทดลอง
ในห้องเรียนได้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ยังไม่เหมาะสม นักเรียน
สามารถศึกษาเพิ่มเติมและคิดออกแบบการทดลองได้

จากแนวคำทอม จะเห็นว่าข้อความคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์
กันระหว่าง เหตุและผล ที่สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์
ฉะนั้นให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามการทดลองที่ 11.5 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 5 ตอนที่ 2
เรื่อง กระบวนการกับการชั่งกร่อนและพิศพา

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียน เกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
ด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียน
มาทำ เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียน
ได้เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

บรรจบเป็นเด็กเรียนดี เพราะเขาเป็นคนช่างสังเกต บ้านของบรรจบอาศัยอยู่
 ใกล้ท่ารถบางแสน เขาเห็นจนจินตนาการถึงเด็กแล้วว่าหมู่บ้านชาวประมง และบึงกะโล่ที่ปลูก
 อยู่ตามชายหาก มีการปลูกต้นมะพร้าว ต้นสนหรือต้นตาลในระยะถี่ ๆ เป็นแนวยาวรอบ
 บริเวณบ้าน และไม่ว่าเขาจะไปเที่ยวชายหากศัทยา ศรีราชา ชะอำหรือหัวหินก็ตาม เขา
 ก็จะเห็นการปลูกต้นไม้ในลักษณะนี้เช่นเดียวกันทุกที่

เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสูง เกศและศึกษาด้านการพิมพ์เป็นปัญหา

จากการศึกษาด้านการพิมพ์ที่กำหนดให้ นักเรียนพอข้อสงสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมาในรูปประโยคคำถามให้ได้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหานั้น ๆ

1.
2.
3.
4.

3. รับสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง
เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

กรณีที่ 1

.....

กรณีที่ 2

.....

กรณีที่ 3

.....

กรณีที่ 4

.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงจะเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป ลองมาคิดว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะแตกต่างจากนี้ แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผลก็ไม่ถือว่าเป็นผิด

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดชาวบ้านจึงปลูกรั้วมะพร้าวไว้ดี ๆ รอบ ๆ บ้านที่อยู่
แถบชายทะเล

ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ในตลาดในตัวเมืองจึงไม่มีการปลูกรั้วมะพร้าว

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

เพราะบริเวณชายทะเลมีลมแรง

เพราะบริเวณชายทะเลมีการกัดเซาะเนื่องจากน้ำ

เพราะบริเวณตลาดในตัวเมืองลมพัดไม่แรง

เพราะบริเวณตลาดในตัวเมืองมีสิ่งกีดขวางทางลม เช่น ตึกสูง บ้านเรือน
หลาย ๆ หลัง

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

คู่ที่ 1 ถ้าบริเวณชายทะเลมีลมพัดแรงแล้ว ต้องปลูกรั้วมะพร้าวหรือต้นไม้อื่น ๆ
ไว้กันลม

คู่ที่ 2 ถ้าบริเวณชายทะเลมีการกัดเซาะเนื่องจากน้ำแล้ว จะต้องปลูกรั้ว
มะพร้าวหรือต้นไม้อื่น ๆ ไว้ยึดหน้าดิน

คู่ที่ 3 ถ้าบริเวณตลาดในตัวเมือง มีสิ่งกีดขวางทางลมแล้วจะไม่มีการปลูกรั้ว
มะพร้าวหรือต้นไม้อื่น ๆ ไว้บังลม

คู่ที่ 4 ถ้าบริเวณตลาดในตัวเมืองมีลมพัดไม่แรงแล้วจะไม่มีการปลูกรั้วมะพร้าว
หรือต้นไม้อื่น ๆ บังลม

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
 คาบที่ 11 - 12
 เรื่อง สมบัติทั่วไปของดิน

ความคิดรวบยอด

- การบุฟ่ง หับฉมของแร่ธาตุและซากพืชซากสัตว์เป็นเวเวลานาน มีผลทำให้เนื้อดินมีลักษณะเป็นชั้น และมีสีต่างกัน
- ดินแต่ละแห่ง หรือแม้ในบริเวณเดียวกัน แต่ต่างระดับกัน จะมีสี เนื้อดิน และส่วนประกอบแตกต่างกัน
- ดินแข็งเป็นดินชั้นบน และดินชั้นล่าง โดยไรสมบัติของดินเป็นเกณฑ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกได้ว่า สี เนื้อดิน และสิ่งที่พบอยู่ในดิน ไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกดินชั้นบนและดินชั้นล่าง
2. อธิบายสาเหตุที่ทำให้ดินชั้นบนและดินชั้นล่างต่างกัน
3. ทั้งสมมุติฐานจากปัญหาในส ดานการณที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. ให้นักเรียนทำแบบฝึกการคิอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 6 เรื่อง สมบัติทั่วไปของดิน ตอนที่ 1
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิธีการทดลอง แนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ชั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองที่ 11.6 คินชั้นล่างแตกต่างจากคินชั้นบนอย่างไร

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. หัวหน้านักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 คินในกระป๋องทั้งสอง มีลักษณะและสมบัติต่างกันหรือไม่
 - 2.2 ถ้านักเรียนจะแบ่งคินออกเป็นชั้น ๆ นักเรียนจะใช้เกณฑ์อะไรบ้าง
 - 2.3 คินโดยทั่วไปประกอบด้วยอะไรบ้าง
 - 2.4 คินชั้นบนแตกต่างไปจากคินชั้นล่างอย่างไรบ้าง
 - 2.5 อะไรเป็นสาเหตุทำให้คินชั้นบนและคินชั้นล่างแตกต่างกัน
 - 2.6 การทดลองนี้สรุปได้ว่าอย่างไร
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกตั้งแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. นักเรียนศึกษาส่วนประกอบของคินที่เพาะแก่การเพาะปลูก จากรูป 11. 15 แล้วอภิปรายร่วมกับครู เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป
5. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่องสมบัติทั่วไปของคิน ตอนที่ 2
6. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลตอนที่ 2 เพื่อให้ให้นักเรียนตรวจสอบกับแนวคิดของนักเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง สมบัติทั่วไปของคิน ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง สมบัติทั่วไปของคิน
3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

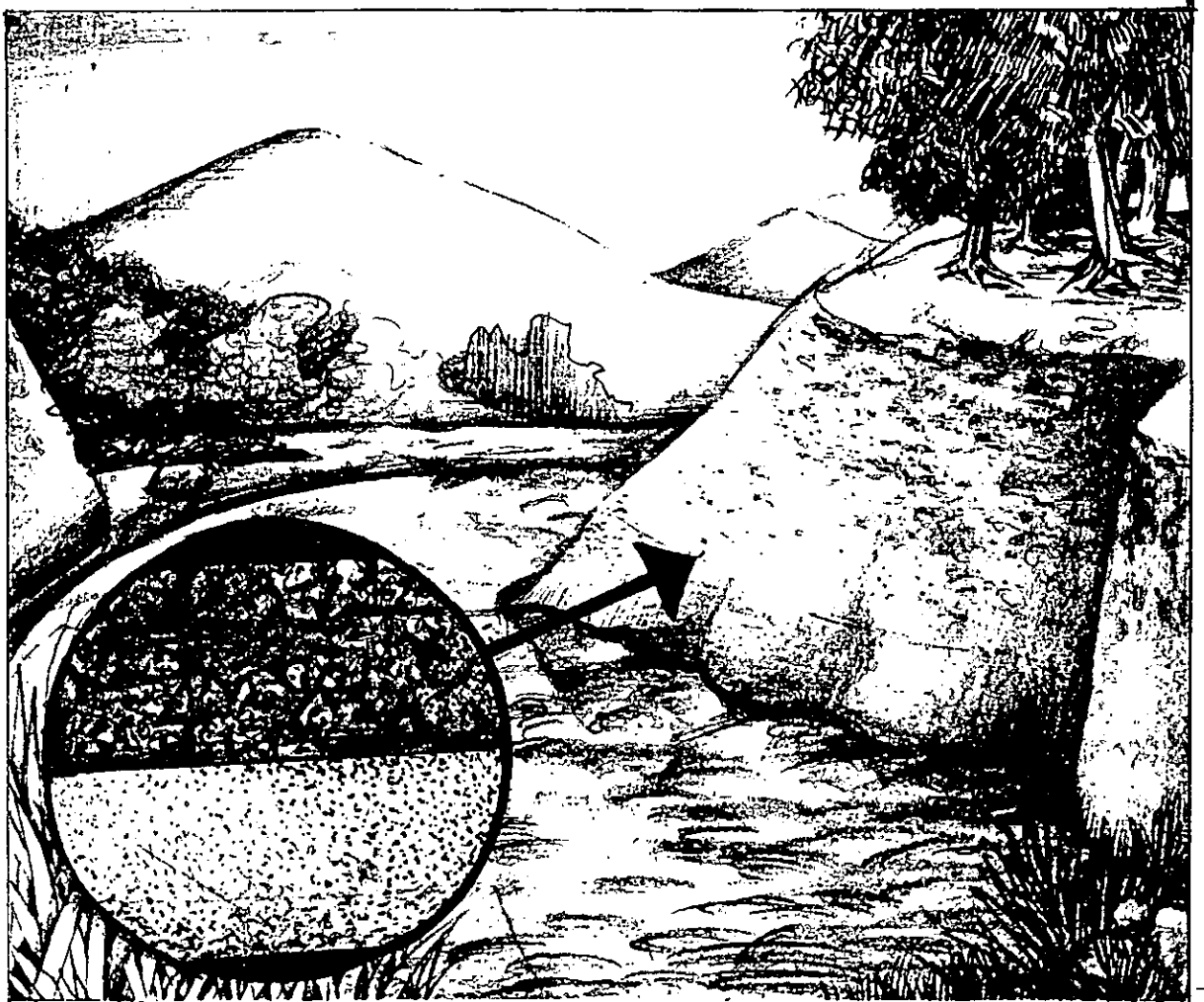
1. สังเกตผลการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ทรวจแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

เรื่อง

สมบัติทั่วไปของดิน

ชุดที่ 6 ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น

จ 204

วิทยาศาสตร์

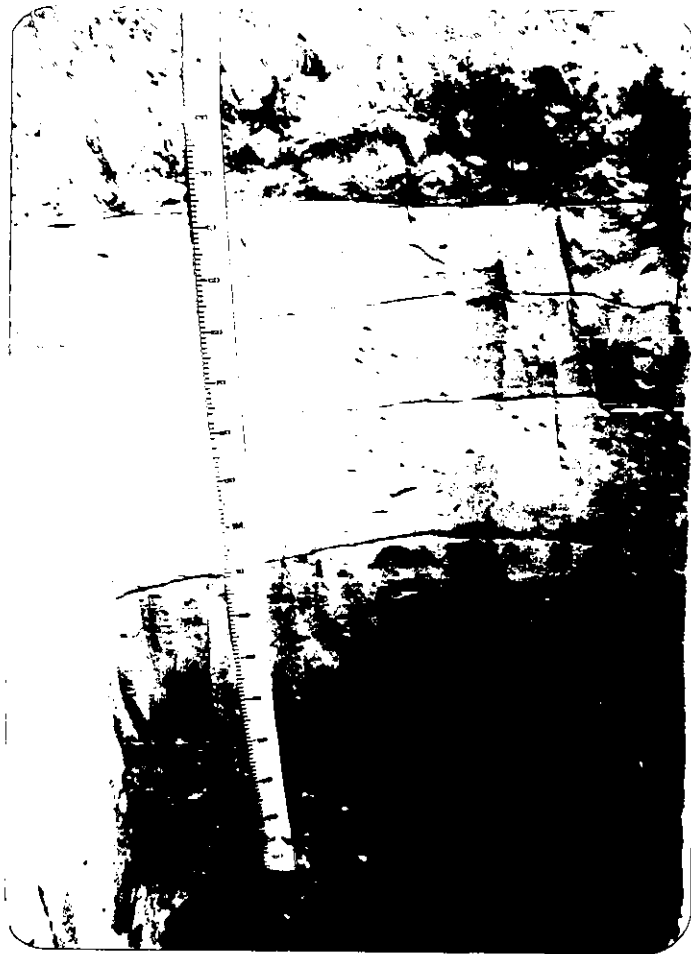
คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่าง
มีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและคิดตามไปด้วยพร้อมทั้ง
คุณภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่าง
สำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถาม
กับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สมบูรณ์ซุกบ่อเพื่อเลี้ยงปลา ในระยะแรกที่ซุกจากผิวดินลึกลงไป 30 เซนติเมตร เขาเห็นว่าดินยังมีลักษณะเหมือนกัน แต่เมื่อเขาซุกลึกลงไปเรื่อย ๆ เขาสังเกตเห็นว่าดินในช่วงที่ 2 ที่เขาซุกมีลักษณะแตกต่างจากดินชั้นบนอย่างชัดเจน โดยดินจะแยกเป็น 2 ชั้น และมีลักษณะคังภาพประกอบ



1. ชั้นสังเกตและศึกษาดานการณที่ เป็นปัญหา

จากการศึกษาดานการณ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่าสามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้นและใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุใดกินชั้นบนและกินชั้นล่างจึงมีสีแตกต่างกัน
- ข. เพราะเหตุใดกินชั้นบนจึงมีเนื้อหยาบ เมื่อกินมีขนาดใหญ่
- ค. เพราะเหตุใดกินชั้นล่างจึงมีเนื้อละเอียด เมื่อกินมีขนาดเล็ก
- ง. เพราะเหตุใดกินจึงมีลักษณะเป็นชั้น

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่แล้วคำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่า น่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะมีสิ่ง เจือปนอยู่มาก
- คู่กับ 2 เพราะถูกหีบดม อัดแน่นมานานและมีสิ่ง เจือปนอยู่น้อย
- คู่กับ 3 เพราะวัตถุต้นกำเนิดที่เป็นองค์ประกอบของดินแตกต่างกัน
- คู่กับ 4 เพราะการดูดซับหีบดมของซากพืชซากสัตว์เป็นเวลานาน

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละกรณีที่ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

ดังตัวอย่าง

ถ้าคินมีเหล็ก เป็นองค์ประกอบแล้ว คินจะมีสีเขียวปนน้ำเงิน

- กรณีที่ 1
-
- กรณีที่ 2
-
- กรณีที่ 3
-
- กรณีที่ 4
-

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในชั้นที่ 3 ไปแล้วลองตรวจสอบจากแนวคำตอบ
ต่อไปนี้

คู่ที่ 1 ถ้าคินมีสิ่ง เจือปนอยู่มากแล้วคินจะมีเนื้อหยาบ เมื่อกินขนาดเล็ก

คู่ที่ 2 ถ้าคินถูกหีบดมอัดแน่นมานานและมีสิ่ง เจือปนอยู่น้อย แล้วคินจะมีเนื้อละเอียด
เมื่อกินขนาดเล็ก

คู่ที่ 3 ถ้าวัตถุกินกำ เป็ดที่เป็นองค์ประกอบของคินแตกต่างกันแล้วคินจะมีสีแตกต่างกัน

คู่ที่ 4 ถ้ามีการยุติหีบดมของซากพืชซากสัตว์ เป็นเวลานานแล้วจะทำให้คินมีลักษณะเป็นชั้น

ถ้าในห้อง เรียบมีอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1. กระจกนวม | 2 ใบ |
| 2. แห้งแก้วสำหรับคน | 1 อัน |
| 3. ถ้วยพลาสติกขนาด 250 cm^3 | 2 ใบ |
| 4. คินชั้นบน | 100 cm^3 |
| 5. คินชั้นล่าง | 100 cm^3 |

นักเรียนคิดว่าข้อความในแต่ละคู่ดังกล่าว ทดลองได้หรือไม่ ได้ให้นักเรียนใส่
เครื่องหมาย \checkmark ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย \times สำหรับ
คู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3
4

จากข้อความในแต่ละคู่ นักเรียนพิจารณาแล้วจะเห็นว่า

คู่ที่ 1 กับคู่ที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล สามารถ
ทดลองในห้องเรียนได้

คู่ที่ 3 กับคู่ที่ 4 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล แต่ไม่
สามารถทดลองในห้องเรียนในครั้งนี้ได้ เนื่องจากไม่มีอุปกรณ์
มีขั้นตอนการทดลองที่ซับซ้อน และต้องใช้เวลานานในการสังเกต

จากแนวคำถามจะเห็นว่าข้อความคู่ที่ 1 และคู่ที่ 2 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กัน
ระหว่างเหตุและผล สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้น
ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามการทดลองที่ 11.6 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 6 ตอนที่ 2
เรื่อง สมบัติทั่วไปของคิน

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจาก เอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมาทำ เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้เปรียบเทียบกับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สมมติเดินทางไปชมการทำเครื่องปั้นดินเผา เมื่อไปถึงเขาได้เดินสำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ทำเสร็จแล้ว เช่น แจกกัน เป็นต้น เขาสังเกตเห็นว่าสีของเครื่องปั้นดินเผาเป็นสีน้ำตาลอ่อน เมื่อจับดูพบว่าเนื้อเนียนละเอียด เมื่อสอบถามผู้ทำก็ได้ทราบว่าเขาป้อนน้ำดินเหนียวซึ่งเป็นดินชั้นล่างมาทำโดยไม่มีกรรมผสมสิ่งใดในดินแต่อย่างใด ส่วนดินชั้นบนจะนำมาทำเครื่องปั้นดินเผาไม่ได้

เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนพบข้อสงสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมาในรูปประโยคคำถามให้ไ้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหานั้น ๆ

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหา มาเขียน เป็นข้อความที่สัมพันธ์กัน
ระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

- คู่ที่ 1
-
- คู่ที่ 2
-
- คู่ที่ 3
-
- คู่ที่ 4
-

เอกสารหมายเลข 3

นักเขียนคงเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป
 ลองมาคิดว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเขียนจะ
 แตกต่างจากนี้ แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผล ก็ไม่ถือว่าเป็นผิด

1. ชั้นสัง เกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

- ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดจึงนิยมนำคินเหนียวมาทำ เครื่องปั้นดินเผา
 ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดสีของ เครื่องปั้นดินเผาจึงมีสีน้ำตาลอ่อน
 ปัญหาที่ 3 เพราะเหตุใดจึง ไม่นิยมนำคินชั้นบนมาทำ เครื่องปั้นดินเผา

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

- เพราะคินเหนียวมีเนื้อละเอียด เม็ดคินขนาดเล็ก
 เพราะทำจากคินชั้นล่าง ไม่มีสิ่งเจือปนอยู่
 เพราะคินชั้นบนมีเนื้อหยาบ เม็ดคินขนาดใหญ่ และมีสีคล้ำ

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

- คู่ที่ 1 ถ้าคินเหนียวมีเนื้อละเอียด เม็ดคินขนาดเล็กแล้ว จะนิยมนำมาทำ
 เครื่องปั้นดินเผา
 คู่ที่ 2 ถ้านำคินชั้นล่างมาทำเครื่องปั้นดินเผาแล้ว เครื่องปั้นดินเผาจะมีสี
 น้ำตาลอ่อน
 คู่ที่ 3 ถ้าคินชั้นบน มีเนื้อหยาบ เม็ดคินขนาดใหญ่และมีสีคล้ำแล้วจะไม่นิยมนำ
 มาทำเครื่องปั้นดินเผา

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 13 - 14

เรื่อง ความพรุนของดิน, ดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร

ความคิดรวบยอด

ความพรุนของดิน หมายถึง ส่วนที่เป็นช่องว่างทั้งหมดในดิน

ฮิวมัส หมายถึง ซากพืชซากสัตว์ที่เน่าเปื่อยอยู่ภายในดิน เป็นอาหารที่สำคัญของพืช

ดินชั้นบนมี ฮิวมัสและมีความพรุนมาก จึงมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าดินชั้นล่าง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของความพรุนของดินได้
2. บอกความหมายและประโยชน์ของฮิวมัสได้
3. อธิบายได้ว่าความพรุนของดินจะมีมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดดินและซากพืช ซากสัตว์ที่แทรกอยู่ในเนื้อดิน
4. สรุปได้ว่าดินชั้นบนมีความพรุนมากกว่าดินชั้นล่าง
5. สรุปได้ว่าดินชั้นบนมีฮิวมัสและมีความพรุนมากมีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าดินชั้นล่าง
6. ทั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 7 เรื่อง ความพรุนของดิน, ดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร ตอนที่ 1
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย วิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการทดลองที่ 11.7 ความพรุนของดิน และทำการทดลองที่ 11.8 เรื่อง ดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร (ห้ามอ่านล่วงหน้าแล้ว)

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลองที่ 11.7
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง และช่วยกันสรุปโดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 เมื่อสัมผัส เนื้อดินทั้งสองชนิด รู้สึกแตกต่างกันอย่างไร
 - 2.2 การไหลของน้ำผ่านดินแต่ละกระป๋องแตกต่างกันหรือไม่ นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร
 - 2.3 ในระหว่าง เมื่อดินที่มีขนาดใหญ่กับเมื่อดินที่มีขนาดเล็ก อย่างไหนจะทำให้เกิดช่องว่างที่มีขนาดใหญ่ได้มากกว่ากัน
 - 2.4 ดินชั้นบนกับดินชั้นล่าง ชั้นไหนจะมีความพรุนมากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร
 - 2.5 นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความพรุนกับขนาดของ เม็ดดินได้อย่างไร

2.6 นักเรียนแยกได้หรือไม่ว่า เวลาปลูกพืชทำไมเราจึงต้องพรวนดิน

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
ตอนที่ 2

1. ศัพท์แทนของนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลองที่ 11.8

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองและช่วยกันสรุป
โดยใช้คำถามต่อไปนี้

2.1 ต้นข้าวโพกเจริญเติบโตในดินชนิดใดมากกว่ากัน

2.2 นักเรียนคิดว่าระหว่างดินชั้นบนกับดินชั้นล่าง ดินชั้นไหนจะมีอาหารพืช
มากกว่ากัน ทราบได้อย่างไร

2.3 การใส่ซากพืชซากสัตว์เข้าแทรกในเนื้อดิน จะทำให้การเกาะกัน
ของเม็ดดินเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2.4 นักเรียนจะสรุปลักษณะของดินได้อย่างไร

3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้
ใหม่

4. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล เรื่อง ความพรุนของดิน
ดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร ตอนที่ 2

5. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำขอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2
เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบกับแนวคำขอบของนักเรียน

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 7 เรื่อง ความพรุนของดิน, ดินชั้นบน
และดินชั้นล่างมีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร ตอนที่ 1 และตอนที่ 2

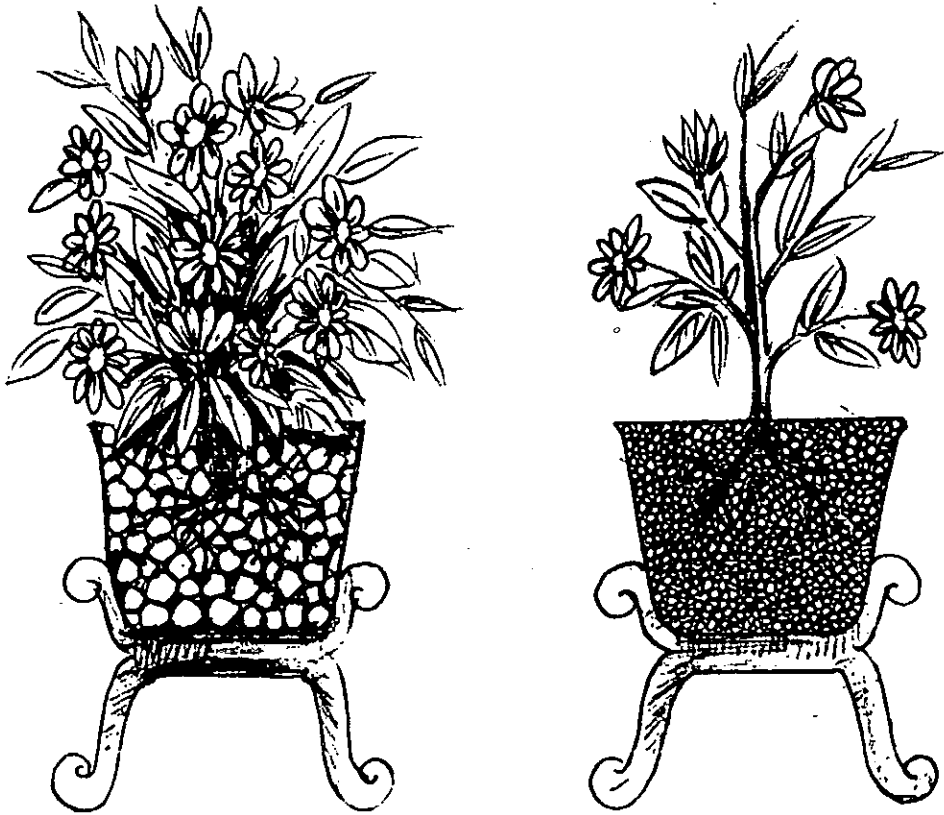
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่องความพรุนของดิน, ดินชั้นบน
และดินชั้นล่างมีประโยชน์ต่อพืชต่างกันอย่างไร

3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง สมบัติและประโยชน์ของดิน
ชุดที่ 7 ตอนที่ 1



ชื่อ
ชั้น ๖ 204 วิทยาศาสตร์

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่าง
มีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและคิดตามไปด้วยพร้อมทั้ง
ดูภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่าง
สำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปทีละลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปราย
ซักถามกับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง.

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ในการเรียนวิชาเกษตร ครูให้นักเรียนซุกหุ้มนเพื่อทำปุ๋ยหมักยวเเวณหลังโรงเรียน
 ใหนักขนาด $1 \times 1 \times 1 \text{ m}$ เนื่องจากดินยวเเวณคังกล่าวแข็งมาก กิตคิจึงใช้น้ำรคก่อนซุก
 ครั้งแรกทีรคน้ำเขาสังเกตเห้นว่าน้ำซึมลงไปในดินเร็วมาก พอซุกไปค้ล็กประมาณ 30 cm
 เขาก็นำน้ำมารคอีก ปรากฏว่าน้ำซึมลงไปในดินช้ากว่าครั้งแรก และเมื่อเขาซุกให้ล็ก
 ค้อไปประมาณ 60 cm ดินก็ยั้งแข็ง เขาก็นำน้ำมารคอีกครั้งนี้้ำซึมลงดินช้ากว่า
 2 ครั้งแรกอีก เขารอจนน้ำซึมลงไปหมดจึงซุกค้อไปอีกจนค้ขนาดคามทีครูกำหนด

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่าสามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้น และใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุที่โคนต้นชั้นบนน้ำจึงซึม ผ่านดินได้เร็วมาก
- ข. เพราะเหตุที่โคนต้นชั้นล่างน้ำจึงซึมผ่านได้ช้า
- ค. เพราะเหตุที่โคนต้นชั้นล่างจึงแข็งมากกว่าโคนชั้นบน

2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่ว่าคำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในชั้นที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลข หน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะดินชั้นล่างถูกหีบถม อัดกันแน่นเป็นเวลานาน
- คู่กับ 2 เพราะดินชั้นบนมีเม็ดดินขนาดใหญ่ มีช่องว่าง ระหว่างเม็ดดินใหญ่
- คู่กับ 3 เพราะดินชั้นล่าง มีเม็ดดินขนาดเล็ก ช่องว่างระหว่างเม็ดดินชั้นล่าง มีขนาดเล็กมาก เม็ดดินเกาะติดกันแน่น

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในขั้นที่ 2 มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า....แล้ว....
 ดังตัวอย่าง

ถ้าพรวนกินให้ตนไม่แล้ว จะทำให้ถารระบายน้ำและ ะอากาศดีขึ้น

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

4. ขั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในขั้นที่ 3 ได้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำทอ
มต่อไปนี้

คู่ที่ 1 ถ้าดินชั้นล่างถูกพัฒนา อัดกันแน่นเป็นเวลานานแล้วจะทำให้ดินชั้นล่างแข็งกว่า
ดินชั้นบน

คู่ที่ 2 ถ้าดินชั้นบนมีเม็ดดินขนาดใหญ่ มีช่องว่างระหว่าง เม็ดดินใหญ่แล้วน้ำจะซึมผ่านดิน
ได้เร็วมาก

คู่ที่ 3 ถ้าดินชั้นล่างมีเม็ดดินขนาดเล็กและมีช่องว่างระหว่าง เม็ดดินขนาดเล็กมาก เม็ดดิน
เกาะชิดกันแน่นแล้วน้ำจะซึมผ่านดินได้ช้า

□ ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| 1. กระจก | 2 ใบ |
| 2. ขวดปากกว้าง เท่ากระจก | 2 ใบ |
| 3. ภากรองขนาด 25 cm x 25 cm | 2 ชิ้น |
| 4. ดินร่วน | 200 cm ³ |
| 5. ดินเหนียว | 200 cm ³ |

นักเรียนคิดว่าข้อความในแต่ละคู่ดังกล่าวทดลองได้หรือไม่ ให้นักเรียนใส่

เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย ✗ สำหรับ
คู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3

จากข้อความในแต่ละคู่ นักเรียนพิจารณาแล้วจะเห็นว่า

คู่ที่ 1 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล แต่ไม่สามารถ
ทดลองในห้องเรียนได้เนื่องจากต้องอาศัย เวลาในการสังเกตนาน
หลายปี

คู่ที่ 2 และคู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล สามารถ
ทดลองในห้องเรียนได้

จากแนวคำตอบจะเห็นว่าข้อความคู่ที่ 2 และคู่ที่ 3 เป็นข้อความที่มีความสัมพันธ์
กันระหว่าง เหตุและผล สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์
ฉะนั้นให้นักเรียนดำเนินการทดลอง ตามการทดลองที่ 11.7 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 7 ตอนที่ 2
เรื่อง สมบัติและประโยชน์ของกิน

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
ด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจากเอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในเอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมาภิ
เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้
เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

บ้านของนิภาเป็นบ้านสวน มีเนื้อที่กว้างขวาง สถานที่ปลูกบ้านและบริเวณหน้าบ้าน
 คุ้มพ่อของนิภานำดินที่ไต่จากการขุดสระมาถมเพื่อให้พื้นที่สูงขึ้น นิภาได้ทำแปลงปลูกคอกไม้
 ไว้บริเวณหน้าบ้าน 1 แปลง ด้านหลังที่เป็นสวน นิภาปลูกคอกไม้ชนิดเดียวกันไว้ 1 แปลง
 เช่นกัน นิภาเพียงรดน้ำพรวนดินแปลงคอกไม้ทั้ง 2 แปลง นิภาสังเกตเห็นว่าคอกไม้ที่ปลูก
 ในแปลงหน้าบ้านไม่ค่อยเจริญงอกงามเท่าที่ควร เมื่อมีฝนตกน้ำก็ท่วมซึ่งอยู่ในแปลงคอกไม้
 แยกคอกไม้ในแปลงสวนหลังบ้านเจริญงอกงามดี และในแปลงคอกไม้ก็ไม่มียาฆ่า

เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสังเกตและศึกษาดานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาดานการณ์ นักเรียนพบข้อสงสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมา
ในรูปประโยคคำถามให้ไ้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาหาสาเหตุที่สอดคล้อง
กับปัญหานั้น ๆ (ปัญหาเดียวอาจมีหลายสาเหตุได้)

1.
2.
3.
4.

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหามาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กัน
ระหว่างเหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

คู่ที่ 4

.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป
ลองมาดูซิว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะ
แตกต่างจากนี้ แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผล ก็ไม่ถือว่าผิด

1. ชั้นสังเกตุและศึกษาดานการณที่ เป็นปัญหา

- ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดคอกไม้ที่ปลูกไว้หน้าบ้านจึงไม่เจริญงอกงามดีเท่าที่ควร
- ปัญหาที่ 2 เพราะเหตุใดคอกไม้ที่ปลูกไว้ที่สวนหลังบ้านจึงเจริญงอกงามดี
- ปัญหาที่ 3 เพราะเหตุใดหลังจากฝนตกน้ำจึงขังในแปลงคอกไม้บริเวณหน้าบ้าน
- ปัญหาที่ 4 เพราะเหตุใดหลังจากฝนตกน้ำจึงไม่ขังในแปลงคอกไม้บริเวณสวนหลังบ้าน

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

เพราะดินที่ปลูกคอกไม้ เป็นดินชั้นล่าง ไม่มีอิวมัสซึ่ง เป็นอาหารของพืชป่นอยู่
 เพราะดินบริเวณแปลงคอกไม้หน้าบ้าน เป็นดินชั้นล่างมีความพรุนน้อย อากาศ
 และน้ำซึมผ่านไค่น้อย
 เพราะดินบริเวณสวนหลังบ้านเป็นดินชั้นบน มีอิวมัสซึ่ง เป็นอาหารของพืชป่นอยู่มาก
 เพราะดินบริเวณสวนหลังบ้านเป็นดินชั้นบน มีความพรุนมาก อากาศและน้ำซึมผ่าน
 ได้ดี

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

- คู่ที่ 1 ถ้าकिनบริเวณหน้าบ้านที่ไ้ปลูกคอกไม้ เป็นดินชั้นล่าง ไม่มีอิวมัสซึ่ง เป็นอาหารของหีรปนอยู่แล้ว คอกไม้จะไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร
- คู่ที่ 2 ถ้าकिनบริเวณสวนหลังบ้านที่ไ้ปลูกคอกไม้เป็นดินชั้นบน มีอิวมัสซึ่ง เป็นอาหารของหีรปนอยู่มากแล้ว คอกไม้จะเจริญงอกงามได้ก็
- คู่ที่ 3 ถ้าकिनบริเวณหน้าบ้านที่ไ้ปลูกคอกไม้เป็นดินชั้นล่าง มีความพรุนน้อย อากาศและน้ำซึมผ่านไ้ได้น้อยแล้ว น้ำจะขังในแปลงคอกไม้
- คู่ที่ 4 ถ้าकिनบริเวณสวนหลังบ้านที่ไ้ปลูกคอกไม้เป็นดินชั้นบนมีความพรุนมาก อากาศและน้ำซึมผ่านไ้ไ้มากแล้วจะ ไม่มีน้ำขังในแปลงคอกไม้

แผนการสอนกลุ่มทดลอง
 คาบที่ 15 - 16
 เรื่อง ความเป็นกรด-เบส ของดิน

ความคิดรวบยอด

ดินต่างชนิดกันมีความเป็นกรด-เบส ต่างกัน
 พืชต่างชนิดกันเจริญเติบโตได้ดีใน pH ต่างกัน พืชจะเจริญเติบโตได้ดีต้องอาศัย
 ช่วง pH ที่เหมาะสม เราสามารถปรับค่า pH ในดินได้ โดยการใส่ปุ๋ยหรือปูนขาว
 ดินเป็นกรด แก้ไขโดยการเติมปูนขาวหรือดินมาร์ลงไปในดิน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของ pH และยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ได้
2. หาค่า pH ของดินชนิดต่าง ๆ ได้โดยใช้กระดาษยูนิเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์
3. สรุปได้ว่า ดินต่างชนิดกันมีความเป็นกรด-เบสต่างกัน
4. แปลความหมายจากตารางข้อมูลและสรุปได้ว่า พืชต่างชนิดกันเจริญเติบโต

ได้ดีใน pH ต่างกัน

5. สรุปจากการทดลองได้ว่า พืชจะเจริญเติบโตได้ดี ต้องอาศัยช่วง pH ที่
 เหมาะและนำความรู้ในเรื่องนี้ไปใช้ประโยชน์ในการเลือกปลูกพืชชนิดต่าง ๆ

6. บอกวิธีปรับค่า pH ในดิน
7. สรุปได้ว่าการใส่ปุ๋ยหรือปูนขาว ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง
8. สรุปได้ว่า นอกจากปุ๋ยแล้ว pH ของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

อีกด้วย

9. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียงการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 8 เรื่อง ความเป็นกรด-เบส ของดิน ตอนที่ 1
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

- นักเรียนทำการทดลองที่ 11.9 การหาค่า pH ของดิน (สำหรับการทดลองที่ 11.10 การปรับค่า pH ให้เหมาะสมแก่พืช ห่วงหน้าไว้แล้ว)

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

ตอนที่ 1

1. ทิวทัศน์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 ดินที่นำมาทำการทดลองนี้มีความเป็นกรด-เบส ต่างกันอย่างไร
 - 2.2 ดินในนาเป็นดินชนิดใด และมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส
3. นักเรียนศึกษาตาราง 11.2 หน้า 71 ในหนังสือเรียน ครูร่วมอภิปรายซักถามเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า พืชแต่ละชนิดขึ้นงอกงามในดินที่มีความเป็นกรด-เบส ต่างกัน พืชส่วนใหญ่ของงามก็ในดินที่เป็นกรด-เบส เล็กน้อย

ตอนที่ 2

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลองที่ 11.10 โดยใช้คำถาม ดังนี้

- 1.1 หลังจากเติมปุ๋ยแล้วสารละลายในบีกเกอร์มีสมบัติ เป็นกรดหรือเบส
 - 1.2 ต้นต้นในสารละลาย pH ต่างกัน เมื่อตั้งทิ้งไว้ 5 วัน แล้วมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร
 - 1.3 นักเรียนทราบหรือไม่ว่า เหตุใดต้องเก็บใบเลี้ยงของต้นต้นออกก่อนที่จะปลูกในหลอดทดลอง
 - 1.4 การใส่ปุ๋ยทำให้ต้นพืชเจริญเติบโตเสมอไปหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - 1.5 การทดลองนี้สรุปได้ว่อย่างไร
 2. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้วมาสรุปเป็นความรู้ใหม่
 3. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องความเป็นกรด-เบส ของดิน
- ตอนที่ 2
4. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2 เพื่อให้ให้นักเรียนตรวจสอบกับแนวคิดของนักเรียน

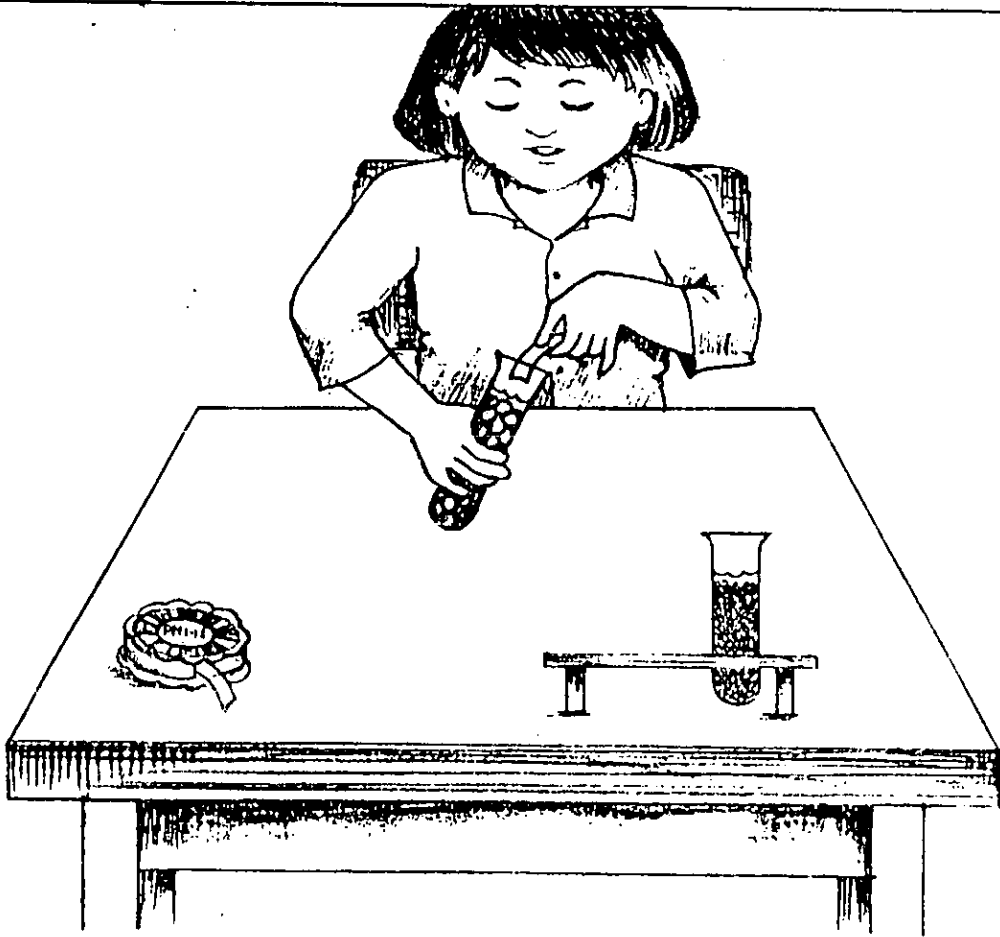
สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 8 เรื่อง ความเป็นกรด-เบสของดิน ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การหาค่า pH ของดิน การปรับค่า pH ให้เหมาะสมแก่พืช
3. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

เรื่อง แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
ความเป็นกรด - เบส ของดิน
ชุดที่ 8 ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น ๖204 วิทยาศาสตร์

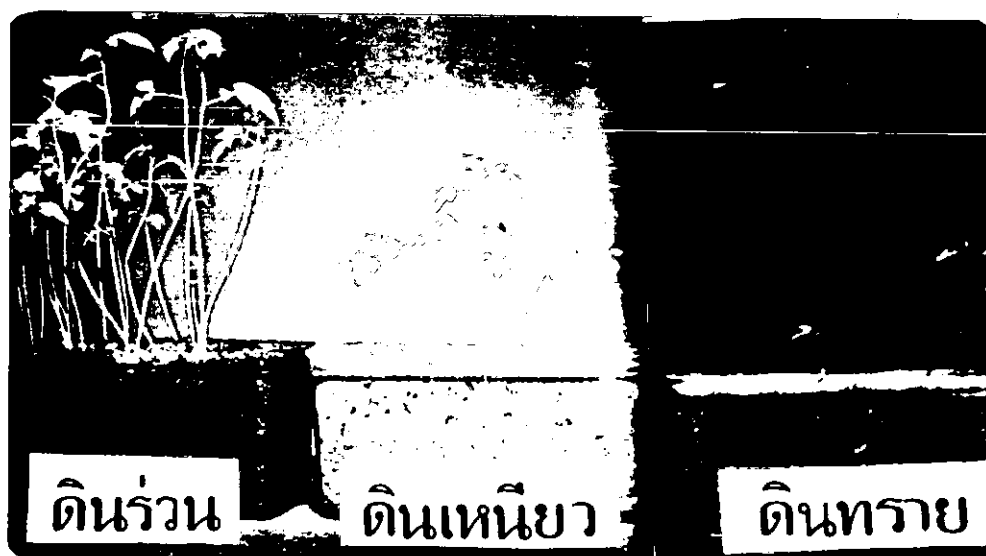
คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่างมีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและติดตามไปด้วยพร้อมทั้งดูภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนคอบลงในช่องว่างสำหรับคอบคำตอบ
3. ศึกษาไปทามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถามกับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทบทอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

วิภา อาศัยอยู่ในตำบลแห่งหนึ่ง วันหนึ่งเจ้าหน้าที่เกษตรตำบลไปแนะนำชาวบ้าน เรื่องการปลูกมะเขือเทศเพื่อให้ได้ผลิตผลที่คุ้มค่า เกษตรตำบลและนำวิธีการปลูก การรดน้ำ รวมทั้งการเลือกดินที่ใช้ปลูก เพราะดินแต่ละชนิดมีค่า pH ต่างกัน เขาแนะนำว่าควรปลูกใน ดินร่วน วิภาเกิดความสงสัย เรื่องดินที่เหมาะสมกับการปลูกมะเขือเทศ จึงทดลองปลูกมะเขือเทศ ในกระถางดินร่วน ดินเหนียว ดินทราย ใช้จำนวนเมล็ดกระถางละ 20 เมล็ด เท่ากัน เมื่อเวลาผ่านไป 10 วัน ต้นมะเขือเทศในดินทั้ง 3 ชนิด มีลักษณะดังภาพประกอบ



1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาสถานการณ์ ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ข้อใดที่นักเรียนคิดว่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่าสามารถทดลองได้ ให้ใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความนั้น และใส่เครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุใดดินแต่ละชนิดจึงมีค่า pH ต่างกัน
- ข. เพราะเหตุใดมะเขือเทศในกระถางที่ 2 และกระถางที่ 3 จึงไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร
- ค. เพราะเหตุใดมะเขือเทศในกระถางที่ 1 จึงเจริญงอกงามดีกว่ามะเขือเทศในกระถางที่ 2 และกระถางที่ 3
- ง. เพราะเหตุใดมะเขือเทศในแต่ละกระถางจึงเจริญงอกงามแตกต่างกัน

2. ชั้นวิเคราะห์สาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่ว่าคำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับปัญหาในข้อที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลขหน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะดินอยู่ในภาวะแวดล้อมต่างกัน
- คู่กับ 2 เพราะดินแต่ละชนิดมีค่า pH ต่างกัน
- คู่กับ 3 เพราะดินในกระถางที่ 2 และกระถางที่ 3 มีความเป็นกรด-เบสมาก ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ
- คู่กับ 4 เพราะดินในกระถางที่ 1 มีค่า pH ที่พอเหมาะกับการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็นข้อความ
ที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดย เขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....ดังตัวอย่าง
ถ้าปลุกมะ เชื้อ เทศในกินที่มี อิวมีธมากแล้วมะ เชื้อ เทศจะเจวิญงอกงามดีและให้ผลผลิต

ที่คุ้มค่า

- คู่ที่ 1
-
- คู่ที่ 2
-
- คู่ที่ 3
-
- คู่ที่ 4
-

4. ขั้นวิเคราะห์หาแนวทางไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในขั้นที่ 3 ได้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำตอบต่อไปนี้

- คู่ที่ 1 ถ้าดินอยู่ในภาชนะแวดล้อมต่างกันแล้วจะมีค่า pH ต่างกัน
- คู่ที่ 2 ถ้าดินแต่ละชนิดมีค่า pH ต่างกันแล้ว มะเขือเทศในแต่ละกระถางจะเจริญงอกงามแตกต่างกัน
- คู่ที่ 3 ถ้าดินในกระถางที่ 2 และกระถางที่ 3 มีความเป็นกรด-เบสมาก ไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ แล้วมะเขือเทศจะไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร
- คู่ที่ 4 ถ้าปลูกมะเขือเทศในดินที่มี pH ที่เหมาะสมแล้ว มะเขือเทศจะเจริญงอกงามได้ดี
- ตอนที่ 1 ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|--------------------|
| 1. ดินเหนียว | 15 cm ³ |
| 2. ดินทราย | 15 cm ³ |
| 3. ดินร่วน | 15 cm ³ |
| 4. หลอดทดลองขนาดกลาง | 3 หลอด |
| 5. กระชามยูนีเวอร์ซัลอินดิเคเตอร์ยาว 1 cm | 3 ชิ้น |
| 6. ดินสอเขียนแก้ว | 1 แท่ง |

นักเรียนคิดว่าข้อความในแต่ละคู่ดังกล่าวทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย ✗ สำหรับคู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3
4

จากข้อความแต่ละคู่ นักเรียนพิจารณาแล้วจะเห็นว่า

ข้อความทุกคู่มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล สามารถทดลองได้ แต่ถ้ามีอุปกรณ์เฉพาะที่กำหนดให้ในตอนที่ 1 ก็สามารถทดลองได้เฉพาะข้อความคู่ที่ 1 เท่านั้น

จากแนวคำตอบจะเห็นว่าข้อความคู่ที่ 1 เป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผลสามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามการทดลองที่ 11.9 ต่อไป

ตอนที่ 2 □ ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | | |
|--|---------------|-----------------|
| 1. น้ำกลั่น | 100 | cm ³ |
| 2. ปุ๋ยเคมี N-P-K | 2 | g |
| 3. ปูนขาว | 5 | g |
| 4. กรดไฮโดรคลอริก 1 mol/l | 5 | cm ³ |
| 5. หลอดทดลองขนาดกลาง | 2 | หลอด |
| 6. บีกเกอร์ขนาด 100 cm ³ | 1 | ใบ |
| 7. กระจกปริซึมสี่น้ำเงิน | 2 | ชิ้น |
| 8. กระจกยูนีเวอร์อัลอินทิเกรเตอร์ ยาว 1 cm | 5 | ชิ้น |
| 9. สำลี | $\frac{1}{4}$ | ม้วน |
| 10. ทัพพี | 2 | คัน |
| 11. ข้อนตักสาร เบอร์ 1 | 1 | อัน |

นักเรียนคิดว่าข้อความในแต่ละคู่ดังกล่าว ทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่ที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย × สำหรับคู่ที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

ลำดับ ที่	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3
4

จากข้อความในแต่ละคู่ ที่นักเรียนพิจารณาแล้วจะเห็นว่าข้อความในคู่ที่ 2, 3 และ 4 มีความสัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล สามารถทดลองในห้องเรียนได้

จากแนวคำทอขจะเห็นว่า ข้อความคู่ที่ 2, 3 และ 4 เป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผล สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามการทดลองที่ 11.10 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 8 ตอนที่ 2
เรื่อง ความเป็นกรค-เบสของกิน

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล
ด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาจากเอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ในเอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจากเอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียน
มารับเอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียน
ได้เปรียบเทียบ กับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

พ่อกับแม่ของสมชายมีอาชีพทำนา ในการเตรียมดินก่อนปลูกข้าวนั้น สมชายสังเกตเห็นพ่อของเขาโรยปูนขาวลงไปในพื้นที่ที่เตรียมไว้ หึ่งไว้ประมาณ 2 สัปดาห์ จึงปลูกข้าว ส่วนนาของลุงปิ่นซึ่งอยู่บริเวณเดียวกัน ในการเตรียมดินก่อนปลูกข้าวไม่ได้โรยปูนขาวลงไปในพื้นที่ แต่ปลูกข้าวพร้อม ๆ กันกับนาของพ่อ เมื่อต้นข้าวสูงประมาณ 1 ฟุต หึ่งพ่อก็จะดูปูนที่วางก็หวานปูนชนิดเดียวกันและจำนวนเท่ากันลงไปในน้าข้าว หลังจากนั้น 1 เดือน แดงสังเกตเห็นต้นข้าวในน้าของพ่อเจริญงอกงามดี ส่วนต้นข้าวในน้าของลุงปิ่นมีบางต้นตายไป และต้นข้าวแคะแกระไม่เจริญงอกงามเท่าต้นข้าวในน้าของพ่อ

เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสังคมและศึกษาศาสนาการงานที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาศาสนาการงาน นักเรียนพร้อมส่งสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมา
ในรูปประโยคคำถามให้ไ้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์ภาษาเทศ

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาภาษาเทศที่สอดคล้องกับ
ปัญหานั้น ๆ

1.
2.
3.
4.

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหา มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

- คู่ที่ 1
.....
- คู่ที่ 2
.....
- คู่ที่ 3
.....
- คู่ที่ 4
.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อแตกต่างกันไป ลองมา
 คุยว่าเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะแตกต่างจากนี้
 แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผลก็ไม่ถือว่าผิด

1. ขั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

ปัญหาที่ 1 เพราะเหตุใดข้าวในนา พ่อของสมชายจึงออกงาไม่ดี

ปัญหาที่ 2 ทำไมพ่อของสมชาย จึงโรยปุ๋ยลงในนา

ปัญหาที่ 3 เพราะเหตุใดข้าวในนาของลุงมันจึงไม่เจริญงอกงามเท่าที่ควร

2. ขั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

สาเหตุของการลดความเป็นกรกของดิน

สาเหตุดินในนาของพ่อ มีความเป็นกรก-เบส พอเหมาะกับการเจริญงอกงาม
 ของต้นข้าว

สาเหตุดินในนาของลุงมันมีความเป็นกรก-เบส ไม่พอเหมาะกับการเจริญงอกงาม
 ของต้นข้าว

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

คู่ที่ 1 ถ้าต้องการลดความเป็นกรกของดินลงแล้วจะต้องโรยปุ๋ยขาว (คือ เชื้อแบคทีเรีย
 ไฮดรอกไซด์) ลงไปในดิน

คู่ที่ 2 ถ้าดินมีความเป็นกรก-เบสพอเหมาะกับการเจริญงอกงามของต้นข้าวแล้ว
 จะทำให้ต้นข้าวเจริญงอกงามดี

คู่ที่ 3 ถ้าดินมีความเป็นกรก-เบสไม่พอเหมาะกับการเจริญงอกงามของต้นข้าวแล้ว
 จะทำให้ต้นข้าวแคระแกรนใบเหลือง เจริญงอกงามไม่ดีเท่าที่ควร

คู่ที่ 4 ถ้าดินมีความเป็นกรกมากแล้วจะทำให้ต้นข้าวไม่เจริญงอกงาม

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

คาบที่ 17 - 18

เรื่อง การสีกร่อนของดินและการอนุรักษ์ดิน

ความคิดรวบยอด

การสีกร่อนของดิน...เกิดโดยธรรมชาติและโดยการกระทำของมนุษย์
การสีกร่อนของดินเป็นการทำลายดินชั้นบน ทำให้มีผลเสียต่อการเกษตร
การปลูกพืชบนที่ลาดชันควรปลูกตามแนวขวางหรือปลูกพืชแบบขั้นบันได จึงจะเป็น
การอนุรักษ์ดิน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. สรุปได้ว่า การสีกร่อนของดิน อาจเกิดได้โดยธรรมชาติ และโดยการกระทำของมนุษย์
2. สรุปได้ว่า การสีกร่อนของดินเป็นการทำลายดินชั้นบน ทำให้มีผลเสียต่อการเกษตร
3. อธิบายได้ว่าการปลูกพืชบนที่ลาดชันนั้น ถ้าปลูกตามแนวขวางจะช่วยป้องกัน การสีกร่อนของดินได้ดีกว่าการปลูกตามแนวยาว
4. นำหลักการปลูกพืชตามแนวขวาง ไปใช้ประโยชน์ในการอนุรักษ์ดินได้
5. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

1. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 9 เรื่อง การสีกร่อนของดินและการอนุรักษ์ดิน ตอนที่ 1

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการทดลอง ครูแนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ขั้นทดลอง

นักเรียนทำการศึกษาทดลอง ที่ 11.11 การปลูกพืชบนที่ลาดชัน (นักเรียนเตรียมปลูกหญ้าในกระเพาะไม้ทั้งสองไว้ล่วงหน้า 4 สัปดาห์แล้ว)

ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง

1. ให้ตัวแทนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม เสนอผลการทดลอง
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย ผลที่ได้จากการทดลอง และช่วยกันสรุป โดยใช้คำถามต่อไปนี้
 - 2.1 การปลูกพืชเป็นแถวยาวและแถวขวาง ทำให้ดินสีกร่อนต่างกันอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
 - 2.2 ถ้าต้องการปลูกพืชบนไหล่เขา ควรทำอย่างไรจึงจะเป็นการอนุรักษ์ดิน
3. นำข้อสรุปที่ได้จากการตรวจสอบสมมุติฐานที่ถูกต้องแล้ว มาสรุปเป็นความรู้ใหม่
4. นักเรียนทำแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 9 เรื่องการสีกร่อนของดิน และการอนุรักษ์ดิน ตอนที่ 2
5. ครูแจกเอกสารที่เป็นแนวคำตอบของแบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ตอนที่ 2 เพื่อให้ให้นักเรียนตรวจสอบกับกับแนวคิดของตน

สื่อการเรียนการสอน

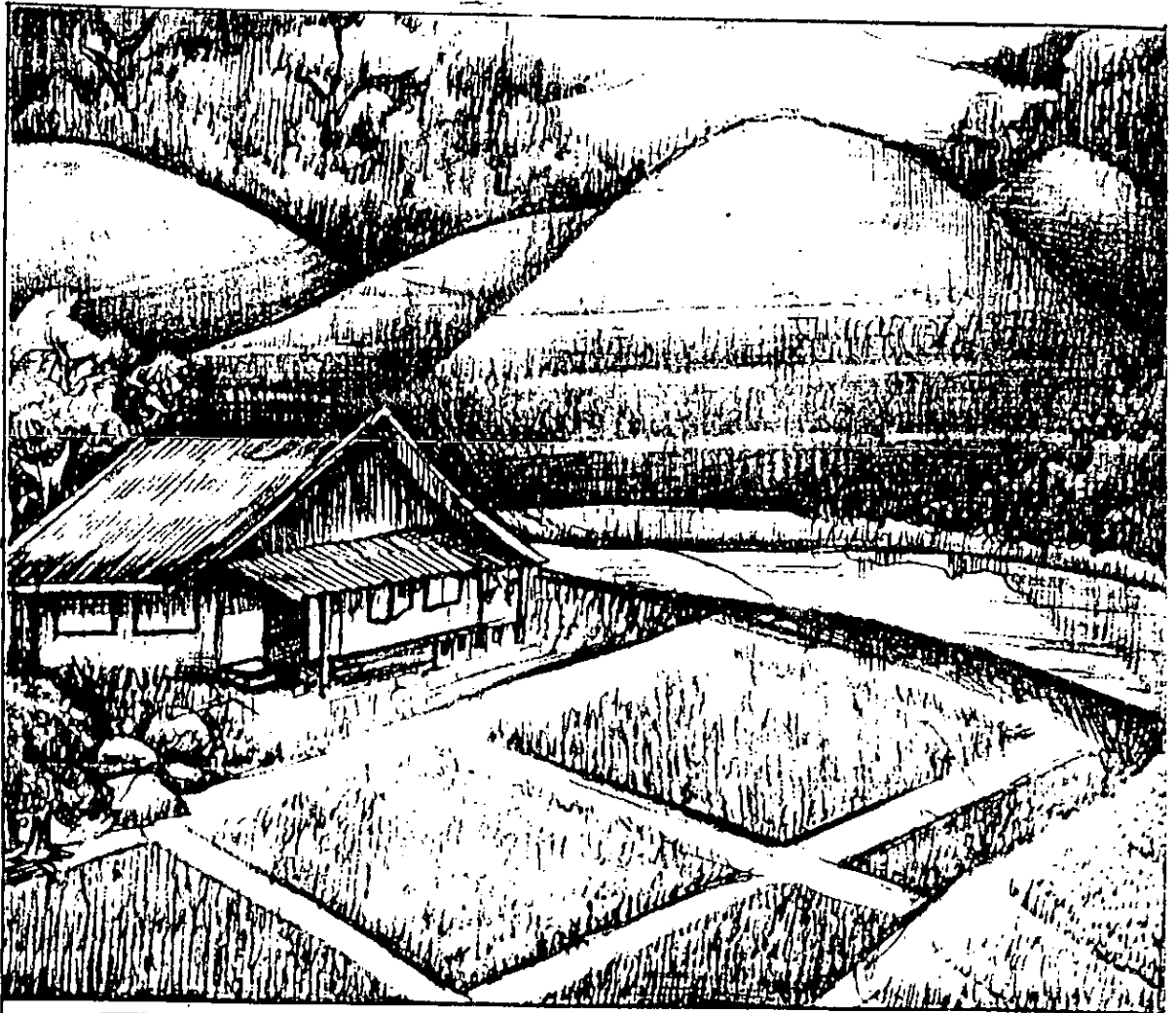
1. แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 9 เรื่อง การสีกร่อนของดินและการอนุรักษ์ดิน ตอนที่ 1 และตอนที่ 2
2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง การปลูกพืชบนที่ลาดชัน
3. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 (ว 204)

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรม และการตอบคำถามของนักเรียน
2. ตรวจสอบชิ้นการศึกษามีเหตุผล

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล
เรื่อง การสำรวจของดินและการอนุรักษ์ดิน

ชุดที่ ๑ ตอนที่ 1



ชื่อ

ชั้น ๖ 204 วิทยาศาสตร์

คำแนะนำในการใช้แบบฝึก

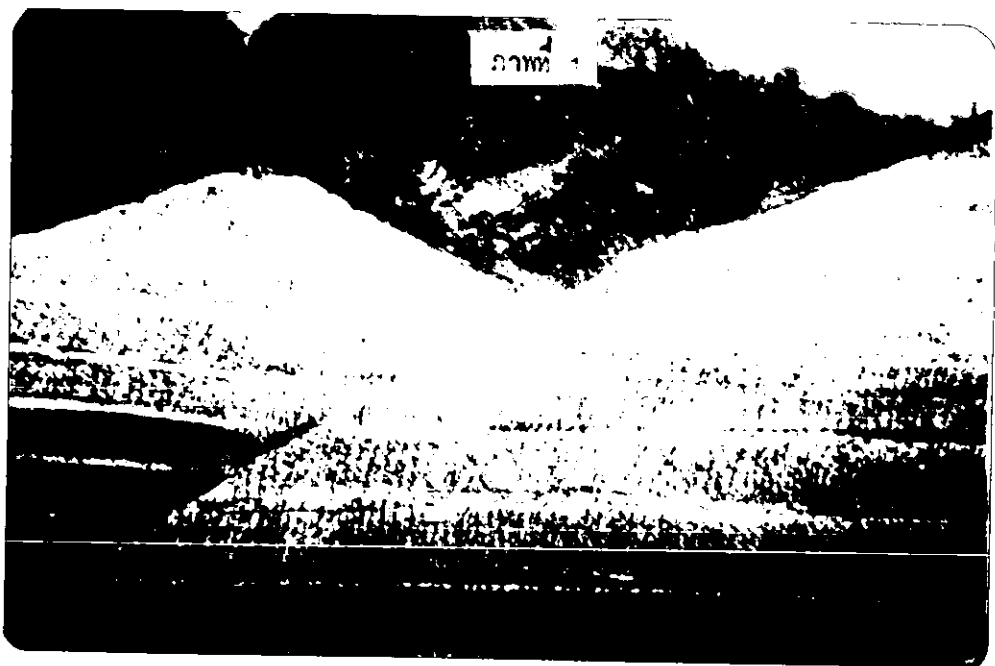
แบบฝึกชุดนี้ จะช่วยนักเรียนเรื่องฝึกการคิด นักเรียนจะสามารถคิดได้อย่าง
มีเหตุผล หากปฏิบัติตามคำแนะนำ ดังต่อไปนี้

1. เริ่มศึกษาด้านการที่เป็นปัญหาโดยการอ่านและติดตามไปด้วยพร้อมทั้ง
รูปภาพประกอบ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในแบบฝึกทุกขั้นตอน โดยเขียนตอบลงในช่องว่าง
สำหรับตอบคำถาม
3. ศึกษาไปตามลำดับโดยไม่ข้ามขั้นตอนเมื่อศึกษาจบแล้ว ร่วมอภิปรายซักถาม
กับครูและเพื่อน ๆ แล้วทำการทดลอง

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

วาสนาได้ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับการปลูกพืชตามไหล่เขา เธอได้เห็นภาพ

ดังนี้



1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

เมื่อได้สังเกตคุณภาพอย่างละเอียด ข้อความที่อยู่ข้างล่างนี้ ข้อใดที่นักเรียน
คิดว่าจะนำไปทดลองได้ ถ้านักเรียนเห็นว่าสามารถทดลองได้ให้ใส่เครื่องหมาย ✓
หน้าข้อความนั้นและใส่เครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่เห็นว่าทดลองไม่ได้

- ก. เพราะเหตุใดในภาพประกอบ 1 น้ำจึงไหลผ่านดินได้เร็วกว่าในภาพ
ประกอบ 2 ชะหน้าดินให้สีกร่อนได้มากกว่า
- ข. เพราะเหตุใดในภาพประกอบ 2 น้ำจึงไหลผ่านดินได้ช้ากว่าในภาพ
ประกอบ 1 ชะหน้าดินให้สีกร่อนได้น้อยกว่า

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

ให้นักเรียนจับคู่ๆ คำตอบในข้อใดที่นักเรียนคิดว่าน่าจะเป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับ
ปัญหาในชั้นที่ 1 โดยนำตัวอักษรหน้าข้อความนั้น ๆ มาจับคู่กับตัวเลขหน้าข้อความข้างล่างนี้

- คู่กับ 1 เพราะในภาพประกอบ 1 นั้นลักษณะของแปลงที่ปลูกพืชยกร่องตามแนว-
ขวางช่วยลดแรงน้ำไหลได้มาก
- คู่กับ 2 เพราะในภาพประกอบ 2 นั้นลักษณะของแปลงที่ปลูกพืชยกร่องตามแนว-
ยาว ช่วยลดแรงน้ำไหลได้น้อย
- คู่กับ 3 เพราะคันพืชที่ปลูกตามแนวขวางช่วยลดความแรงของน้ำได้มาก
- คู่กับ 4 เพราะคันพืชที่ปลูกตามแนวยาวช่วยลดความแรงของน้ำได้น้อย

3. ขั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหาแต่ละคู่ที่ได้ในชั้นที่ 2 มาเขียนเป็นข้อความ
ที่สัมพันธ์กันระหว่างเหตุและผลโดยเขียนอยู่ในรูปประโยค ถ้าแล้ว.....

ดังตัวอย่าง

ถ้ามีการปลูกพืชคลุมดินแล้ว จะช่วยสงวนรักษาน้ำดินไว้ได้

คู่ที่ 1

.....

คู่ที่ 2

.....

คู่ที่ 3

.....

คู่ที่ 4

.....

4. ชั้นวิเคราะห์หาแนวทาง ไปสู่การทดลอง

นักเรียนคงจะเขียนข้อความในชั้นที่ 3 ได้แล้ว ลองตรวจสอบจากแนวคำคอบ
ต่อไปนี้

- คู่มือ 1 ถ้าลักษณะของแปลงปลูกพืชตามไหล่ เขาขรุขระตามแนวขวางช่วยลดแรงน้ำไหล
ได้น้อยแล้ว เมื่อฝนตกน้ำจะไหลผ่านดินได้เร็ว เกิดการสึกร้อนได้มาก
- คู่มือ 2 ถ้าลักษณะของแปลงที่ปลูกพืชตามไหล่ เขาขรุขระตามแนวขวางช่วยลดแรงน้ำไหล
ได้มากแล้ว เมื่อฝนตกน้ำจะไหลผ่านดินได้ช้า เกิดการสึกร้อนได้น้อย
- คู่มือ 3 ถ้ามีคันพืชปลูกขวางทางน้ำไหลแล้ว เมื่อฝนตกน้ำจะไหลชะดินให้สึกร้อนได้น้อย
- คู่มือ 4 ถ้าปลูกพืชตามแนวขวางแล้ว เมื่อฝนตกน้ำจะไหลชะดินให้สึกร้อนได้มาก

ถ้าในห้องเรียนมีอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------------------|----------|
| 1. กระบะไม้ขนาด 11 cm x 28 cm x 7 cm | 2. กระบะ |
| 2. กระจังรดน้ำต้นไม้ | 1 ใบ |
| 3. ดึงพลาสติก | 2 ใบ |

นักเรียนคิดว่า ข้อความในแต่ละคู่มือกล่าวทดลองได้หรือไม่ได้ ให้นักเรียนใส่
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางสำหรับคู่มือที่ทดลองได้ และใส่เครื่องหมาย × สำหรับ
คู่มือที่นักเรียนคิดว่าทดลองไม่ได้

คู่มือ	การทดลอง	
	ได้	ไม่ได้
1
2
3
4

จากข้อความแต่ละคู่ นักเรียนพิจารณาแล้วจะเห็นว่าข้อความทุกคู่มีความสัมพันธ์กัน
ระหว่าง เหตุและผล สามารถทดลองได้

จากแนวคำทอจะเห็นว่า ข้อความทั้ง 4 คู่ เป็นข้อความที่สัมพันธ์กันระหว่าง
เหตุและผล สามารถนำไปทดลองได้ ซึ่งเรียกว่า สมมุติฐานทางวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นให้
นักเรียนดำเนินการทดลองตามการทดลองที่ 11.11 ต่อไป

แบบฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล ชุดที่ 9 ตอนที่ 2
เรื่อง การสีกร่อนของดินและการอนุรักษ์ดิน

คำชี้แจง

1. แบบฝึกนี้มีจุดประสงค์ที่จะฝึกฝนนักเรียนเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง
2. ให้นักเรียนศึกษาด้านการวัดที่เป็นปัญหาจาก เอกสารหมายเลข 1
3. ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามที่ระบุไว้ใน เอกสารหมายเลข 2
4. เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมจาก เอกสารหมายเลข 2 แล้ว ให้นักเรียนมารับ เอกสารหมายเลข 3 จากครู ซึ่งจะ เป็นแนวทางให้นักเรียนได้ เปรียบเทียบกับแนวความคิดของนักเรียน

ชื่อ.....สกุล.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เอกสารหมายเลข 1

สถานการณ์ที่เป็นปัญหา

เกิดน้ำท่วมภาคใต้อย่างรุนแรง ถนน ทางรถไฟ ถูกตัดขาด ภูเขาถล่มมาทับ
บ้านเรือนเสียหาย ผู้คนล้มตาย เป็นจำนวนมาก บ้านเรือนจมอยู่ในโคลนลึกหลาย เมตร

เอกสารหมายเลข 2

1. ชั้นสังคมและศึกษาศาสนาการวัดที่เป็นปัญหา

จากการศึกษาศาสนาการวัด นักเรียนพอข้อสงสัยอะไรบ้าง พยายามเขียนออกมา
ในรูปประโยคคำถามให้ได้หลาย ๆ ข้อ

- ปัญหาที่ 1
- ปัญหาที่ 2
- ปัญหาที่ 3
- ปัญหาที่ 4

2. ชั้นวิเคราะห์ภาษาเหกุ

จากปัญหาที่นักเรียนคิดไว้ในชั้นที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาภาษาเหกุที่สอดคล้อง
กับปัญหานั้น ๆ (ปัญหาเดียวอาจมีหลายภาษาเหกุได้)

1.
2.
3.
4.

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของ เหตุและผล

ให้นักเรียนนำปัญหาและสาเหตุของปัญหา มาเขียนเป็นข้อความที่สัมพันธ์กัน
ระหว่าง เหตุและผล โดยเขียนข้อความนั้นอยู่ในรูปประโยค ถ้า.....แล้ว.....

คนที่ 1
.....

คนที่ 2
.....

คนที่ 3
.....

คนที่ 4
.....

เอกสารหมายเลข 3

นักเรียนคงเขียนปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้หลายข้อ แตกต่างกันไป ลองมาดู
 วิชาเหมือนหรือใกล้เคียงกับที่มีผู้คิดไว้หรือไม่ ถึงแม้ว่าคำตอบของนักเรียนจะแตกต่างจากนี้
 แต่ถ้ามีความสมเหตุสมผล ก็ไม่ถือว่าผิด

1. ชั้นสังเกตและศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

เพราะเหตุใดจึงเกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรง

เพราะเหตุใดจึงเกิดภูเขาถล่ม

เพราะเหตุใดทางรถไฟจึงขาด

2. ชั้นวิเคราะห์หาสาเหตุ

เพราะมีการตัดไม้ทำลายป่า เมื่อฝนตกไม่มีรากต้นไม้ช่วยดูดซับน้ำไว้

เพราะไม่มีคันไม้ยึดหน้าดิน

เพราะความแรงของกระแสน้ำ

3. ชั้นสรุปความสัมพันธ์ของเหตุและผล

คู่ที่ 1 ถ้ามีการตัดไม้ทำลายป่า เมื่อฝนตกไม่มีรากต้นไม้ช่วยดูดซับน้ำไว้
 แล้วจะทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรงได้

คู่ที่ 2 ถ้าไม่มีคันไม้ยึดหน้าดินแล้ว เวลาฝนตกปริมาณน้ำมาก น้ำจะพัดพาทำให้
 ภูเขาถล่มได้

คู่ที่ 3 ถ้ากระแสน้ำมีความแรงมาก จะพัดพาทำให้ทางรถไฟขาดได้

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวนงนุช มามุตร
วัน เดือน ปี เกิด	15 พฤศจิกายน 2502
สถานที่เกิด	อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	41 หมู่ 2 ตำบลสะแบง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี 41130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอุดรธานีศึกษาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2518	ม.ศ.3 จากโรงเรียนหนองหานวิทยา อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2520	ป.กศ. จากวิทยาลัยครูอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2522	ป.กศ.ชั้นสูง จากวิทยาลัยครูอุดรธานี อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี
พ.ศ. 2525	ศษ.บ. จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
พ.ศ. 2532	กศ.ม. จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร