

การศึกษาลักษณะทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผล
เชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กับรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา
ความสามารถด้านการใช้เหตุผล กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

ปริญญานิพนธ์
ของ
กนิษฐา อุ่นอนันต์

๑๑ ก.พ. ๒๕๓๕

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน ๒๕๓๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาลักษณะของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการศึกษาเหตุผล
เชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ กับรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา
ความสามารถด้านการใช้เหตุผล กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

บทคัดย่อ
ของ
กัญญา อุณนันทน์

๕๐๔.๒๔

๑/๒๘๗

เสนอขอมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประชาณิทร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน ๒๕๓๒

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล และการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จัดทำตั้งเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ

Randomized Control - Group Pretest Posttest Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแจกแจงแบบ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กับนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA I STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT AND
LOGICAL THINKING ABILITIES THROUGH THE INSTRUCTIONAL MODEL
FOR ENRICHING STUDENT'S REASONING ABILITIES AND THROUGH
THE METHOD IN THE IPST TEACHER'S MANUAL.

AN ABSTRACT

BY

KANISTA OUN-ANUN

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

September 1989

The purpose of this study was to investigate Mathayom Suksa I students' science achievement and logical thinking abilities through the instructional model for enriching students' reasoning abilities and through the method in the IPST teacher's manual.

The subjects were 60 Mathayom Suksa I students of Nongmuangwittaya School, Khoksomrong district, Lopburi province, during the first semester of 1989 academic year. They were assigned into the experimental and control groups with 30 students in each. The experimental group was taught through the instructional model for enriching students' reasoning abilities. The control group was taught through the method in the IPST teacher's manual. It took 24 periods (1 period = 50 minutes) for each group. Randomized control-group pretest-posttest design was used in the study. The t-test was statistically used for data analysis.

The results of this study indicated that :

1. The science achievement of the instructional model for enriching students' reasoning abilities and the method in the IPST teacher's manual was significantly different at the .01 level.
2. The development of science achievement of the instructional model for enriching students' reasoning abilities group, between the pretest and posttest, was significantly different at the .01 level.
3. The development of science achievement of the method in the IPST teacher's manual group, between the pretest and posttest, was significantly different at the .01 level.
4. The logical thinking abilities of the instructional model for enriching students' reasoning abilities and the method in the IPST teacher's manual groups was significantly different at the .01 level.

5. The development of logical thinking abilities of the instructional model for enriching students' reasoning abilities group, between the pretest and posttest, was significantly different at the .01 level.

6. The development of logical thinking abilities of the method in the IPST teacher's manual group, between the pretest and posttest, was significantly different at the .01 level.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบไล่พิจารณาปริญญาโท
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษาหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(ดร.สมสุข ชีระกิจกร)

..... กรรมการ
(รศ.มังกร ภาภิรมย์วิญ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ดร.สมสุข ชีระกิจกร)

..... กรรมการ
(รศ.มังกร ภาภิรมย์วิญ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร.สมจิต สวชนโสมชัย)

บัณฑิตวิทยาลัยขอเชิญให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร มีทอง)

วันที่ 13 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร. สมสุข ชีระศิริกร รองศาสตราจารย์บังอร ภูวภิรมย์ขวัญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพฑูรย์ และอาจารย์ ดร. ชูติมา วัฒนศิริ ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อรุณ ยวงนาค อาจารย์ใหญ่ โรงเรียนหนองม่วงวิทยา รวมทั้งครูอาจารย์ในหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนหนองม่วงวิทยาทูลทุกท่าน และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 1 ปีการศึกษา 2532 ที่ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ บิสิทปริญญโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่น 2 รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่าน ซึ่งมีอาจกล่าวนามในที่นี้ไม่หมด ที่คอยให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในต่างต่าง ๆ จนทำให้การทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา และผู้มีพระคุณที่วางรากฐานให้กับผู้วิจัย

กนิษฐา อุ่นอนันต์ (พรหมอ่อน)

สารบัญ

บท	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล	10
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	21
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	43
ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์	49
งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	58
งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	62
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	66
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	68
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	68
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	69
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	69
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	69

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	70
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	75
การวิเคราะห์ข้อมูล	77
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	77
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	82
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล	82
การวิเคราะห์ข้อมูล	82
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	90
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	90
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	91
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	91
การวิเคราะห์ข้อมูล	93
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	94
การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	94
ข้อเสนอแนะ	100
บรรณานุกรม	102
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อมูล	114
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว	130

๗
บท

หน้า

ภาคผนวก ก แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์	144
ภาคผนวก ง แผนการสอน	173
ประวัติของผู้วิจัย	351

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงสมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็นของ สสวท.	38
2	เปรียบเทียบกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับคู่มือครูของ สสวท. กับรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล	41
3	แสดงข้อสรุปและความแตกต่างกันของการใช้ เหตุผลแบบนิรนัยกับอุปนัย ..	57
4	แสดงแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง	75
5	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่าง กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	84
6	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลัง การทดลองของกลุ่มทดลอง	85
7	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลัง การทดลองของกลุ่มควบคุม	86
8	เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	87
9	เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง	88
10	เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม	89
11	แสดงการจัดนักเรียนเข้าห้องเรียนในลักษณะคละกัน	115
12	แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนของการสอบเข้าศึกษาต่อในแต่ละห้องเรียน	116
13	แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว	117

14	แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว	118
15	แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย	120
16	แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด หาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย	121
17	แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย	123
18	แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ ศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย	124
19	แสดงคะแนนความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบ นิรนัยชนิดเติมคำสั้น ๆ (x) และชนิดเลือกตอบ (y)	126
20	แสดงคะแนนความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบ อุปนัยชนิดเติมคำสั้น ๆ (x) และชนิดเลือกตอบ (y)	128
21	แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมของตารางข้อสอบตามหัวข้อเรื่อง สารรอบตัว	131

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภูมิการซ่อนแบบสืบเสาะหาความรู้	31
2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	47

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันการที่จะนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทำวิจัยและการพัฒนาประเทศ จำเป็นต้องมีการพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพคือ เป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถในการแสวงหาความรู้ ความคิดและมีความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล การที่จะตัดสินใจว่าเหตุผลอย่างไรเหมาะสมและสอดคล้องกับการแก้ปัญหาที่จะทำให้เกิดความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ต้องกำหนดหลักเกณฑ์ ระเบียบแบบแผนไว้เป็นหลักก่อน เพราะ เหตุผลเป็นความคิดที่ใช้สนับสนุนในการตัดสินใจต่อการกระทำที่สามารถอธิบาย เหตุและผลที่เกิดขึ้นได้ อันเป็นผลมาจากการได้หมั่นพิจารณาพยายามค้นหาหลักเกณฑ์อยู่เสมอ (ปริชา ช่างขวัญยืน. 2523 : 10 - 11) ทั้งนี้ท่านพุทธทาสภิกขุกล่าวไว้ว่า คนเรามีความคิดและต้องคิดอย่างมีเหตุผล จึงจะเป็นการแสดงถึงคุณค่าแห่งความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ เพราะเหตุผลเป็นสิ่งที่ช่วยใหญ่ คลคลค้นพบความจริง อันจะเป็นประโยชน์ต่อการกระทำเป็นชีวิต (พุทธทาสภิกขุ. 2517 : 41 - 42)

หลักสูตรและการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของไทยมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้สอดคล้องและ เหมาะสมกับสภาพการณ์ ไทยมีสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาปรับปรุงหลักสูตร คู่มือครู หนังสือแบบเรียน พร้อมทั้งเสนอแนะวิธีการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล ตลอดจนอุปกรณ์การสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมสอดคล้องกับความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (บุทา ตันติเจริญ. 2531 : คำแถลง)

หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2520 : 3) มีนโยบายมุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ทักษะที่สำคัญและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดอย่างสร้างสรรค์ มีเหตุผล สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับหลักการและ

เหตุผลของหลักสูตรที่ว่า ให้รู้จักวิธีการเรียนรู้ที่จะคิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา ซึ่ง "การคิดเป็น" นับว่าเป็นส่วนสำคัญของการแก้ปัญหา ดังนั้นการคิดจึงต้องคิดอย่างมีเหตุผล (ปรีชา วงศ์ศิริ. 2526 : 2)

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งที่ผ่านมานั้น เน้นเรื่องการท่องจำมากกว่าการคิดหาเหตุผลและการค้นคว้าด้วยตนเอง (วรรณที วรรณศิลป์. 2522 : 1) จึงทำให้การประเมินคุณภาพมาตรฐานการศึกษาของนักเรียนไม่บรรลุจุดหมายของหลักสูตรที่วางไว้ โดยเฉพาะ "การคิดเป็น" (อุบลดา นพคุณ, จันทรโพธิ์ เชื้อพานิช และปัทม เมฆาคุณฺธิ. 2526 : 3) ดังการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั่วประเทศ ของหน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2525 วิชาภาษาไทย สังคมศึกษา ทอานาณวิทย์ วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบของสำนักทดสอบทางการศึกษากรรมาธิการ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกวิชาต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 17.91 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน (หน่วยศึกษานิเทศก์. 2527 : 79 - 98) นอกจากนั้นผลการวิจัยของคอมเบอร์และคีฟเวส (สมเจกน์ ไวยาทารณ. 2530 : 4 ; อ้างอิงมาจาก Comber and Keeves. 1973) ในโครงการ IEA (The International Association for the Evaluation of Education Achievement) ที่ศึกษาผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ใน 19 ประเทศ พบว่า นักเรียนสามารถปฏิบัติงานได้ดีในกรณีพื้นฐานที่ใช้ทักษะการคิดขั้นพื้นฐาน อันได้แก่ ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) หรือความเข้าใจ (Comprehension) แต่จะปฏิบัติงานได้ลดน้อยลง เมื่องานนั้นต้องใช้ทักษะการคิดที่ซับซ้อนขึ้น เช่น การตีความหมาย (Interpretation) การนำไปใช้ (Application) การวิเคราะห์ (Analysis) การสังเคราะห์ (Synthesis) และการประเมินค่า (Evaluation) อันเป็นทักษะพื้นฐานที่เอื้อต่อการเรียนรู้และแก้ปัญหาทั้งในเชิงวิชาการและไม่ใช่วิชาการ สอดคล้องกับข้อค้นพบของ พอร์เบส (สมเจกน์ ไวยาทารณ. 2530 : 4 ; อ้างอิงมาจาก Forbes. 1983) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการมองไปในอนาคต (Looking to the Future) พบว่าความรู้และทักษะที่จำเป็นของบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยจะพึงมี ได้แก่ ความรู้เฉพาะด้าน ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็น ส่วนสิ่งที่ขาดหายไปแต่เป็นสิ่งที้นหน่วยงานต้องการคือ ทักษะการเรียนรู้

เพื่อที่จะเรียน (Learning to Learn Skills) ทักษะการคิดในระดับสูง (Higher-Order Thinking Skills) และความสามารถในด้านการแก้ปัญหา (Problem Solving Abilities) ซึ่งทักษะต่าง ๆ ดังกล่าวนี้นี้ เกี่ยวข้องกับความสามารถของการนำความรู้ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่ได้รับ หมายถึง ความสามารถในการคิดตามแบบแผนตรรกวิทยา (Formal Propositional Thinking) ซึ่งเป็นการคิดในการสร้างแนวความคิดรวบยอดความเข้าใจเหตุผลในสิ่งที่สลับซับซ้อน สามารถใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ ตลอดจนสามารถใช้เหตุผลในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์และสรุปเรื่องราวต่าง ๆ ให้เป็นกฎเกณฑ์ในลักษณะที่เป็นกฎเกณฑ์ในลักษณะที่เป็นนามธรรมได้ (สมเจกน์ ไวยาการ์ณ 2530 : 4 - 5)

✓การจกกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งให้นักเรียนฝึกด้านการคิด โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเพิ่มความสามารถและเพิ่มคุณภาพของนักเรียนในชั้นที่จะศึกษาเล่าเรียนต่อไปได้อีก การสอนเพื่อพัฒนาความคิดแก่นักเรียนนี้ จรรยา สุวรรณัทธ (2519 : 14) ได้ทดลองสอนสิ่งที่วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยอายุ 7 - 8 ขวบ พบว่า เด็กที่ได้รับการสอนสิ่งที่วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะโต้เถียงในการหาแบบทดสอบของ เพียเจท์ (Piaget) สูงกว่าเด็กที่ไม่ได้รับการสอน สมเจกน์ ไวยาการ์ณ (2530 : 159) ได้ทดลองใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม พบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามลักษณะของ บลูม และคนอื่น ๆ (Bloom and others) ได้ทุกระดับพฤติกรรม และจากข้อค้นพบสรุปได้ว่า รูปแบบการสอนนี้เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประกอบการสอนในโรงเรียน เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ สุรินทร์ ผลกล้วย (2524 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและชนบท โดยศึกษาในกลุ่มประชากรที่เป็นนักเรียนระดับอายุ 11 - 16 ปี จำนวน 150 คน ผลปรากฏว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก ($r = .808$) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

นอกจากนั้นสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้พัฒนา ลักษณะแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาให้สอดคล้องกับผู้เรียนในระดับนี้ ที่ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงขั้นพัฒนาการของความคิดจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม การที่จะได้รับการ ส่งเสริมการศึกษามีเหตุผล (พรณี ภาณุทนต์. 2528 : 28) เพื่อให้สอดคล้องกับ ขั้นพัฒนาการทางปัญญาความคิดทั้ง 4 ขั้น ของ เพียเจต์ (Piaget) (พรณี ชูชัย. 2522 : 59) ดังนี้ คือ

ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (Sensori-Motor Intelligence) ช่วงอายุ ตั้งแต่แรกเกิด - 2 ปี พฤติกรรมของเด็กจะอยู่ในรูปการเคลื่อนไหวขั้นพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่

ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (Pre-Operational Stage) ช่วงอายุ 2 - 7 ปี เป็นขั้น ของการเตรียมตัวเพื่อปฏิบัติการทางความคิด เด็กยังไม่สามารถใช้สมองคิดในสิ่งต่าง ๆ ได้ อย่างเต็มที่ ความคิด ความเข้าใจขึ้นอยู่กับความรู้จากสิ่งภายนอก ไม่สามารถใช้เหตุผล อธิบายได้

ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operation) ช่วงอายุ 7 - 11 ปี ในช่วงนี้ เด็กสามารถพัฒนาการคิดที่อยู่ในรูปเหตุผลทางตรรกศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่สามารถ มองเห็นจับต้องได้

และขั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม (Formal Operation) ช่วงอายุ 11-16 ปี มีพัฒนาการ ทางปัญญาความรู้ ความเข้าใจถึง ระดับสูงสุดและมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหา ทุกชนิด เริ่มมีความคิดแบบผู้ใหญ่ สามารถคิดหาเหตุผล นอกเหนือจากข้อมูลที่มีอยู่ มีความพอใจ ที่จะคิดถึงสิ่งไม่มีตัวตนหรือสิ่งที่เป็นนามธรรม

จากแนวความคิดและข้อค้นพบที่สำคัญของนักการศึกษาดังกล่าวมาแล้ว ทำให้ผู้วิจัย สนใจที่จะศึกษาว่า ถ้าจัดกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการ ใช้เหตุผล โดยใช้เนื้อหาวิชาที่สอดคล้องตามปกติในโรงเรียน เป็นสื่อในการฝึกพฤติกรรม การคิดแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่ง ว่า รูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล เปรียบเทียบกับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ความรู้มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง

ครุศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อย่างไร ซึ่งผลการศึกษานี้จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมต่อไป

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ความถนัดของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ความถนัดของ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงครุศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ความถนัดของ สสวท.
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงครุศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงครุศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ความถนัดของ สสวท.

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นแนวทางที่จะนำไปใช้ในการปรับปรุงแบบการสอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงครุศาสตร์
2. เป็นตัวอย่างในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาประสิทธิภาพทางด้านการคิดแก่นักเรียน

3. ทำให้ทราบแนวทางในการที่จะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 6 ห้องเรียน ที่แต่ละห้องเรียนมีคะแนนเฉลี่ยของการสอบเข้าศึกษาต่อในวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แตกต่างกันไม่เกิน ± 0.5 เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด
2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วสุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองทำการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กลุ่มควบคุมทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งสองกลุ่ม เป็นเวลา 6 สัปดาห์
4. ตัวแปร
 - 4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ
 - 4.1.1 รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
 - 4.1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
 - 4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 - 4.2.2 ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
5. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาเรื่อง สารรอบตัว ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ฉบับปรับปรุง) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล เป็นลักษณะรูปแบบการจัดกระบวนการสอนที่ใช้เนื้อหาวิชาเป็นสื่อกลาง ประกอบด้วยกิจกรรมการคิด การอภิปราย และการทดลอง อันเป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนได้หัดหาความรู้ในส่วนที่เป็นข้อเท็จจริง หรือความรู้ตามทฤษฎี และความรู้ในวิธีดำเนินการ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการเรียนการสอนดังนี้

1.1 **ชั้นวิเคราะห์หน้า** คือชั้นตอนให้นักเรียนค้นหาหัวข้อสำคัญในเนื้อหาจกคำที่มีความต่อเนื่องของเนื้อหาที่จะเรียน และนำมาอภิปรายร่วมกับครู

1.2 ขั้นค้นคว้าสิ่ง เครื่องมือ แบ่งออกเป็น

1.2.1 นักเรียนให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญนั้น ๆ

1.2.2 นักเรียนวางแผนกำหนดขั้นตอนการทำงานเพื่อหาความรู้ของหัวข้อสำคัญ พร้อมกับนำมาอภิปรายร่วมกับครู

1.2.3 นักเรียนทดลองตามขั้นตอนคำ เป็นการที่ได้จากการอธิบาย
ร่วมกันในการวางแผน

1.2.4 ร่วมกันอภิปรายผลที่ได้รับจากการทดลองตามขั้นตอนการ
 ทำเป็นกร

1.2.5 นักเรียนฝึกการนำชั้นตอนคำ เป็นการไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง

1.2.6 นำความรู้จากผลการทดลองมาสรุปเป็นความรู้ใหม่ โดยปรับ
ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้แล้วในทบทวน

1.3 ชั่งส่งเสริมความรู้ ได้แก่ การนำความรู้ใหม่ที่ได้มาเป็นเกณฑ์เพื่อ
พิจารณาหาเหตุผลที่สนับสนุนในการแก้ปัญหา หรืออภิปรายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์
ที่คล้ายคลึงกัน

2. การออกแบบชี้แจงหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หมายถึง การสอนที่มีกิจกรรมการอภิปรายและการทดลอง อันเป็นวิธีการที่ได้ทั้งความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

2.1 การอภิปรายก่อนการทดลอง โดยครูอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหาใน
สถานการณ์ที่กำหนดร่วมกันกับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การทดลอง

2.2 การทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่ได้อำหนดไว้ในแบบเรียน

2.3 การอภิปรายหลังการทดลอง ได้แก่ การที่ครูและนักเรียนนำข้อมูล
ที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความ
สามารถ 4 ด้าน คือ

3.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคย
เรียนรู้มาแล้วในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารรอบตัว

3.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้
เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้
ที่ได้ ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่
เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการ
ดำเนินการค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง
ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล การจก
กระทำและการสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การให้คำนิยามเชิง
ปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการแปลความหมายข้อมูลและ
สรุปผล

4. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ หมายถึง กระบวนการ
หาคำตอบหรือข้อสรุปในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยใช้หลักเกณฑ์ทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจ
ซึ่งแบ่งออกเป็น

4.1 การศึกษาเหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นความสามารถในการสรุปผลจากกฎเกณฑ์ไปสู่ความจริง เป็นกรณีเฉพาะราย ซึ่งเป็นผลที่ความมาจากกฎเกณฑ์นั้นโดยตรง

4.2 การศึกษาเหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นความสามารถในการสรุปผลจากข้อเท็จจริงย่อย ๆ แล้วพยายามหากฎเกณฑ์สรุปเป็นกฎเกณฑ์กว้าง ๆ

ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้วัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามแบบเลือกตอบและเติมคำ 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 การศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย

ฉบับที่ 2 การศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษารังนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- ✓ 1. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
- ✓ 2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
- ✓ 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- ✓ 4. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
- ✓ 5. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
- ✓ 6. งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล

การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลเป็นรูปแบบการสอนที่ได้พัฒนาปรับปรุงขึ้นมาโดย สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 1 - 157) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบและเหตุผลมากขึ้น โดยได้กำหนดลักษณะทักษะการคิดที่เห็นว่าจำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล และได้ศึกษารูปแบบการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล

นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984 : 26-36) สรุปรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลออกเป็น 5 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีแนวทางในการสอนแตกต่างกันออกไป และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่เป็นเป้าหมายของแต่ละรูปแบบมีการสอนที่คล้ายคลึงกัน ส่วนใหญ่จะเป็นทักษะพื้นฐานของความสามารถด้านการใช้เหตุผล คือความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ การเปรียบเทียบ และการสรุปอ้างอิง ทั้งรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางการกระบวนการคิด (Cognitive - Process Approach) ซึ่งกำหนดเป็นข้อตกลงไว้ว่า ความสามารถในการคิดนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการคิด พื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจับคู่ การจำแนกประเภท การอ้างอิง และการทำนาย กระบวนการขั้นพื้นฐานทั้งกล่าวนี เป็นกระบวนการคิดอย่างมีระบบเหตุผล ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น The SOI Program (The Structure of Intellect Program) ซึ่งพัฒนาโดย มีคเกอร์ (Meeker. 1969) เป็นโปรแกรมที่เน้นเกี่ยวกับสมรรถภาพทางสมองของบุคคลซึ่งส่งเสริมทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ในโรงเรียนและท้องที่ที่ใช้การคิดเชิงวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking)

2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางยุทธศาสตร์การคิด (Heuristics Oriented) เน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา อันเป็นแนวทางนำไปสู่เป้าหมายที่เชื่อว่า มีโอกาสที่จะประสบผลสำเร็จ เพราะเป็นโปรแกรมที่จัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทำกิจกรรมการใช้แนวคิดรวบยอดเพื่อพิจารณาปัญหา การกำหนดสิ่งที่จะใช้เป็นตัวแทนปัญหาหลาย ๆ ทาง ตลอดจนการวางแผนเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นกิจกรรมพื้นฐานก่อนที่จะลงมือแก้ปัญหาและการพัฒนาคุณภาพการศึกษานี้ มุ่งเน้นไปที่การฝึกให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์นั่นเอง

3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับพัฒนาการของการคิด (Formal Thinking or Stage Development) ทักษะของ เทียเจท์ซึ่งให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการคิดของตนเองจากการคิดเฉพาะด้านและลักษณะที่เป็นรูปธรรม ให้สามารถคิดในสิ่งที่ เป็นนามธรรมได้ ซึ่งเป็นพัฒนาการในระบับการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ เช่น แนวทางการสอนแบบครบวงจร (Learning Cycle Approach) ของคาร์พลัส (Karplus. 1977 : 169 - 175) โดยจำแนกกระบวนการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

3.1 การสำรวจ (Exploration) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสิ่งต่าง ๆ รอบตัว โดยไม่กำหนดทิศทางหรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ อันเป็นรายละเอียดของเนื้อหาวิชา

3.2 การคิดค้น (Invention) เป็นการสรุปหลักการที่สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ได้สำรวจในขั้นต้น

3.3 การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) เป็นการนำหลักการที่ได้ไป
ปรับใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อเป็นการขยายผลของความรู้ต่อไป

4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โดยมีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้น เป็นกิจกรรมที่มี
แบบแผนที่จำเป็น ต้องใช้ความสามารถในการแสดงความคิดออกมาให้แจ่มชัดและมีความ
ต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อ
นำไปสู่เป้าหมายโดยมีการแบ่งงานออกเป็น ส่วน ๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง เพื่อเป็นการฝึก
ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้การเขียน เป็นวิธีการแสดงความคิด เช่น โปรแกรม
คอมพิวเตอร์ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ของ พาเพิร์ต (Papert, 1980 : 49 - 56)
ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สอนหรือช่วยให้เด็กได้ค้นคว้าวิธีดำเนินการ เป็นการเพิ่มพูนทักษะการ
เรียนรู้และทักษะในการสร้างแนวคิดให้แก่เด็ก

5. กลุ่มโปรแกรมที่ฝึกการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึกหรือเป็นโปรแกรมที่ใช้
แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking about Thinking) โดยเชื่อว่าการเรียนรู้
เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น อันเป็น
แนวทางที่จะควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด และสามารถพัฒนา
ให้ถึงขีดสูงสุดได้ตามศักยภาพที่ผู้เรียนมีอยู่ โดยให้ผู้เรียนได้วางแผนการคิดเป็นขั้นตอน เพื่อ
ใช้เป็นกรอบในการตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเอง

กลุ่มโปรแกรมการฝึกทั้ง 5 กลุ่มนี้ เท่าที่มีการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน
ปัจจุบัน สามารถจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. โปรแกรมในลักษณะเฉพาะทาง ซึ่งเป็นโปรแกรมการสอนทักษะการคิดโดยเฉพาะ
ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดเป็นแนวทาง

2. โปรแกรมที่สร้างเสริมทักษะการคิด โดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตร เป็นสื่อใน
การพัฒนาทักษะการคิด ได้แก่ กลุ่มโปรแกรมที่เน้นแนวทางพุทธศาสตร์การคิด กลุ่มโปรแกรมที่
เน้นในแนวทาง เกี่ยวกับการพัฒนาการของการคิดตามทัศนะของเพียเจต์ กลุ่มโปรแกรมที่เน้น
แนวทางของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ และกลุ่มโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดเกี่ยวกับการ
การคิด

ในการประชุมเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดของเด็ก ของนักการศึกษา
ทั่วโลก ซึ่งมีจำนวนผู้เข้าร่วมประชุม 60 คน ที่ The Wingspread Conference
Center in Racine รัฐ Wisconsin เมื่อเดือนพฤษภาคม 1984 ได้ผลสรุปเป็นแนวทาง
พื้นฐานเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดออกเป็น 3 แนวทาง ด้วยกันคือ (เชิศักดิ์ ไชวสินธ์.
2530 : 28 - 29)

1. แนวทางการสอนเพื่อให้คิด (Teaching for Thinking) เน้นในด้านการสอน
เนื้อหาวิชาโดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของ
ผู้เรียนจากการสอนของครูที่ใช้กันอยู่ตามปกติ ซึ่งผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการสอนน้อยมาก
การใช้คำถามของครูมักจะเป็นไปในลักษณะรวบรัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยน
กระบวนการสอน เพื่อเพิ่มความสามารถในด้านการคิดของผู้เรียน โดยใช้วิธีการสอนที่เปิด
โอกาสให้ผู้เรียนได้รู้จักใช้ความคิดในสิ่งที่เรียน รู้จักคิดในแง่ของการตีความหมายในรายละเอียด
ตลอดจนรู้จักการขยายผลของสิ่งที่คิดและปรับเปลี่ยนสิ่งที่ได้จากการคิดดังกล่าวไปใช้ใน
สถานการณ์อื่น ๆ

2. แนวทางการสอนการคิด (Teaching of Thinking) เน้นเกี่ยวกับกระบวนการ
ทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นที่ทักษะการคิดหรือเป็นแนวทางที่สอนทักษะ
การคิดโดยตรง ซึ่งจะแตกต่างกับหลายแนวทางขึ้นอยู่กับความเชื่อพื้นฐานของผู้ที่จัดสร้าง
แนวทางการสอน เช่น การสอนการคิดโดยใช้เหตุผลหรือองค์ประกอบในกระบวนการคิด มุ่งสอน
จากองค์ประกอบในท่านที่เกี่ยวข้องในกระบวนการคิดโดยตรง เช่น ซิกเลอร์ (Sigler.
1984 : 18 - 21) สอนจากองค์ประกอบในท่านความจำ (Memory) การรับรู้ (Perception)
โครงสร้างความรู้ (Schemata) แนวคิดรวบยอด (Concept) ความจำในระดับสูง
(Metamemory) ความสามารถในการคาดการณ (Perspective-Taking Abilities)
โดยเฉพาะอย่างยิ่งเน้นในด้านการรับรู้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการคิด เป็นตัวช่วยให้
ผู้เรียนรู้จักเลือกสรรข้อความจริงที่ได้รับ สิ่งที่จะคิดและรู้จักการจำแนกความแตกต่างของสิ่งที่
เห็นและสิ่งที่คิด

3. แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) เป็นแนวทาง
ที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่มีความคิดของตนเอง
รู้ว่าตนเองกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้น ตนเองรู้อะไรและ

ไม่รู้อะไร ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเอง อันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า Metacognition ซึ่งนักการศึกษาทั่วไปเริ่มสนใจและเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อหาแนวทางแก้ไขได้ตรงจุด

เบรนต์ (Brandt, 1984 : 3) ได้เสนอแนวทางประสมประสานเรียกว่าเป็นแนวทาง "การสอนการคิด เพื่อการคิด เกี่ยวกับการคิด" (Teaching of Thinking, for Thinking, about Thinking) สรุปได้ว่าการวางแผนสร้างโปรแกรมการสอนในแนวทางนี้เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และมีความซับซ้อนทั้งในด้านการกำหนดแนวทาง ชนิดหรือประเภทของทักษะการคิดที่จะนำมาบรรจุในโปรแกรมต้องกำหนดให้สอดคล้องกับความต้องการของสังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ทัศนะเกี่ยวกับการพัฒนาการคิด มีความเชื่อพื้นฐานที่สอดคล้องกันทุกรูปแบบของการสอน กล่าวคือ การมุ่งพัฒนาคุณภาพการคิดหรือความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการสร้างทักษะของวิธีการคิดแบบต่าง ๆ ที่นักการศึกษาแต่ละท่านเห็นว่า มีความสำคัญและจำเป็นต้องฝึกฝนให้เกิดทักษะ อย่างไรก็ตาม วิธีการที่นักการศึกษาส่วนมากเห็นว่าควรจะนำมาฝึกทักษะนั้น คือการฝึกพฤติกรรมการคิดที่ใช้เหตุผลในการเลือกตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่เป็นปัญหา

การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล เป็นการสอนทักษะการคิดควบคู่กับการสอนเนื้อหาวิชา เป็นทัศนะที่นักการศึกษาทั่วไปให้ความสนใจและใช้วิธีการนี้เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะใช้สอนเนื้อหาวิชาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามทัศนะของ บลูม (Bloom, 1972 : 184 - 201) ซึ่งนำพฤติกรรมการคิดนี้มาเป็นจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ทั้งรายละเอียดของแต่ละพฤติกรรมคือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง การจำ และระลึกในสิ่งที่เรียนรู้อยู่แล้ว บุคคลที่จะมีความสามารถในการจำและระลึกในสิ่งที่เรียนรู้อยู่แล้ว จะต้องเป็นผู้ที่มีพฤติกรรมการคิดพื้นฐาน คือ การให้นิยาม และการอธิบาย

2. พฤติกรรมด้านความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการนำเอาความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาหรือรายละเอียดของเรื่อง และ

ความสัมพันธ์ระหว่างรายละเอียดเหล่านั้นไปคัดแปลง ปรับปรุงใหม่ด้วยภาษาของตนเอง ซึ่งสามารถที่จะอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับของเดิมได้

3. พฤติกรรมด้านการนำไปใช้ (Application) เป็นพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาที่พบเห็นใหม่ โดยอาศัยความสามารถด้านความจำ ความเข้าใจ เป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาใหม่ที่ยืดออกไปจากเดิม

4. พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการแยกแยะรายละเอียดของสิ่งซ้ำเร้ารูปออกเป็นส่วนย่อย ๆ อย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อหาข้อความจริงที่แฝงอยู่ในเรื่องราวนั้น

5. พฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการรวบรวมหรือผสมผสานเรื่องราว ความสำคัญในเนื้อหา เพื่อนำมาบอกหรือทำให้เป็นสิ่งใหม่ ๆ หรือเพื่อหาข้อมูลหรือข้อยุติใหม่ โดยใช้ความรู้ความสามารถหลาย ๆ อย่างที่เรียนรู้มา

6. พฤติกรรมด้านการประเมินค่า (Evaluation) เป็นพฤติกรรมที่แสดงความสามารถในการตัดสินใจ ค่าเรื่องราว เหตุการณ์ ความคิด การกระทำต่าง ๆ โดยลงสรุปเป็นคุณคำว่าดี หรือเลว เหมาะสมหรือไม่เหมาะสม ควรหรือไม่ควรอย่างไร โดยอาศัยกฎเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนดไว้

ฮิลล์ (ฮิลล์, 1984 : 181-240) ได้ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับลักษณะของ บลูน ในการจำแนกจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนด้วยการคิดไว้ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านการคิด จำแนกได้เป็น 6 ระดับพฤติกรรม ที่เรียงลำดับกันตามความซับซ้อน ทั้งนี้คือ พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า โดยพฤติกรรมระดับสูงกว่าจะมีความซับซ้อนมากกว่าพฤติกรรมที่อยู่ระดับต่ำกว่า

2. ลักษณะพฤติกรรมที่เรียงลำดับนั้น มีลักษณะเป็นการสะสม (Cumulative) กล่าวคือ พฤติกรรมที่อยู่ลำดับขั้นสูงกว่าจะรวมพฤติกรรมที่อยู่ลำดับขั้นต่ำกว่าไว้ด้วย

3. กระบวนการต่าง ๆ ของการจัดลำดับขั้นของพฤติกรรมที่แตกต่างกันนี้มีความเป็นอิสระจากอายุ ชนิดของกระบวนการคิด ตลอดจนเนื้อหาวิชา

การจำแนกพฤติกรรมภาวภิกตามทัศนะของ บลูม ได้รับการยอมรับและนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง แต่ในการจัดการศึกษาที่ผ่านมาให้ความสำคัญของการเรียนรู้ ในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจในลักษณะของความหมายและการนำไปใช้ ซึ่งพฤติกรรมภาวภิกเหล่านี้เป็นพฤติกรรมพื้นฐานของการคิดแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า อันเป็นพฤติกรรมภาวภิกระดับสูงกว่า ดังนั้นถ้าในการเรียนการสอนครูใช้วิธีการให้นักเรียนได้รู้จักการคิดอย่างมีเหตุผลในการสืบเสาะหาความจริงที่อยู่เบื้องหลัง ตลอดจนทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้ในแง่มุมต่าง ๆ แล้วจะเป็นการช่วยสร้างพฤติกรรมภาวภิกระดับสูงของนักเรียนได้มากขึ้น

ฉะนั้นการสอนเนื้อหาจึงต้องสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมภาวภิกทั้งในส่วนที่เป็นพฤติกรรมภาวภิกพื้นฐานในการเรียนรู้ และพฤติกรรมภาวภิกระดับสูง คือการคิดแบบวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมในพฤติกรรมภาวภิกแบบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ดังที่ สตีล(Steele, 1985 : 85) ได้จำแนกไว้ดังนี้

1. พฤติกรรมภาวภิกด้านการวิเคราะห์ มีกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ การจำแนก รายละเอียด การสร้างผังความสัมพันธ์ การจำแนกความแตกต่างและความสำคัญ การให้คุณสมบัติเฉพาะ การยกตัวอย่าง การอ้างอิง การกำหนดขอบข่าย การหาส่วนประกอบสำคัญ การโยงความสัมพันธ์ การเลือกสรร การจัดแบ่งกลุ่ม

2. พฤติกรรมภาวภิกด้านการสังเคราะห์ มีกิจกรรมดังต่อไปนี้คือ การจัดประเภท การจัดกลุ่ม การสร้างวิธีดำเนินการ การรวมโครงสร้าง การสร้างสรรค์ การกำหนดเครื่องมือ การออกแบบ การอธิบาย การกำหนดสิ่งสำคัญ การเปรียบเทียบ การวางแผน การเรียบเรียงใหม่ การปรับโครงสร้าง การสร้างความสัมพันธ์ การคิดย้อนกลับ การลงสรุป การปรับปรุงการเขียนและการอธิบายใหม่ด้วยภาษาของตนเอง

3. พฤติกรรมภาวภิกด้านการประเมินค่า มีกิจกรรมดังต่อไปนี้ คือการเปรียบเทียบ การลงสรุปข้อยุติ การวิจารณ์ การอธิบาย การส่งเสริม การแปลความหมาย การสรุปความหมาย การสนับสนุน การพึงพอใจ การชักยั้งคัดค้าน และการจำแนกความผิด

อย่างไรก็ตามการเรียนการสอนในปัจจุบัน ผู้สอนมุ่งสอนให้ผู้เรียนเกิดความรู้เป็นส่วนใหญ่ โดยไม่ให้ความสำคัญต่อพฤติกรรมพื้นฐานของการศึกษาย่างมีเหตุผลในระบับทักษะ คือสอนในลักษณะของการบ่มความรู้โดยตรง ทำให้ผู้เรียนคุ้นเคยกับการศึกษาตามครู หรือมุ่งใช้พฤติกรรมการศึกษาในระบับความรู้ความจำ และความเข้าใจ อันเป็นพฤติกรรมการศึกษาที่ไม่เอื้อต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการศึกษาย่างมีเหตุผล (เชิดศักดิ์ โสวาสินธุ์. 2530 : 4)

สมเจตน์ ไวยาการณ (2530 : 31 - 36) ให้ทัศนะว่า การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้เหตุผล โดยใช้เนื้อหาวิชาที่สอนตามปกติในโรงเรียนเป็นสื่อในการฝึกพฤติกรรมการศึกษาแบบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า นั้น อาจจะกระทำได้ โดยการให้นักเรียนได้ฝึกหาความรู้ด้วยตนเองจากการใช้กิจกรรมที่เอื้อต่อการใช้พฤติกรรม การศึกษาแบบการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า จากการที่ครูมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะมากกว่า เป็นผู้บอกเนื้อหาโดยตรง และผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียนด้วย จึงได้เสนอรูปแบบการสอน โดยมีหลักการดังต่อไปนี้

1. สร้างลักษณะงานในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาด้วยตนเองที่สอดคล้องกับพฤติกรรมย่อยที่สำคัญของแต่ละพฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ตามนิยามของบลูม ดังนี้

1.1 พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์ มีพฤติกรรมย่อยที่สำคัญและลักษณะงานที่สอดคล้องกัน ดังนี้

1.1.1 การวิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Elements) เมื่อกำหนดเนื้อหาที่จะ เรียนแล้ว ให้นักเรียนหาการค้นหาคำหรือข้อย่อยที่สำคัญของ เรื่องที่จะเรียน โดยการจัดทำรายการหัวข้อและ เปรียบเทียบความสำคัญ

1.1.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เมื่อนักเรียนได้รายการหัวข้อเรื่องที่จะเรียนแล้ว ให้นักเรียนจับคู่กับความต่อเนื่องของ หัวข้อจากรายการที่ได้ พร้อมทั้งพิจารณาว่าหัวข้อใดควรเป็น เหตุหรือเป็นพื้นฐานของ หัวข้อ ใดบ้าง

1.1.3 การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organization) เมื่อนักเรียนจัดลำดับความต่อเนื่อง และความเชื่อมโยงในหัวข้อต่าง ๆ แล้ว ให้นักเรียนพิจารณาหาเหตุผล กฎเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการจัดลำดับหรือเชื่อมโยงหัวข้อเหล่านั้น

1.2 พฤติกรรมด้านการสังเคราะห์ มีพฤติกรรมย่อยที่สำคัญและลักษณะงานเฉพาะ ดังนี้

1.2.1 การสังเคราะห์ข้อความ (Production of a Unique Communication) เมื่อนักเรียนหาความสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่องที่ตนต้องเรียนรู้ได้แล้ว ให้นักเรียนเรียบเรียงและอธิบายเหตุผลของการจัดโครงสร้างเหล่านั้น ตามความเข้าใจของตนเอง

1.2.2 การสังเคราะห์แผนงานหรือโครงการ (Production of a Plan or Proposed Set of Operation) เมื่อนักเรียนทราบโครงสร้างของหัวข้อเรื่อง ตลอดจนหัวข้อสำคัญที่จะเรียนแล้ว ให้นักเรียนวางแผนหรือกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงาน ที่จะทำให้เกิดความรู้นั้นหัวข้อและโครงสร้างของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ

1.2.3 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ (Derivation of Set of Abstract Relations) เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติการตามแผนในการหาข้อมูล เพื่อทำให้เกิดการเรียนรู้ และให้นักเรียนเขียนความหมายของหัวข้อเหล่านั้นตามข้อมูลที่ได้ แล้วนำมาอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อหาข้อสรุปและข้อความจริงที่เป็นความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชา

1.3 การประเมินค่า มีพฤติกรรมย่อยที่สำคัญและลักษณะงานเฉพาะ ดังนี้

1.3.1 การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน (Judgement in Terms of Internal Evidence) นักเรียนจะกระทำร่วมกับการทำงานเฉพาะในการฝึกการวิเคราะห์ และสังเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ ที่ค้นมาจากแบบเรียน เป็นเหตุผลในการอภิปราย เปรียบเทียบความสำคัญและลงสรุปข้อความรู้ที่ได้ให้มีความถูกต้องตามหลักวิชาที่ค้นคว้า

1.3.2 การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก (Judgement in Terms of External Evidence) ให้นักเรียนได้อภิปรายถึงผลดี ผลเสีย หรือประโยชน์ของ

เนื้อหาวิชา และวิธีการต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ในชั้นเรียนไปใช้ในการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น หรือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. นำพฤติกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญและงานเฉพาะที่กำหนดนั้น มาสร้างเป็นรูปแบบของวิธีการฝึกพฤติกรรม โดยคาดหวังว่าจะสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้ มีแนวทางในการฝึกดังต่อไปนี้

2.1 การฝึกการวิเคราะห์ คือการฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้พฤติกรรมการคิดในท่านต่าง ๆ ได้แก่

2.1.1 การค้นหาหัวข้อที่สำคัญของเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งจำแนกย่อยเป็น

2.1.1.1 การค้นหาหัวข้อย่อยของเนื้อเรื่อง

2.1.1.2 การเปรียบเทียบความสำคัญของหัวข้อย่อย

2.1.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของหัวข้อในเนื้อเรื่อง จำแนกย่อยเป็น

2.1.2.1 วิเคราะห์หาลำดับขั้น หรือความต่อเนื่องของหัวข้อ

2.1.2.2 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของหัวข้อย่อย

2.1.3 การวิเคราะห์หาหลักการของความสัมพันธ์ของหัวข้อย่อย

2.1.3.1 องค์ประกอบของโครงสร้างความสัมพันธ์

2.1.3.2 หลักการในการจัดโครงสร้างหรือการจัดเนื้อหา

การฝึกจะเริ่มเมื่อกำหนดเนื้อเรื่องที่จะเรียน แล้วให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมหรืองาน เพื่อฝึกพฤติกรรมการคิดแบบวิเคราะห์ดังกล่าวจากการค้นหาหัวข้อที่สำคัญของเนื้อเรื่องที่จะเรียน โดยให้ผู้เรียนค้นหาหัวข้อย่อยของเนื้อหาที่จะเรียนและจดบันทึกไว้ จากนั้นให้ผู้เรียนทุกคนร่วมกันพิจารณาหัวข้อย่อยที่แต่ละคนหาได้ แล้วนำมาพิจารณาหัวข้อย่อยโดยสรุปทั้งหมดร่วมกันครู เพื่อที่จะได้จัดกลุ่มหัวข้อ และพิจารณาความต่อเนื่องของเนื้อหาเป็นรายบุคคล พิจารณาและตรวจสอบการจัดกลุ่มเนื้อหา ร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปพร้อมกับความต่อเนื่องของเนื้อหาด้วย

2.2 การฝึกการสังเคราะห์ คือการฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้พฤติกรรมการคิดใน
 ด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 การนำรายละเอียดต่าง ๆ หรือความรู้ต่าง ๆ มาสร้างเป็น
 ความรู้หรือแนวคิดใหม่

2.2.2 กำหนดวางแผนแนวทางปฏิบัติ หรือขั้นตอนในการปฏิบัติงาน
 ต่าง ๆ จากเงื่อนไขหรือข้อมูลที่ได้รับหรือมีอยู่ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของงานที่ได้กำหนดไว้

2.2.3 การจัดระเบียบของข้อเท็จจริงหรือข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้เป็น
 ข้อสรุปที่ดีกว่าเดิม หรือมีประโยชน์มากกว่าเดิม

วิธีการฝึกการสังเคราะห์ เป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องจากขั้นตอนการวิเคราะห์
 เพื่อสร้างความรู้หรือแนวคิดใหม่ ตลอดจนเพื่อสร้างแนวทางปฏิบัติหรือขั้นตอนในการปฏิบัติงาน
 จากเงื่อนไขหรือข้อมูลที่มีอยู่และควรจัดระเบียบของข้อมูลนั้น ให้เป็นข้อสรุปที่ดี โดยให้ผู้เรียน
 ได้ทำกิจกรรมหรืองานเพื่อฝึกพฤติกรรมแบบสังเคราะห์ 6 กิจกรรม คือ

กิจกรรมที่ 1 ให้ผู้เรียนกำหนดหรือนิยามความหมายของคำสำคัญใน
 หัวข้อของ เนื้อหาที่จะเรียน โดยพิจารณาจากรายละเอียด เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญนั้น ๆ
 ตลอดจนจากความรู้เดิมที่ตนเองมีอยู่ ซึ่งเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับคำสำคัญนั้น

กิจกรรมที่ 2 ให้ผู้เรียนกำหนดขั้นตอนดำเนินการของการหาความรู้
 จากคำสำคัญที่ต้องเรียนรู้อย่างชัดเจน

กิจกรรมที่ 3 ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติ เพื่อตรวจสอบขั้นตอนดำเนินการที่
 ได้สร้างขึ้น

กิจกรรมที่ 4 ร่วมกันอภิปรายผล เกี่ยวกับการตรวจสอบขั้นตอนดำเนินการ
 เพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน

กิจกรรมที่ 5 ให้ผู้เรียนฝึกย้ำเกี่ยวกับการนำขั้นตอนดำเนินการที่
 ปรับปรุงแล้วไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบความเป็นไปได้และ
 ความถูกต้องของขั้นตอนดำเนินการ อันเป็นการหาข้อสรุปที่ดีหรือมีประโยชน์มากกว่าเดิม

กิจกรรมขั้นสุดท้าย ให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมต่าง ๆ มาสรุป
 ทบทวนหาข้อสรุปเกี่ยวกับนิยามความหมายของคำสำคัญต่าง ๆ ในหัวข้อของ เนื้อหาที่จะเรียน

2.3 การฝึกการประเมินค่า เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้พฤติกรรมการคิด เพื่อทำการวินิจฉัย ที่คำว่าข้อสรุปหรือข้อความจริงต่าง ๆ ถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิชา หรือระเบียบแบบแผน คุณธรรม ค่านิยม หรือเป็นการวินิจฉัยหาข้อสรุปตามเกณฑ์ ซึ่งในที่นี้ หมายถึง การฝึกให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจของสรุปข้อความรู้ได้ถูกต้องตามหลักวิชา มีความเหมาะสมและมีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลที่ได้พัฒนามาจาก หลักการดังกล่าวข้างต้น เป็นการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้นิเวศน์วิชาเป็นสื่อควบคู่ไปกับการฝึกพฤติกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งหากการดำเนินการตามรูปแบบการสอนดังกล่าวได้จัด กระทำมาครั้งแล้ว นอกจากผู้เรียนจะเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา ตลอดจน การนำเนื้อหาวิชาไปใช้ในชีวิตประจำวันแล้ว พฤติกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าก็จะพัฒนาจนถึงระดับทักษะ จึงสามารถคาดหวังได้ว่า ผู้เรียนจะมีทักษะ การคิดอย่างมีเหตุผล อันเป็นพื้นฐานของความสามารถด้านการใช้เหตุผลที่จะส่งผลให้ผู้เรียน มีความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และมีคุณสมบัติทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์สูงขึ้น //

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่การที่จะเลือกใช้วิธีสอนแบบใดนั้น ครูควรพิจารณา จากมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น พุทธศักราช 2521 ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ดังต่อไปนี้

(กระทรวงศึกษาธิการ. 2520 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นความถนัดตามธรรมชาติที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการตั้งสมมติฐานหรือสร้างแบบจำลอง โดยอาศัยความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ และ

วิจารณ์งาน สมมติฐานหรือแบบจำลองนั้นอาจนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือยกเลิกเมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่ตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้

3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาคำกล่าวอ้าง การที่จะคิดตัดสินใจในเรื่องใด ๆ ควรมีหลักฐานสนับสนุนที่หนักแน่นเพียงพอ

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่สำคัญ หมายถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาเค้าโครงความสัมพันธ์ ตลอดจนวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ รวบรวมและรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อม การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี อันมีคุณค่ายิ่งต่อความผาสุกและอารยธรรมของมนุษย์ แต่เทคโนโลยีก็ก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาเรื่องสิ่งปฏิกูลปริมาณของพลโลก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของนิเวศวิทยาและวัฒนธรรม

จากจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนตามหลักสูตรดังกล่าว การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จึงมุ่งให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักใช้กระบวนการทางความคิดในการเสาะแสวงหาความรู้ ดังนั้นการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ความต้องการของสังคมยุคปัจจุบัน และเตรียมพร้อมเพื่ออนาคตด้วย การเรียนรู้อาจเกิดผลดีที่สุกนั้นจะต้องจัดให้เหมาะสมกับระดับขั้นพัฒนาการของเด็ก (มังกร ทองสุตจิ. 2521 : 35) โดยสถานับส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้เป็นกระบวนการหนึ่งที่น่าสนใจในระดับมัธยมศึกษา

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในแง่มุมต่างกัน ดังนี้

คัสแลน และสโตน (Kuslan and Stone. 1969 : 138-159) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนโดยการเรียนรู้ร่วมกันศึกษาปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการและวิญญานของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1. ครูและผู้เรียนแสวงหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. ให้ผู้เรียนได้เรียนจนบรรลุในเนื้อหาที่ต้องการโดยไม่กำหนดตายตัว
3. ไม่ควรให้คำตอบถูก หรือผิดแก่ผู้เรียน เพราะการให้คำตอบผิดหรือถูกไม่ก่อให้เกิดการพัฒนาในตัวผู้เรียน
4. ผู้เรียนเป็นผู้มีความสนใจอย่างแท้จริงในการหาวิธีการแก้ปัญหา
5. ไม่ควรเน้นเนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอน หรือการเป็นผู้ตามแม้ว่าในหลักสูตรบางหลักสูตรจะกำหนดแนวทางในการเรียนไว้ก็ตาม
6. การเรียนการสอนเริ่มต้นด้วยความสงสัย เช่น ถามว่า เรามีวิธีการที่จะเข้าใจเรื่องนี้ได้อย่างไร อันเป็นลักษณะที่สำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
7. พยายามทำให้ผู้เรียนมีประเด็นที่เด่นชัดและแคบของพอที่จะเห็นแนวทางแก้ปัญหาในชั้นเรียน
8. การตั้งสมมติฐานเป็นจุดหมายของการเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้
9. ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการรวบรวมข้อมูลจากการสังเกตและการอ่าน
10. การประเมินผลจะต้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการสอน
11. ผู้เรียนมีการเรียนร่วมกันเป็นกลุ่มและรายบุคคล เพื่อรวบรวมข้อมูลและทดสอบสมมติฐาน
12. ผู้เรียนเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและสรุปตามสมมติฐาน พยายามหาคำตอบคำอธิบายที่มีเหตุผลด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
13. การลงข้อสรุปต้องมีความสัมพันธ์กันและมีวิธีการนำไปสู่วิทยาศาสตร์ให้มากที่สุด

กู๊ด(Good. 1973 : 303) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้

2 ประการ คือ

1. ความหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคหรือวิถีเฉพาะประการหนึ่ง ในการจัดให้เกิดการเรียนรู้เนื้อหาทางอย่างของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความอยากรู้อยากเห็น และแสวงหาความรู้ โดยการถามคำถามและพยายามค้นหาคำตอบให้ได้ด้วยตนเอง เป็นวิธีการเรียนโดยการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนที่จัดขึ้น (Problem-Solving Approach) ซึ่งปรากฏการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนพบในแต่ละครั้งจะเป็นตัวกระตุ้นการคิดด้วยการสังเกตอย่างถี่ถ้วน เป็นระบบ ออกแบบการวัดที่โครงการ แยกแยะสิ่งที่สังเกตกับสิ่งที่สรุปหาถึงได้อย่างชัดเจน ประสิทธิภาพที่คิดค้น ที่ความหมายภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด การใช้วิธีการอย่างฉลาดสามารถทดสอบและสรุปได้อย่างมีเหตุผล

2. ความหมายทางการสอน การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา มีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น

2.2 ผู้เรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนี้

ซันด์ และโทรบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 53 - 55) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่แต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดทางสมอง (Discovery Mental Process) ได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ อย่างผู้ใหญ่ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเกตความรู้ และการแสดงทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นผู้มีความคิดเป็นเหตุเป็นผล อยากรู้อยากเห็น ใจกว้างและยอมรับแบบจำลองทางทฤษฎี

คาร์น และซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 97 - 104) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการทางสมองของตนเอง ค้นหาคำรู้ในลักษณะการทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ (Maturing Adult) ในการแก้ปัญหา โดยตั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง เพื่อหาวิธีการต่าง ๆ ในการสืบเสาะเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีพื้นฐานมาจากการค้นพบ (Discovery) อันเป็นกระบวนการทางสมองในการทบทวนความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับการสอนในระดับประถมศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาชั้นการค้นพบจะเป็นพื้นฐานของ

ความรู้ที่มีผลในการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะมีการออกแบบโดยเน้นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยที่พฤติกรรมของ เด็กจะออกมาในรูปของการศึกษาปัญหาขึ้นมาเอง ออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้คือ ระยะเวลาพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนและสมรรถภาพของครู

ซุกแมน (วารสาร ชัยโอภาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1966 : 1) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่เน้นการฝึกกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Training) ให้แก่ผู้เรียน เพื่อเป็นส่วนประกอบในกิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถตั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลองและตีความหมายจากการทดลองด้วยตนเอง ไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายและการตีความหมายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้การเรียนมีระเบียบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

ซุกแมน (วารสาร ชัยโอภาส. 2521 : 53 ; อ้างอิงมาจาก Suchman. 1966 : 1) ได้กล่าวถึง ผลของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนแบบครูบอกให้หมด ผู้เรียนสามารถรับรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ได้ดีมาก เป็นไปตามความต้องการ ความอยากรู้อยากเห็น เหมาะสมกับระดับความรู้พื้นฐาน และอัตราความสามารถในการรับรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

2. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้แรงจูงใจสูง เพราะผู้เรียนจะรู้สึกสนุกสนานได้ร่วมกิจกรรมอย่างอิสระ กิจกรรมที่เน้นพัฒนาการในก้นความรู้ ความเข้าใจ และการสร้างความคิดรวบยอด

3. ความคิดรวบยอด (Concept) ที่ได้จากการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นนามธรรมที่ผู้เรียนสรุปด้วยตนเองโดยอาศัยเหตุผล ความคิดรวบยอดที่เกิดขึ้นจะฝังอยู่ในความทรงจำที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนไปนาน

นักการศึกษาของไทยหลายท่านให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ต่างกัน ดังนี้

สุวัฑฒ์ นิยมคำ (2517 : 124 - 125) ให้ความหมายและความสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนให้ผู้เรียนค้นหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางความคิด การสอนแบบนี้จึงไม่ใช่เป็นการบอกความจริงทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ผู้เรียน แต่เป็นการสอนที่ยั่วให้ผู้เรียนวางแผนและกำหนดวิธีการหาความรู้ด้วยตนเอง ในที่สุดผู้เรียนจะค้นพบความรู้ตามวัตถุประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ จะเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทรงตามเจตนารมณ์ที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะนักวิทยาศาสตร์ก่อนที่จะได้ตัวความรู้ก็ใช้กระบวนการทางความคิดหลายอย่าง

วิบุตย์ วิเชียรโชติ (2521 : 11) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการแสวงหาความจริง เพื่อนำไปสู่การค้นพบธรรมชาติ ลักษณะ คุณสมบัติของสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนการค้นพบกฎเกณฑ์ของธรรมชาติ แล้วนำมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของมนุษย์

อนันต์ จันทร์แก้ว (2523 : 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ไชศรี อารมณ์พันธ์ และเบญจวรรณ กองศิริ (2525 : 5 - 7) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นการสอนที่ทำให้การเรียนสัมฤทธิ์ผล โดยผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิด และได้รับการปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยกิจกรรมที่สำคัญ ดังนี้

1. การทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพื้นฐานในการแสวงหาความรู้ของตนเอง
2. การใช้คำถาม เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนคิด ทำให้เกิดพัฒนาทักษะในขั้นต่าง ๆ ขึ้น

สมสุข ชีระกิจกร (2526 : 45) ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง เริ่มจากการที่ผู้เรียนมีข้อสงสัยในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง และพยายามที่จะหาคำตอบหรือแก้ข้อสงสัยเหล่านั้น โดยอาจเริ่มจากการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณา ได้ตาม

หรือสอบสวนหาสาเหตุต่าง ๆ เช่น พยายามตั้งคำถามหลายแง่หลายมุมที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเรื่องนั้น ๆ โดยตรง หรือทำการทดลอง เพื่อให้ได้คำตอบของคำถามนั้น

ฉวีวรรณ กีนาวงศ์ (2527 : 78) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือวิธีการใดก็ตาม หรือการตั้งคำถาม เพื่อที่จะให้ได้คำตอบตรงตามความต้องการ โดยใช้เทคนิคกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะช่วยให้บุคคลได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ซูคแมน (Suchman, 1966 : 2) กล่าวว่า ความมุ่งหมายหลักของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การเปลี่ยนความคิดในการค้นหาสาเหตุจากแบบมีมติเดิมมาเป็นหอยมิตติ การเปลี่ยนแปลงนี้จะนำไปสู่การทดลองในรูปแบบของการคิดค้นอย่างมีเหตุผล

ธีระชัย ปุณณิชาติ (2516 : 46) ให้ความเห็นว่า ความมุ่งหมายของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติจริงในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

จึงอาจสรุปได้ว่า ความมุ่งหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือการแสดงให้เห็นว่าความคิดรวบยอดและข้อสรุปต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน การสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ผู้เรียนแสวงหาแนวทางพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้จักตัดสินใจอย่างฉลาดและเป็นอิสระ สามารถใช้วิธีการที่เป็นระบบ และมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้วยการค้นพบคำตอบด้วย

ตนเองจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือการตั้งคำถาม เพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิด

นอกจากนั้น นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดขั้นตอนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้เป็นแนวทาง ดังนี้

ซันด์ และโทมบริจ (Sund and Trowbridge, 1973 : 63) ได้กำหนดขั้นตอนในการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ใช้คำถามถามเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ
2. กำหนดปัญหา
3. ตั้งสมมติฐาน

4. ออกแบบการทดลอง
5. ปฏิบัติการทดลอง
6. สรุปผลเป็นความรู้

Australian Science Education Project (Australian Science Education Project. 1974 : 81) ได้กำหนดขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. สร้างสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้
2. ค้นหาปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาความรู้
3. สรุปผลการสืบเสาะหาความรู้

ขั้นตอนทั้ง 3 นี้ จะต้องมีการกำหนดและนิยามปัญหา และการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหา แทรกอยู่ระหว่างขั้นตอนทั้ง 3 ด้วย

สวีสก์ นิยมคำ (2517 : 125) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดกิจกรรมสำเร็จรูป สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ครูกำหนดปัญหา
2. เสนอแนะวิธีรวบรวมข้อมูล
3. ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล
4. ให้ผู้เรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟเสนอข้อมูล
5. ตั้งคำถามที่ต้องการคำตอบให้ผู้เรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น
6. ให้ผู้เรียนสรุปคำตอบของปัญหาและรวมกับอภิปราย

ภัทรา ไชยเวช (2521 : 30 - 35) ให้ความเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. การทดลอง
2. การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน ดำเนินการในช่วงของการนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการตั้งปัญหาหรือใช้คำถาม อภิปรายก่อนการทดลอง ขณะทำการทดลอง และ อภิปรายหลังการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้ (ประวิทย์ ชูสี 2524 : 5 - 6)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-Lab Discussion) เป็นขั้นที่ครูใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น คิด สงสัย หรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง โดยมีครูคอยควบคุมดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด เพื่อกระตุ้น สนับสนุน และเป็นพี่ปรึกษา ผู้เรียนเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นตอนที่ครูใช้คำถาม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมได้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ครูใช้ตอนนี้นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนสรุปผลการทดลองได้แล้ว ยังช่วยให้ผู้เรียนมีความอยากรู้ อยากเห็น และมีแนวคิดที่กว้างไกลยิ่งขึ้นด้วย

สมจิต สวชนไพฑูรย์ (2526 : 105 - 110) กล่าวถึงขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีใจความโดยสรุปว่า ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้อาจแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นสำรวจข้อมูล (Exploration Phase) เป็นขั้นตอนการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษา เพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลัก ข้อมูลอาจหาได้จาก 3 แหล่ง คือจากการสังเกตวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์โดยตรง จากการทดลอง หรือจากการรวบรวมมาจากรายอื่น เช่น เอกสาร หรือบุคคล การจัดกิจกรรมขั้นสำรวจอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหา บอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับผู้เรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหา ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนดใน

วิธีที่ 3 ครูสาธิต และให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 เป็นวิธีการที่ได้ข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ

2. ขั้นสรุปเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหรือจัดกระทำใหม่ เพื่อให้ข้อมูลนั้นมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของความถี่หรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Application) เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ค้นพบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ หรือนำไปพยากรณ์ เพื่อเป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้ได้

อย่างไรก็ตามขั้นตอนของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในปัจจุบัน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้วางแนวทางของการสอนเป็น 3 ขั้นตอน ทั้งนี้โดยพิจารณาจากกิจกรรมสำคัญในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ คือการอภิปรายและการทดลอง ขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ (พรวณีย์ ภวภูตานนท์. 2528 : 33 - 34)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง เป็นการเริ่มต้นเพื่อจะนำไปสู่การกำหนดปัญหาหรือแนะแนวทางให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้า ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ผลพลอยได้จากขั้นตอนนี้จะเป็นการช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล่าวแสดง ความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

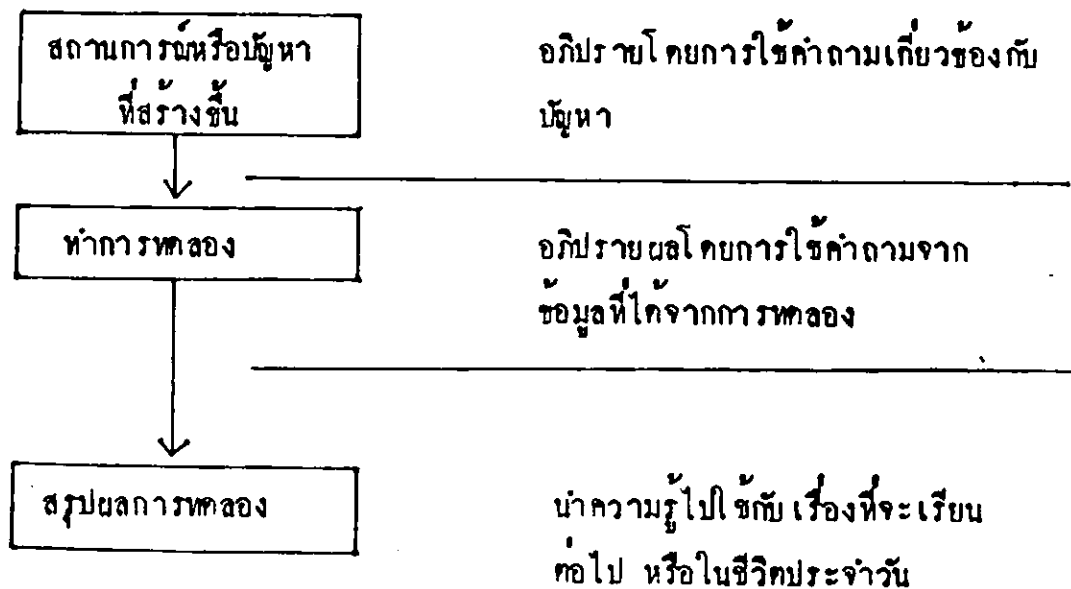
2. การทดลอง เป็นส่วนสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ในการที่จะนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น ถึงแม้ว่าการทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ก็ตาม บางครั้งครูอาจดำเนินการสอนไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้โดย ไม่มีการทดลองก็ได้ แต่ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาแทนในส่วนนี้ ได้แก่ การซักถาม การยกข้อมูลที่มืออยู่ก่อนมาอธิบายสรุป หรือจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลมาอธิบายสรุปผล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นตอนที่ครูพยายามตั้งคำถามเพื่อนำผู้เรียนไปสู่ข้อสรุป หรือแนวคิด หลักการสำคัญ ๆ ของบทเรียนนั้น

จะเห็นว่า ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ได้กล่าวมาแล้ว จะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญคล้ายคลึงกัน คือขั้นสถานการณ์ที่เป็นปัญหา ขั้นทำการทดลอง และขั้นสรุปผล

แก้ปัญหา นำผลที่ได้ไปใช้ในชีวิตรประจำวัน จะมีส่วนแตกต่างกันเล็กน้อย เท่านั้น นอกจากนั้น จะเห็นว่าคำถามเป็นส่วนสำคัญในการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนที่ดีจะต้องมีการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมที่จะเรียน สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ เกิดความสนใจ และกระตุ้นเรื่องที่จะเรียน จึงควรที่จะมีการนำเข้าสู่บทเรียนทุกครั้งของการสอน การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งประกอบด้วยการอภิปราย และการทดลอง การอภิปรายถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการศึกษา เพราะเป็นการปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดเห็นของตนเอง ขอมกับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ส่วนการทดลองเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส เพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนเป็นภาพประกอบได้ดังนี้ (พวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116 - 117)



ภาพประกอบ 1 แบบจำลองการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จะเห็นได้ว่า กิจกรรมการอภิปรายนำเข้าสู่การทดลองและการอภิปราย เพื่อสรุปผล การทดลอง ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถาม เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับ เรื่องที่จะทดลอง และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จาก การทดลองกับผลสรุปในการอภิปรายซักถาม ผู้เรียนอาจใช้คำถามถามครู หรือถามผู้เรียน ด้วยกันเองได้ นอกจากนั้นผู้เรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการเรียนเรื่องต่อไป หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย

จึงสรุปขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ดังต่อไปนี้ (พวงมหาวิทยาลัย.

2525 : 118 - 119)

1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่จะสอน เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนในลักษณะที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา ซึ่งควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัว ถึงจุดความสนใจของผู้เรียน เป็นสิ่งที่พบเห็นใน ชีวิตประจำวัน และสามารถโยงเข้าสู่การทดลองได้

2. ใช้คำถามในการอภิปราย เพื่อนำไปสู่แนวทางการหาคำตอบของปัญหา โดย การใช้คำถามที่อาศัยสถานการณ์หรือปัญหาเป็นหลัก และควรจะเป็นชุดของ คำถามที่ต่อเนื่อง และสัมพันธ์กัน สามารถนำผู้เรียนไปสู่การคาดคะเนคำตอบและเป็นแนวทางของการออกแบบ การทดลองต่อไป

3. ใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง เทคนิคการทดลองและความ ปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ เป็นคำถามที่นำไปสู่การอภิปรายก่อนการทดลองในประเด็นต่าง ๆ คือการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน แนะนำอุปกรณ์ เทคนิคและขั้นตอนการทดลอง ตลอดจนความปลอดภัยในการทดลอง

4. ดำเนินการทดลองและบันทึกผลการทดลอง ผู้เรียนทำการทดลองด้วยตนเอง บันทึกผลการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือ

5. ใช้คำถามในการอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง เป็นการใช้คำถามที่อาศัยข้อมูล จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง หรือขอบปัญหาข้างต้น และเป็นคำถามที่ ถามเพื่อฝึกให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

จากการศึกษากระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากเอกสารต่าง ๆ ทั้งกล่าวข้างต้น จะเห็นว่ามีหลักการสำคัญคล้ายคลึงกันอยู่ คือผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และการตั้งปัญหาหรือคำถาม (พรวิภา พงษ์เกษ. 2524 : 21) โดยมุ่งให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต มีความสนใจสงสัย ช่างคิดหาเหตุผล ค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาด้วยตนเอง (เสริมศรี เสวตามร และชาติ งามศิริ. 2521 : 69) ทำการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูล และนำไปสู่การสรุปผลเพื่อแก้ปัญหาทั้งยังนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีกิจกรรมใหญ่ที่เป็นหลัก 2 อย่าง คือการทดลองและการอภิปรายที่ใช้คำถามเป็นหลัก จึงกล่าวได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น

ในทางปฏิบัติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนแบบผสมผสานเพียงแต่เน้นการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ และให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้จัดสถานการณ์ หรือผู้ชี้แนะและใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียน เกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่พึงประสงค์ ดังนี้

ซุกแมน (Suchman. 1966 : 3 - 6) แบ่งลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับที่ 1 เปิดให้ผู้เรียนตั้งคำถามที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ มีความเห็นว่า การที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้เหตุการณ์หรือสิ่งต่าง ๆ ได้ดี ต้องให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบที่จะศึกษาค้นคว้าเหตุการณ์นั้นด้วยตนเอง ครูเป็นผู้จัดสิ่งแวดล้อมภายในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการค้นคว้าและการแก้ปัญหาของผู้เรียน การให้ผู้เรียนค้นคว้าและเก็บข้อมูลเองเป็นการพัฒนาความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของผู้เรียนนั่นเอง
2. ระดับที่ 2 การขยายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไปสู่ค่าขอบของปัญหาที่ต้องการช่วยการตั้งคำถามในชั้นต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูล ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์และสรุปปัญหาที่กำลังศึกษาอยู่

ซันด์ และโทมบริจ (Sund and Trowbridge. 1973 : 37) ได้กล่าวถึงลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พอสรุปได้ดังนี้

1. เน้นตัวผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดด้วยตนเอง (Self - Concept)
3. เพิ่มระดับความคาดหวังให้ผู้เรียน หลังจากให้ผู้เรียนได้ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งแล้ว
4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เราสามารถพัฒนาความสามารถพิเศษเฉพาะตัวได้ เช่น การวางแผนทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถทางวิชาการ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและโอกาสของการคิด
5. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้แบบการบอกเล่าหรือการบรรยาย แต่จะเน้นกิจกรรมการทดลอง ให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง
6. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะมีเวลาให้ผู้เรียนคิด ถูกรื้อและปรับปรุงความรู้ใหม่ เพื่อการเรียนรู้

จากลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นว่าสิ่งแรกที่จะต้องกระทำก่อนที่จะดำเนินการสืบเสาะหาความรู้ด้วยการตั้งคำถามในชั้นต่าง ๆ ของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ คือการฝึกให้ผู้เรียนตั้งคำถามที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และการที่ผู้เรียนจะพัฒนาจนบรรลุถึงความมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้นั้น บรรยากาศของห้องเรียนก็มีส่วนสำคัญที่จะสนับสนุนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด ค้นคว้า และมีเสรีภาพในการอภิปราย มีการสร้างสถานการณ์ที่ชวนสงสัย เป็นการดึงความสนใจในการคิดของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างมีเหตุผล (เสริมศรี เสวตมาธ และสาธิต งามศิริ. 2521 : 96)

กิจกรรมที่จัดในห้องเรียนสำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดท้อ หรือทำการค้นคว้าต่อไปจนจบ (Open - Ended Experiment) ซึ่งมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับการทดลอง ควรเป็นคำถามชนิดกว้าง เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ถ้าผู้เรียนสามารถเป็นผู้เลือกเนื้อหาได้เองก็จะเป็นการสอนที่ถูกเป้าประสงค์ของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นอย่างยิ่ง

2. โดยทั่วไปผู้เรียนไม่ทราบคำตอบ หรือผลลัพธ์ก่อนการทดลอง เพราะวิธีสอนแบบนี้ต้องการให้ผู้เรียนได้คิดหรือฝึกฝนทักษะทางการสังเกต และสรุปผลของการสังเกตเอง

3. ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ใช้ความคิดในการที่จะอ่าน แปลความหมาย หรือวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นั้นมากกว่าเดิม ครูอาจจะแบ่งผู้เรียนเพื่อทดสอบความสามารถเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับที่ต่างกัน ทั้งนี้เพื่อคำตอบที่ได้มาหลายแง่จะช่วยให้ผู้เรียนทั้ง เป็นกฎเกณฑ์ อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทดลองหรือการอภิปรายต่อไป

4. ในบางบทเรียน ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองอาจไม่เหมือนกัน เพราะต่างคนต่างทดลองด้วยเครื่องมือคนละชนิดหรือคนละขนาด แต่ผลการทดลองที่ได้จากผู้เรียนทุกคน จะเป็นข้อมูลของผู้เรียนทั้งหมด ซึ่งอาจนำมาเขียนกราฟ เพื่อใช้ทำนายในส่วนที่ไม่ได้กำหนดไว้ในการทดลอง

5. การทดลองบางการทดลองสามารถกระตุ้นให้เกิดความคิดริเริ่มในตัวผู้เรียน ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนนำไปค้นคว้าต่อที่บ้านได้

6. ในการทดลองบางการทดลองจะเห็นว่า คำถามหลายข้ออาจหาคำตอบได้จากการทดลองเพียงการทดลองเดียว หรือคำถามข้อเดียวอาจหาคำตอบได้จากการทดลองหลายการทดลอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมมอง เห็นปัญหาของแต่ละคน

หลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่สนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัตร นิยมคำ ได้เสนอหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานสนับสนุนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ข้อ ดังนี้ (สุวัตร นิยมคำ, 2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็เมื่อผู้เรียนได้เก็บข้อมูลโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ที่มากกว่าการบอกให้รู้
2. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์ที่แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้ผู้เรียนอยากเรียน และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าแทนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความอึดเฉว
3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมความคิดของผู้เรียนให้คิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสผู้เรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั้นมีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของ เพียเจต์ เรื่องการพัฒนาความคิดของคน 2 ชั้น ไค้แก (Piaget and Inhelder. 1969 : 168-170)

1. ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) ไค้แก การเร้าให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิด

2. ขั้นที่ 2 การปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ขยายโครงสร้างเดิม เพื่อที่จะรับความรู้ใหม่และนำมาสัมพันธ์กันในโครงสร้างเดิม เมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิม ก็จะสามารถรับความรู้ใหม่ได้

จากหลักจิตวิทยาของการเรียนรู้ดังกล่าว สรุปได้ว่า ผู้เรียนจะเรียนได้ดีที่สุด เมื่อเขาได้เข้ามามีส่วนร่วมตลอดเวลา เช่น ทำการทดลอง อภิปรายเกี่ยวกับการทดลอง และเชื่อมโยงความคิดหลัก ถามและตอบคำถาม รวมทั้งการแก้ปัญหา ตลอดจนการให้ผู้เรียนได้ทำงานเองให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

บทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สุวัฑ์ก นิยมคำ (2517 : 127) กล่าวว่า ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครูคือผู้แนะแนวทาง คอยช่วยเหลือ และสร้างสถานการณ์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ดังนั้นครูควรมีบทบาท 3 ประการ คือ

1. ใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การค้นคว้า ครูจะต้องเป็นผู้รู้จักการใช้คำถาม คือจะต้องรู้ว่าคำถามอย่างไร ผู้เรียนจึงจะเกิดความคิด ความจำ และความเข้าใจ เวลาถูกถามไม่ควรตอบคำถามทันที เพราะการหาคำตอบเช่นนั้นจะไม่ทำให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิด บาน ๆ ครึ่งครูจึงจะตอบคำถามโดยตรงสักครั้งหนึ่ง พึงระลึกว่า หน้าที่ของครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้คือนักถามแต่ไม่ใช่ผู้ตอบ

2. เมื่อได้ตัวปัญหาแล้ว ให้ผู้เรียนทั้งชั้นอภิปรายเพื่อวางแผนแก้ปัญหา และกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเอง เมื่อตกลงกันได้แล้วก็ให้แต่ละคนหรือแต่ละกลุ่มลงมือปฏิบัติการต่อไป และถ้าผู้เรียนยังไม่รู้วิธีการไม่ได้ ครูอาจเล่าตัวอย่างจริงที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบเรื่องหนึ่งเรื่องใดพอเป็นแนวทางก็ได้

3. ถ้าปัญหาโดยยากเกินไป ผู้เรียนไม่สามารถวางแผนแก้ปัญหาและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาได้ ครูกับผู้เรียนอาจร่วมกันหาแนวทางแก้ปัญหาต่อไป โดยครูจะเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มนักค้นคว้านั้นด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ให้ข้อเสนอแนะสำหรับครูในการดำเนินการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ควรมีการเตรียมล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อให้ครูมีความมั่นใจต่อเนื้อหาของบทเรียน ควรจะคิดทดลองก่อนจะเข้าไปสอนเพื่อคุณลหรือปัญหาที่จะเกิดขึ้น ควรสำรวจอุปกรณ์และสารเคมีที่จะใช้ ตลอดจนวางแผนการใช้คำถามอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะนำผู้เรียนเข้าสู่ข้อสรุปได้โดยไม่ใช้เวลานานเกินไป

2. ควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของการเรียนการสอนตลอดเวลา ทั้งนี้จึงควรกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด ทำการทดลอง และร่วมมือในการอภิปรายผล โดยนำเอาเทคนิคการสอนต่าง ๆ เช่น การนำเข้าสู่บทเรียน การใช้คำถาม ตลอดจนการเสริมพลังมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนน่าสนใจขึ้น

3. ควรเลือกใช้คำถามที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับความสามารถของผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมผู้เรียนที่มีความสามารถสูงให้ได้ใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มที่ ในขณะที่เดียวกันก็ไม่ทำให้ผู้เรียนที่ถ้อยความสามารถเสียกำลังใจ

4. เมื่อผู้เรียนถามคำถามนอกคำขอบทันที ควรให้คำแนะนำที่จะช่วยให้ผู้เรียนหาคำตอบได้เอง ควรให้ความสนใจต่อคำถามของผู้เรียนทุกคน แม้ว่าคำถามนั้นจะไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังเรียนอยู่ก็ตาม ครูควรชี้แจงให้ทราบและเบนความสนใจของผู้เรียนกลับมาสู่เรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ สำหรับปัญหาที่ผู้เรียนถามนั้นครูควรหยิบยกมาอภิปรายภายหลัง

5. เนื่องจากการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการเรียนที่มีการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับผู้เรียนตลอดเวลา ฉะนั้นอาจมีบางโอกาสที่ครูไม่สามารถตอบปัญหาที่ผู้เรียนซักถามได้ ควรจะชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า ครูไม่ใช่ผู้รู้ในปัญหาทุกอย่าง แต่ครูและผู้เรียนควรได้ค้นคว้าหาคำตอบร่วมกัน

6. ย้ำให้ผู้เรียนสรุปแนวคิดหรือหลักเกณฑ์เร็วเกินไป เมื่อยังมีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะเชื่อถือได้ ควรแนะนำให้ผู้เรียนได้ทดลองซ้ำอีกจนได้ผลการทดลองที่ให้ความมั่นใจเพียงพอจึงค่อยสรุป

7. ครูอาจนำเอาการสอนแบบอื่นมาใช้ด้วย เช่น การสาธิต หรือการอธิบายเพิ่มเติม เมื่อมีความจำเป็นและในโอกาสที่เหมาะสมในเมื่อวิธีการเหล่านั้นจะช่วยเสริมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนั้น ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ครูจะต้องมีสมรรถภาพในการสอนหลายประการจึงจะทำให้การดำเนินการตามบทบาทของครูในการสอนประสบความสำเร็จ สมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็น แสดงในตาราง 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2520 : 4 - 5)

ตาราง 1 แสดงสมรรถภาพการสอนที่สำคัญและจำเป็นของ สสวท.

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
1. ครูเป็นผู้ช่วยให้ผู้เรียนสนใจในปัญหา อยากรู้ อยากเห็นในคำตอบ เกิดความ สงสัย อยากรู้คำตอบ	1. การชักจูง (โดยการถาม การสร้าง สถานการณ์ และการใช้อุปกรณ์ชวนให้คิด และสงสัย)
2. ครูเป็นผู้ทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ใช้ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน การแก้ปัญหา	2. การใช้คำถามตามลำดับความคิดของ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา (ถามให้สังเกต ให้อธิบาย ให้สร้างสมมติฐาน ให้ ออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร ให้นำความรู้ไปใช้)
3. เมื่อผู้เรียนติดขัดทบทวนใคร่ครวญไม่ใช่เป็น ผู้ตอบโดยตรง แต่เป็นผู้ย่นคำถามของ ผู้เรียนในลักษณะที่กระตุ้นให้ผู้เรียน คิดต่อโดยการถามย้อนหรือชักชวน ไล่เลียงให้ผู้เรียนคิดลึกซึ้ง สะท้อนคิด	3. การตอบคำถามโดยการย้อนถามหรือ ชักชวน (ถามให้ใจความชัดเจน ให้ ขยายความ ให้แสดงเหตุผล ให้แสดง หลักฐาน)

ตาราง 1 (ต่อ)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
ในลักษณะที่วิเคราะห์ด้วยเหตุผล ด้วยหลักฐานที่ปรากฏ สามารถสื่อความคิดของคนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน 4. ครูรับคำตอบของผู้เรียนแต่ละคนไว้ โดยไม่ตัดสินว่าถูกหรือผิดในทันทีทันใด เพื่อให้โอกาสผู้เรียนและผู้เรียนอื่นได้คิดหาคำตอบต่อไป โดยที่ผู้เรียนไม่ตัดสินใจเชื่อว่าคำตอบใดถูกหรือผิดในทันที ผู้เรียนคิดต่อและฟังความเห็นของผู้อื่น 5. ครูสนับสนุนคำตอบที่ต่างไปจากคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง แต่เป็นคำตอบที่มีส่วนถูกหรือเป็นไปได้ คำตอบที่ผู้เรียนต้องใช้เกณฑ์ของผู้เรียนเองหรือเกณฑ์ที่วางไว้ใช้ตัดสิน ผู้เรียนมีความรู้สึก ว่า คำตอบโดยความคิดของผู้เรียนเองได้รับความสนใจ ผู้เรียนอยากจะตอบคำถามจากความคิด ประสิทธิภาพและความรู้สึกของผู้เรียนเอง โดยไม่กลัวผิด ไม่ต้องกังวลว่าจะตอบถูกต้องกับตำราหรือไม่ อยากคิดกว้างขวาง	4. การเสริมพลัง (โดยใช้วาจา หรือท่าทางแสดงการยอมรับการกระทำของผู้เรียน การกล่าวชม การแสดงความสนใจ กระตุ้นหรือรับ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น การช่วยเสริมสิ่งที่ผู้เรียนกำลังกระทำ อยู่ให้ถูกต้อง) 5. การใช้คำถามแบบกว้าง มีคำตอบได้หลายอย่าง และที่ต้องใช้เกณฑ์ของผู้เรียนเองหรือที่วางไว้ตัดสินในการตอบ

ตาราง 1 (ต่อ)

วิธีการสืบเสาะหาความรู้	สมรรถภาพการสอน
ขึ้น ขาคึกอะไรใหม่ มีความคิด สร้างสรรค์ รู้จักตัดสินใจ 6. ครูพยายามให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่า การสืบเสาะหาความรู้ นั้น ผู้เรียนเอง ได้มีส่วนช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยที่ผู้เรียนแต่ละคนเป็นผู้ตอบคำถาม เป็นผู้เสนอความคิด เป็นผู้เลือกวิธีการ เป็นผู้ตัดสินใจ ผู้เรียนรู้สึกว่ายูนันทันเป็น ปัญหาของผู้เรียน ผู้เรียนก็ยกมาแก้ปัญห และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง 7. ครูให้เวลาในการคิดของผู้เรียน (เวลาที่สูญเสียไป อาจได้กับการ บรรยายในแง่ที่ผู้เรียนได้รู้จักคิดอย่าง รอบคอบก่อนตัดสินใจ ทำให้ผู้เรียน แก้ปัญหาคิดขึ้นและเก็บสิ่งที่คิดไว้ได้นาน)	6. การเสริมพลัง 7. การรอคำตอบ โดยให้เวลาคิด พอสมควร

บทบาทของผู้เรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2519 : 6 - 7) ได้เสนอ
บทบาทของผู้เรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนด้วยตนเอง

2. ใช้หลักการต่าง ๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การทำเป็น การทดลอง การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่ความคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

3. แสดงความรู้สึกรู้สึกหรือความคิดเห็นอย่างอิสระและมีเหตุผล

4. คิดถามและทำความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเอง

5. ทูก ชักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่ผู้เรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการสังเกตหรือตัวความรู้ และกระบวนการในการแสวงหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นตรงกับ เจตนารมณ์ที่แท้จริงของ วิทยาศาสตร์ เพราะต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้ เป็น พฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ

จาก เอกสารรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถที่จะสรุป เปรียบเทียบกิจกรรมการสอนในแต่ละขั้นตอนได้ดัง ตาราง 2

ตาราง 2 เปรียบเทียบกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. กับรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.	รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
1. การอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดร่วมกับผู้เรียน เพื่อนำไปสู่การทดลอง	1. ชื่นวิเคราะห์หน้า คือขั้นตอนที่ผู้เรียนค้นหาหัวข้อสำคัญในเนื้อหา จัดำกับความต่อเนื่องของ เนื้อหาที่จะเรียน และนำมาอภิปรายร่วมกันครู

ตาราง 2 (ต่อ)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท.	รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้าน การใช้เหตุผล
2. การทดลอง ผู้เรียนปฏิบัติการทดลอง ตามที่ได้กำหนดไว้ในแบบเรียน	2. ชื่นค้นคว้าสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น 2.1 ผู้เรียนให้ความหมายและหา ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญนั้น ๆ 2.2 ผู้เรียนวางแผนกำหนดขั้นตอน ดำเนินการเพื่อหาความรู้ของหัวข้อ สำคัญเหล่านั้น พร้อมกับนำมาอภิปราย ร่วมกัน 2.3 ผู้เรียนทดลองความขั้นตอน ดำเนินการที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ 2.4 ร่วมกันอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง ความขั้นตอนดำเนินการ 2.5 ผู้เรียนฝึกการนำขั้นตอนดำเนินการ ไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกับ สถานการณ์เดิม เพื่อหาข้อสรุปที่ ถูกต้อง 2.6 นำความรู้จากผลการทดลองมาสรุป เป็นความรู้ใหม่ โดยปรับความหมาย และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้ กำหนดไว้ในตอนต้น
3. การอภิปรายหลังการทดลอง ให้นัก การที่ครูและผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้จาก	3. ชื่นส่งเสริมความรู้ ให้นัก การนำความรู้ ที่ได้ใหม่เป็นเกณฑ์ เพื่อพิจารณาหาเหตุผล

ตาราง 2 (ต่อ)

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท.	รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้าน การใช้เหตุผล
การทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่	ทัศนคติในการแก้ปัญหาหรืออภิปราย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือสถานการณ์ ที่คล้ายคลึงกันได้

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินผลเป็นเรื่องสำคัญที่สุดเรื่องหนึ่งของการเรียนการสอน วัดผลประสงค์
ที่หลักสูตรหรือครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้บรรลุถึงนั้น สามารถระบุพฤติกรรมที่คาดหวังว่า
ผู้เรียนจะแสดงออกครอบคลุมถึงผลที่พึงได้จากการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรม
บางประเภทก็คล้ายคลึงกับวัดผลประสงคด้านความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Domian)
ของบลูม (Bloom. 1972 : 207)

พฤติกรรมของผู้เรียนส่วนที่สำคัญยิ่ง คือพฤติกรรมประเภทต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับ
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในแง่ของระบบการค้นคว้าหาความรู้ ได้แก่
ทักษะในการปฏิบัติการ ทักษะของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ความคุ้นเคยต่อสัมพันธ์ภาพระหว่าง
วิทยาศาสตร์กับวัฒนธรรมด้านอื่น ๆ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตัวเอง
ทั้งรายละเอียดต่อไปนี้ (พิศาล สร้อยขุนรัตน์ 2525 : 7 - 36 ; อ้างอิงมาจาก
Klopfer. 1971 : 1 - 923) คือ

ความรู้ความเข้าใจ

1. ความรู้ความจำ เป็นพฤติกรรมที่จัดอยู่ในพวกของ "ความรู้" (Bloom. 1972 :
12 - 43) ได้แก่

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความจริงเฉพาะอย่าง
- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์
- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
- 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อทดลอง
- 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม
- 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำพวก ประเภท และเกณฑ์ต่าง ๆ
- 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์
- 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
- 1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญ
2. ความเข้าใจ
 - 2.1 การระบุถึงความรู้ที่อยู่ในรูปแบบใหม่ ๆ ที่ปรากฏ
 - 2.2 การแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นสัญลักษณ์อื่น

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. การสังเกตและการวัด
 - 1.1 การสังเกตวัตถุและปรากฏการณ์ต่าง ๆ
 - 1.2 การบรรยายถึงสิ่งที่สังเกตพบ โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม
 - 1.3 การวัดขนาดของวัตถุและการเปลี่ยนแปลง
 - 1.4 การเลือกเครื่องมือวัดได้อย่างเหมาะสม
 - 1.5 การประมาณค่าของการวัดและการยอมรับในความคลาดเคลื่อนของการวัด
2. การมองเห็นปัญหาและวิธีแก้ปัญหา
 - 2.1 การยอมรับปัญหา
 - 2.2 การตั้งสมมติฐานที่รัดกุม
 - 2.3 การเลือกวิธีที่เหมาะสมในการทดสอบสมมติฐาน
 - 2.4 การออกแบบปฏิบัติที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3. การแปลความหมายข้อมูลและการสรุป

3.1 การจัดกระทำกับข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง

3.2 การเสนอข้อมูลโดยแสดงถึงความสัมพันธ์ในรูปของฟังก์ชัน

3.3 การแปลความหมายของการสังเกตและข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง

3.4 การขยายความและการเพิ่มเติมความ

3.5 การตรวจสอบสมมติฐานด้วยข้อมูลที่ไต่จากการทดลอง ซึ่งเรียกว่า

พฤติกรรมประเภทวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Bloom. 1972 : 64)

3.6 การสร้างข้อสรุปที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ ซึ่งจัดเป็นพฤติกรรมขั้นการสังเคราะห์ (Bloom. 1972 : 67)

ซึ่งพฤติกรรมที่ 3.3, 3.5 และ 3.6 เป็นการแสดงออกของความสามารถทางสมองระดับสูง

4. การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองหรือทฤษฎีต่าง ๆ

4.1 การตระหนักถึงความจำเป็นที่ต้องมีแบบจำลองทฤษฎี

4.2 การสร้างแบบจำลองทฤษฎีที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4.3 การระบุถึงประสบการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลองทฤษฎี

4.4 การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลองทฤษฎี

4.5 การแปลความหมายและประเมินผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบจำลองทฤษฎี

4.6 การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลองทฤษฎี

การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน

2. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น

3. การนำไปใช้แก้ปัญหาที่นอกเหนือไปจาก เรื่องของวิทยาศาสตร์

ทักษะในการใช้เครื่องมือ

1. การพัฒนาทักษะในการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป
2. การปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคในการทดลองทั่ว ๆ ไป ได้อย่างประณีตและ

ปลอดภัย

ทัศนคติและความสนใจ

1. การแสดงออกซึ่งทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์
2. การยอมรับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่า เป็นวิถีทาง

ของความถึกแค้นหนึ่ง

3. การมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
4. ความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
5. การพัฒนาความสนใจในวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
6. การพัฒนาความสนใจที่จะเลือกอาชีพเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมในเรื่องของทัศนคติ และความสนใจ จัดอยู่ในวัตถุประสงค์ด้านความรู้สึก

(Affective Domain) ของ คัลธวอลล์ บลูม และมาเซีย (Krathwohl, Bloom and Masia.

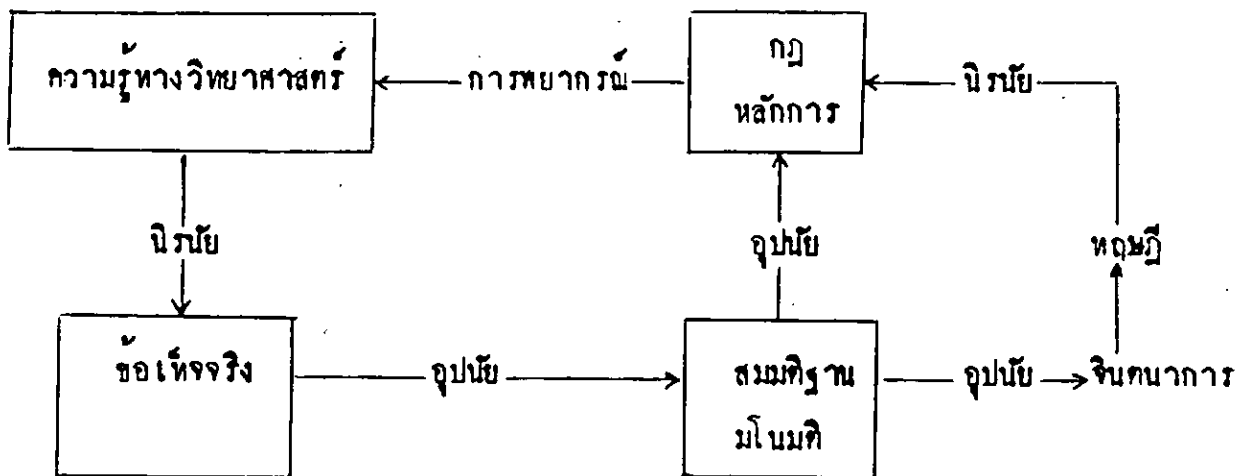
1969 : 7)

การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

1. การตระหนักถึงความสัมพันธ์และความแตกต่างของข้อความทางจิตวิทยาที่อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ
2. การยอมรับข้อจำกัดของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และอิทธิพลของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อปรัชญาทั่วไป
3. การตระหนักในประวัติความเป็นมาของวิทยาศาสตร์
4. การตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ บดบังมฤตย์ทางเทคโนโลยีและพัฒนาการทางเศรษฐกิจ
5. การยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ในแง่ของสังคมและจริยธรรม

เนื่องจากความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่ง สมจิต สวชนไพฑูรย์ (2526 : 1 - 15) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับของคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 8 - 13) โดยสรุปได้ดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปจะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้าสืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ และความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

จะเห็นว่า ข้อเท็จจริงทั้งหลายเป็นพื้นฐานของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และถ้ามีข้อเท็จจริงเท่านั้นเองก็ยากยิ่งนัก เมื่อนำมาเปรียบเทียบ จัดหมวดหมู่ และสรุปเป็นโมโนมิตี (Concept) ดังนั้นถ้ามีโมโนมิตีมากขึ้นจะสามารถจินตนาการเกี่ยวกับข้อเท็จจริงได้กว้างขึ้น อาจสร้างข้อความที่เป็นทฤษฎี เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเรื่องราวเหล่านั้นได้จากทฤษฎีที่สร้างขึ้นอาจมีการนิรนัยออกไปเป็นกฎ หลักการ หรือใช้ในการพยากรณ์เกี่ยวกับปัญหาหรือเรื่องราวที่น่าสนใจได้ อย่างไรก็ตาม หากการพยากรณ์ได้รับการพิสูจน์ว่า ถูกต้อง สมเหตุสมผล ก็จะยอมรับกันว่าเป็นข้อเท็จจริง ซึ่งจะ เป็นข้อมูลที่ใช้สร้างโมโนมิตีและทฤษฎีได้ต่อไปอีก

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพฑูรย์ (2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติและจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. พิสูจน์หรือทดสอบ
4. สรุปผลและการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้ เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน อุตสาหะอดทน มีเหตุผล ไม่เชื่อสิ่งโง่เขลา ๆ โดยปราศจากข้อเท็จจริงมาสนับสนุนอย่างเพียงพอ ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลงความก้าวหน้าใหม่ ๆ

กล่าวได้ว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนที่เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในการวัดผล สมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ของ ประวิทย์ ชูสี (2524 : 21 - 31) มาสร้างแบบทดสอบวัดผลสมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการค้นการสังเกต การจำแนกประเภท การลงความเห็นจากข้อมูล การจำแนกกระทำข้อมูลและสื่อความหมายข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดค่าและความคุมตัวแปร การทดลอง และการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

คำว่า ตรรกศาสตร์ หรือตรรกวิทยา ตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า "Logic" ซึ่งมีรากศัพท์ในภาษากรีกว่า "Logos" หมายถึง คำพูด หรือการสนทนาที่มีเหตุผล มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

แบลค (Black. 1955 : 459) อธิบายว่า ตรรกศาสตร์เป็นวิชาที่ศึกษาถึงหลักการใช้เหตุผล ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของความคิดที่จำเป็นต่อการเรียนทุกแขนงวิชา เป็นความสามารถในการสรุปความรู้ใหม่จากความรู้เดิม

มิลล์ (จุฬประเสริฐคุณมัทรา. 2494 : 1 ; อ้างอิงมาจาก Mill. n.d.) ให้นิยามว่า ตรรกวิทยาเป็นวิชาที่ว่าด้วยหลักฐานแห่งความคิดเห็น ด้วยการใช้ความเข้าใจให้เป็นประโยชน์ต่อการประเมินค่าหลักฐานว่าด้วยทั้งกระบวนการที่ดำเนินจากความจริงที่รู้มาแล้วไปสู่ความจริงที่ยังไม่รู้ และการใช้ปัญญาทั้งหมดที่เกี่ยวข้องต่อกระบวนการนี้ ซึ่งเป็นความหมายที่กล่าวถึงขอบเขตของตรรกวิทยาที่กว้างกว่านิยามอื่น ๆ

ซุนประเสริฐสุภมาทรา (2494 : 1 - 2) ให้ความหมายของตรรกวิทยาไว้ว่า เป็นวิชาที่ว่าด้วยเงื่อนไขและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งจะต้องใช้ในการคิดหรือตรึกตรองหาเหตุผล อย่างถูกต้อง

ปานใจ สุขสวัสดิ์ และเสรี วงษ์มณฑา (2517 : 3) กล่าวว่า ตรรกวิทยา เป็นวิชาที่ว่าด้วยหลักการและวิธีการของการให้เหตุผล เพื่อให้เราใช้ความคิดในการพูดและการเขียนอย่างมีเหตุผล ไม่ก่อให้เกิดความสำคัญผิด ไม่เข้าใจคนอื่นผิดและรู้จักตัดสิน ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล

อมร โสภณวิเศษวงศ์ (2521 : 17 - 19) กล่าวว่า ตรรกศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วย ความคิดหาเหตุผลที่แสดงออกมาเป็นภาษา

ปรีชา ช้างขวัญยืน (2523 : 2) ให้ความหมายของตรรกศาสตร์ว่า เป็นวิชาที่ ศึกษากฎเกณฑ์การใช้เหตุผลของมนุษย์

กิริติ บุญเจือ (2528 : 3) ให้ความหมายตรรกวิทยาว่า เป็นวิชาที่ว่าด้วยกฎเกณฑ์ การใช้เหตุผล เหตุผลอยู่ในความคิดแสดงออกโดยไวยากรณ์ และเป็นภาษาที่แสดงเหตุผลที่จะต้อง มีข้อความหนึ่งสนับสนุนอีกข้อความหนึ่ง การสนับสนุนเช่นนี้เรียกว่า การพิสูจน์

จากแนวความคิดของนักศึกษาให้ไว้ อาจสรุปได้ว่า ตรรกศาสตร์ คือวิชาที่ ทำให้มนุษย์ปรับปรุง และพัฒนาการควมมีเหตุผล และสามารถให้เหตุผลได้อย่างถูกต้อง ตามความเป็นจริง

การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

เซียเลส (Searles. 1956 : 5 - 6) โคปี (Copi. 1968 : 1)

แซลมอน (Salmon. 1973 : 13) ซุนประเสริฐสุภมาทรา (2494 : 2) รุ่งเรือง บุญไญยรส (2513 : 25 - 35) และ กิริติ บุญเจือ (2528 : 3) มีความเห็นสอดคล้อง กันว่า การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มี 2 วิธีการ คือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning)

2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning)

ปานใจ สุธรรมศรี และเสรี วงษ์มณฑา (2517 : 4 - 5) กล่าวว่า การสรุปผลตามหลักตรรกศาสตร์ ก็คือ การหาค่าความจริงของประโยคหนึ่งจากอีก ประโยคหนึ่ง หรือการสรุปข้อความใดข้อความหนึ่งอย่างถูกต้องมาจากข้อความหนึ่งที่ รับรู้มาก่อนแบ่งออกเป็น

1. Immediate Inference คือการโยงจากประโยคหนึ่งไปหาอีกประโยค หนึ่งทันทีโดยไม่ผ่านตัวกลาง เช่น โถทุกตัวมีน้ําสี สรุปล โถวางตัวมีน้ําสีด้วย

2. Mediate Inference ในการโยงแบบนี้จะมีประโยคที่เกี่ยวข้องกันมากกว่า 2 ประโยค คือจากประโยคที่ 1 ไปหาอีกประโยคหนึ่งนั้นจะมีประโยคตัวกลางเข้ามาเกี่ยวข้อง ด้วย ซึ่งแบ่งออกเป็น

2.1 การสรุปความแบบนิรนัย เป็นการสรุปผลจากสมมติฐาน เป็นผลสรุป ที่จำเป็นและต้องสมเหตุสมผล สมมติฐานที่เป็นเท็จก่อให้เกิดผลสรุปที่สมเหตุสมผลได้ และผลสรุปที่ไม่สมเหตุสมผลก็อาจเป็นจริงได้เช่นกัน เช่น นักเรียนที่ตั้งใจเรียนทุกคนต้อง สอบได้ นิทานตั้งใจเรียน สรุปนิทานต้องสอบได้

2.2 การสรุปความแบบอุปนัย ต่างจากการสรุปผลแบบนิรนัยตรงที่ว่า สมมติฐานที่เรายอมรับเป็นเพียงเหตุที่ก่อให้เกิดผลสรุปเท่านั้น ไม่ได้เป็นหลักฐานเชิงสัม บัธประการใด ผลสรุปจะเป็นจริงแค่ไหน ขึ้นอยู่กับความน่าจะเป็น เช่น จากการสังเกต น้ํานหลาย ๆ ตัว พบว่า ทุกตัวต่างก็มีหัวใจอันเดียวกัน สรุป น้ํามีหัวใจอันเดียวกัน

อมร โสภณวิเชษฐวงศ์ (2521 : 104) กล่าวว่า การศึกษาเหตุผลคือ กระบวนการคิดจากประพจน์หนึ่งหรือหลายประพจน์ไปยังอีกประพจน์หนึ่ง ซึ่งเป็นบทสรุปของประพจน์เหล่านั้น ประพจน์ที่ดึงไว้เป็นหลักเรียกว่า ประพจน์เหตุ ประพจน์ใหม่ที่จะได้จากประพจน์เหตุ เรียกว่า บทสรุป โดยใช้นหลักเกณฑ์และวิธีการทางตรรกศาสตร์ในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

การศึกษาเหตุผลแบบนิรนัย

การศึกษาเหตุผลแบบนิรนัย เป็นการคิดหาเหตุผลจากประโยคอ้าง (Premise) ไปยังข้อสรุป (Conclusion) ซึ่งข้อสรุปนั้นเป็นข้อสรุปที่จำเป็นจะต้องสมเหตุสมผล ถ้าการสรุปผลไม่สมกับเหตุผลที่กำหนดขึ้น เรียกว่า ไม่สมเหตุสมผล (Ennis. 1969 : 7 - 8) บทสรุปที่ได้ต้องแคบกว่าประโยคอ้าง (อมร โสภณวิเชษฐวงศ์. 2521 : 104) และเป็นการคิดสรุปจากความจริงสากลไปสู่ความจริงเป็นกรณีเฉพาะราย กล่าวคือ ความจริงเฉพาะรายที่คิดสรุปได้มานั้น เป็นผลที่ตามมาจากความจริงสากลนั้นโดยตรง (รุ่งเรือง บุญไธยรส. 2513 : 25 - 29) หรือวิธีการพิสูจน์โดยอ้างข้อความทั่วไปที่แน่ใจไว้ก่อน ไปสนับสนุนข้อความทั่วไปที่แน่ใจไว้ภายหลัง เป็นการสนับสนุนประสมการเฉพาะหน่วยให้แน่ใจยิ่งขึ้น (กิริติ บุญเจือ. 2528 : 3)

ตัวอย่างของการให้เหตุผลแบบนิรนัย

- เหตุ 1. ชาวไท้ทุกคนเป็นคนไทย
 2. ชาวสงขลาทุกคนเป็นคนไท้
 ผล ชาวสงขลาทุกคนเป็นคนไทย

ประเภทของการศึกษาเหตุผลแบบนิรนัย

โอเบรียน และชาไปโร (O'Brien and Shapiro. 1968 : 531 - 543) ได้กล่าวถึงการศึกษาของ ฮิลล์ (Hill) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาเหตุผลโดยวิธีนิรนัยจากสมมติฐาน ซึ่ง ฮิลล์ได้แบ่งการให้เหตุผลแบบนิรนัยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. Sentential Logic เช่น
 ถ้ากระเป๋านี้เป็นสีเขียว แล้วจะเป็นของนิภา
 ถ้ากระเป๋านี้ไม่ใช่ของนิภา
 เพราะฉะนั้น กระเป๋านี้เป็นสีเขียว (สรุปนิค)

2. Classical Syllogism เช่น
 สมรนิวชาวกว่าชินี
 นิสานิวชาวกว่าสมร
 เพราะฉะนั้น นิสานิวชาวกว่าชินี (จริง)

3. Logic of Quantification เช่น
 นักฟุตบอลทีมชาติไทยบางคน เป็นเพื่อนของสมพงศ์
 ชัยณรงค์เป็นเพื่อนคนหนึ่งของสมพงศ์
 เพราะฉะนั้น ชัยณรงค์เป็นนักฟุตบอลทีมชาติ (สรุปนิค)

อย่างไรก็ตาม ไม่เคยมีใครประสบผลสำเร็จในการจัดประเภทของวิธีนิรนัยให้ครบ
 ทุกชนิดได้เลย (Ennis. 1969 : 11 - 12) ปริชา ช้างขวัญยืน (2523 : 154-161)
 และโรเบิร์ต (Roberge. 1970 : 583 - 596) ศึกษาเกี่ยวกับประเภทของการศึกษา
 เหตุผลแบบนิรนัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. Sentence Reasoning หมายถึง การอ้างเหตุผลด้วยประโยคและ
 ความสัมพันธ์ระหว่างประโยค โดยมีความสัมพันธ์ระหว่างประโยคทั้งสองเป็นแบบเงื่อนไข
 แบบเชื่อมต่อกัน และแบบให้เลือก เช่น

ถ้าไมค์เป็นสุนัขแล้ว ไมค์เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง

ไมค์เป็นสุนัข

เพราะฉะนั้น ไมค์เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง

เมื่อพิจารณาตลอดการให้เหตุผลแล้ว ประโยคที่นำมาใช้จะปรากฏอยู่ประโยคละ
 2 ครั้ง ซึ่งจากตัวอย่างจะมีประโยคว่า "ไมค์เป็นสุนัข" และ "ไมค์ เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง" ปรากฏ
 อย่างละ 2 ครั้ง และแม้ว่าจะเปลี่ยนประโยคอ้าง (ถ้า-แล้ว) จาก "ไมค์เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง"
 เป็น "เขาเป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง" แทน ก็ยังคงรูปเป็น Sentence Reasoning เหมือนเดิม

2. Class Reasoning หมายถึง การอ้างเหตุผลด้วยเหตุผลโดยมีหลักความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผลในแต่ละประโยคเป็นลักษณะตายตัว เพราะข้อความทุกข้อความแน่นอนตายตัว ไม่มีเงื่อนไข เช่น

กล้วยเป็นแม่เหล็ก

แม่เหล็กเป็นผลไม้

เพราะฉะนั้น กล้วยเป็นผลไม้

ในวิธีนี้ประโยคจะเปลี่ยนไป แต่จะเน้นตรงชั้น (Class) และความสัมพันธ์ของประโยคเท่านั้น ในตัวอย่างชั้นที่ว่า ก็คือ กล้วย แม่เหล็ก และผลไม้

การึกหาเหตุผลแบบอุปนัย

การึกหาเหตุผลแบบอุปนัย เป็นการึกหาเหตุผลที่ดำเนินจากข้อเท็จจริงปลีกย่อยไปหาหลักใหญ่หรือดำเนินจากส่วนย่อยไปหาส่วนรวม (อมร โสภณวิเศษวงศ์. 2521 : 184) กล่าวคือ การหาเหตุผลจากตัวอย่างหรือข้อเท็จจริงบางส่วน การค้นพบหรือการพิสูจน์ประโยคสากล ใช้วิธีการสืบสาวจากสิ่งที่มีอยู่แล้วไปยังสิ่งที่ไม่รู้ มีพื้นฐานอยู่ที่กว่าด้วยระบบของธรรมชาติและกฎแห่งเหตุผล เพื่อเข้าสู่ประโยคสากล (สุวรรณ เพชรนิล. 2520 : 40)

ประเภทของการึกหาเหตุผลแบบอุปนัย

ปานใจ สุขสวัสดิ์ และเสรี วงษ์มณฑา (2517 : 79 - 83) ได้แบ่ง

การึกหาเหตุผลแบบอุปนัยออกเป็น 4 วิธี คือ

1. อุปนัยจากตัวอย่างเฉพาะ (Induction from Specific Instances)

วิธีการนี้คือ การหาตัวอย่างมาให้มาก จากตัวอย่างที่มีอยู่ก็สรุปพากติงไปถึงกรณีทั้งหมด เช่น

นายคอน ใช้สมุนไพร และฉวี

นางสาวกิน ใช้สมุนไพร และฉวี

นางเคน ใช้สมุนไพร และฉวี

เพราะฉะนั้น ใครก็ตามที่ใช้สมุนไพร และฉวีจะดี

2. อุปนัยจากผู้มีอิทธิพล (Induction from Authorities) หมายถึง อ้างคำรา

สถาบัน หรือบุคคล ที่น่าเชื่อถือมาสนับสนุนการสรุป เช่น

คณะกรรมการจัดการประกวดนางงามจักรวาล ยืนยันว่า ภรณ์ทิพย์สวยจริง
เพราะฉะนั้นสรุปว่า ภรณ์ทิพย์สวยจริง

3. อุปนัยจากการอุปมาอุปนัย (Induction from Analogy) เป็นการนำเอา
กรณีทั้ง 2 กรณีที่มีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่คล้ายกันมาเปรียบเทียบข้อสรุป เช่น

คำ แกง คือ คำ ที่่างก็ร้าเวิง และแจ่มใส

คำ แกง คือ คำ ที่่างก็ร้าเวิง

เพราะฉะนั้น คำ ก็น่าจะร้าเวิงด้วย

4. อุปนัยจากความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน (Induction from
Causal Relation) แบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ

4.1 การให้เหตุผลจากสาเหตุไปสู่ผลลัพธ์ (Cause - to - Effect
Reasoning) เช่น ในการแข่งขันกรีฑาวิ่งเร็ว 100 เมตร เราเห็นว่า งานวันนี้
ไม่สนุกแน่ เพราะเชื่อว่า ฝนตกเป็นสาเหตุของความไม่สนุก

4.2 การให้เหตุผลจากผลลัพธ์ไปสู่สาเหตุ (Effect - to - Cause
Reasoning) จากผลที่พบ เราสรุปหาค้างไปถึงสาเหตุที่เราไม่ได้พบเห็น เช่น เราตื่นนอน
ตอนเช้า พบว่าสนามหญ้าเปียก ขาดคามียหยคน้ำ เราอาจสรุปว่า เมื่อคืนนี้ฝนตก หึ่งที่เรานอน
หลับสนิทไม่รู้เลยว่าฝนตกจริงหรือไม่

4.3 การให้เหตุผลจากผลลัพธ์ไปสู่ผลลัพธ์ (Effect - to - Effect
Reasoning) เป็นลักษณะของผลลัพธ์สองอย่างเกิดขึ้นด้วยสาเหตุอันเดียวกัน เมื่อเรา
พบว่ามีการฉีกหนึ่ง เกิดขึ้น อีกกรณีหนึ่งก็น่าจะเกิดขึ้นด้วย เช่น นักเรียน 2 คน มีระดับสติปัญญา
ใกล้เคียงกัน ขยันพอกัน ได้เรียนพิเศษกับครูคนเดียวกัน เราพบว่านักเรียนคนหนึ่งได้คะแนน
เกรด เอ เราก็สรุปว่านักเรียนอีกคนหนึ่งก็น่าจะได้คะแนนเกรด เอ ด้วย

เซียร์เลส (Searles. 1956 : 229-230) กล่าวว่า การคิดแบบอุปนัยต้องอาศัย
การสรุปรวบยอด การอุปมาอุปนัย การจัดเข้าพวก การลำดับตัวเลข ฉะนั้นการคิดแบบอุปนัย
จะเริ่มจากสิ่งเฉพาะรายหลาย ๆ สิ่ง เพื่อที่จะสรุปเป็นหลักใหญ่

สุวรรณ เพชรนิล (2520 : 46 - 50) ได้แบ่งการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย
ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. อุปนัยไม่สมบูรณ์ เป็นกระบวนการที่เรียกว่า อุปนัยไม่สมบูรณ์ชื่อ เฉ่ง เป็น

1.1 อุปนัยโดยการนับตัวอย่างอย่างสมบูรณ์ หมายความว่า เราสอบสวนตัวอย่างที่มาจากในขอบข่ายของประโยคสากลสมบูรณ์ พบว่าเป็นประโยคที่จริงตามตัวอย่างนั้นทั้งหมด ดังนั้นการสร้างประโยคสากลจึงเป็นผลของการแยกสังเกตตัวอย่างหรือข้อมูลเหล่านั้น อุปนัยแบบนี้จะมีได้ก็ต่อเมื่อจำนวนมีขอบเขตจำกัดแน่นอน

1.2 อุปนัยโดยการหาเหตุผลความคู่ เป็นกระบวนการหาเหตุผลที่สร้างขึ้นบนพื้นฐานที่ว่า การหาเหตุผลที่เหมือนกันจากข้อมูลบางอย่าง จะสร้างข้อมูลอื่น ๆ ที่เหมือนกันภายใต้ประโยคสากลได้ทุก ๆ กรณี เรียกว่า การหาเหตุผลโดยการเปรียบเทียบ

1.3 อุปนัยโดยการประมวลข้อเท็จจริง เป็นการประมวลจำนวนข้อเท็จจริงที่พิสูจน์แล้วไว้ในใจ โดยอาศัยความรู้ที่เหมาะสมช่วยให้เราประมวลเอาข้อเท็จจริงที่สังเกตไว้แล้ว นำมาสรุปรายละเอียดไว้ในประโยคเดียว

2. อุปนัยที่สมบูรณ์ แบ่งย่อยออกเป็น

2.1 อุปนัยแบบวิทยาศาสตร์ คือการสร้างประโยคสากลที่แท้จริงโดยอาศัยการสังเกตตัวอย่างบางส่วน ตามกฎความเป็นระเบียบของธรรมชาติและกฎแห่งเหตุผล

2.2 อุปนัยไม่ใช่นิรนัยวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างประโยคสากลที่แท้จริงบนพื้นฐานประสบการณ์ที่ไม่ขัดแย้งกัน และไม่ต้องอธิบายถึงความสัมพันธ์ทางเหตุผลต่ออย่างใด

2.3 การหาเหตุผลโดยอุปมา มีพื้นฐานอยู่ที่ความสัมพันธ์ของความคล้ายกัน การหาเหตุผลจากบางส่วนสู่บางส่วน มีพื้นฐานที่ความคล้ายกันโดยไม่สมบูรณ์ มีลักษณะอาจเป็นไปได้เท่านั้น

อคมส์ (เกริกิ ญูเชื้อ. 2528 : 52 - 56 ; อ้างอิงมาจาก Adams. 1954 : 308 & 313) กล่าวถึงหลักการคิดในการให้เหตุผลของ มิลล์ (Mill) มี 4 วิธี คือ

1. วิธีหาความสอดคล้องกัน (Method of Agreement) ในประสบการณ์หลายครั้ง ถ้าสาเหตุเดียวกันทำให้เกิดผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ก็สรุปได้ว่า สาเหตุนั้นเป็นสาเหตุของผลนั้น เช่น ถ้าถูกตีหลายครั้งและแต่ละครั้งก็เจ็บ สรุปได้ว่า การตีเป็นสาเหตุของความเจ็บ

2. วิธีหาความแตกต่าง (Method of Difference) ในประสบการณ์หลายครั้ง ที่มีสาเหตุเดียวกันและมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ต่อมาเมื่อมีสาเหตุอื่นเข้ามาแทรกและเกิดผลแตกต่างออกไป ก็สรุปได้ว่า สาเหตุที่เข้ามาแทรกเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป เช่น เคยถูกที่หนามครั้งและเจ็บทุกครั้ง ครั้งหลังถูกรู้ตัวก่อนจึงนุ่งกางเกงข้างใน เมื่อถูกก็รู้สึกเจ็บและคัน สรุปได้ว่า การนุ่งกางเกงข้างในเป็นสาเหตุของอาการคัน

3. วิธีหาส่วนที่เหลือ (Method of Residues) ในประสบการณ์เดียวกัน สาเหตุหนึ่งทำให้เกิดผลหลายอย่างร่วมกัน ถ้าเรารู้ว่าสาเหตุใดทำให้เกิดผลเช่นใด ให้หักออกเสีย สาเหตุที่เหลือก็จะเป็นส่วนสาเหตุของผลที่เหลือ

4. วิธีหาเหตุผลของสาเหตุต่างระดับ (Method of Concomitant Variation) ข้อเท็จจริงอีกประการหนึ่งที่ควรระวังคือ สาเหตุเดียวกันมิใช่ว่าจะก่อให้เกิดผลเดียวกันเสมอ เพราะถ้าสาเหตุมีระดับความเข้มเปลี่ยนไป ผลที่เกิดขึ้นอาจจะเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นเสียก็ได้ เช่น รับประทานยาแก้ปวดศีรษะ 1 เม็ด ไม่เกิดผลอะไรเลย รับประทาน 2 เม็ด หายปวดศีรษะ รับประทาน 10 เม็ด ทำให้ตาย เป็นต้น

โคปี (Copi. 1968 : 7 - 9) แชลมอน (Salmon. 1973 : 14) และ อมร โสภณวิเชษฐวงศ์ (2521 : 184) สรุปข้อแตกต่างของการให้เหตุผลทั้งสองชนิดนี้ สอดคล้องกัน ดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงข้อสรุป และความแตกต่างของการให้เหตุผลแบบนิรนัยกับอุปนัย

แบบนิรนัย	แบบอุปนัย
1. เป็นการคิดหาเหตุผลจากหลักทั่ว ๆ ไป ไปหาข้อเท็จจริงปลีกย่อย	1. เป็นการคิดหาเหตุผลจากข้อเท็จจริงปลีกย่อยไปหาหลักทั่ว ๆ ไป
2. บทสรุปที่ได้มีขอบเขตแคบกว่า ประพจน์เหตุ	2. บทสรุปที่ได้มีขอบเขตกว้างกว่า ประพจน์เหตุ

ตาราง 3 (ต่อ)

แบบนิรนัย	แบบอุปนัย
3. ใช้ความรู้เดิมพิสูจน์ข้อเท็จจริงให้น่ายอมรับและน่าเชื่อถือมากขึ้น	3. ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มแปลก ๆ ใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2519 : 19) ทำการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2518 ที่สร้างโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบของ IEA (The Internal Association for the Evaluation of Education Achievement) พบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2518 มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2503 และจากการวิเคราะห์ตรวจสอบพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

บึงอร สิลนชัย (2523 : 41) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนญวนวัฒนา จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 90 คน โดยใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับการสอนแบบบอกให้รู้ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ กับวิธีบอกให้รู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ทรวิกา พูลเกษ (2524 : 47 - 48) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความคิแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($r = .341$)

ปรีชา กล่ำศรี (2526 : 73 - 74) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคลองหลวงวิทยา อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิ กับนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการทดลอง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิรวบยอกด้านการแบ่งประเภท ด้านความสัมพันธ์ทางทฤษฎี และความคงทนในการเรียนทั้ง 3 ด้านของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

กอสักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ศึกษาการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 สอนโดยเน้นคำถามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้คำถามขั้นบูรณาการ กลุ่มที่ 3 สอนตามคู่มือครู พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ และพบว่า กลุ่มที่ 2 มีความคิสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวการคิแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวิเศษไชยชาญ "คันทีวิทยาภูมิ" อำเภอวิเศษไชยชาญ จังหวัดอ่างทอง ปีการศึกษา 2527 จำนวน 60 คน พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สมสมัย สมทรัพย์ (2529 : 103 - 104) ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นิศยา กิจโร (2530 : 101 - 102) ได้กำหนดการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับการสอนตามคู่มือครู ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2530 ของ โรงเรียนวิไลเกียรติอุปถัมภ์ อำเภอเด่นชัย จังหวัดแพร่ จำนวน 78 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการฝึกทักษะการตั้งคำถามกับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วิรงรอง โจนกุล (2530 : 92 - 94) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผนภาพโปร่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู กับกลุ่มตัวอย่างในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2529 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผนภาพโปร่งใสประกอบ กับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

ซุคแมน (Suchman. 1966 : 59) ทำการศึกษาโดยทดลองสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อช่วยให้เด็กเรียนพัฒนาและวางแผนการอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นเหตุ ให้รู้จักการรวบรวมและจัดระเบียบ (Organize) ตัวแปรต่าง ๆ และทดสอบสมมติฐานด้วยการถามคำถาม เปรียบเทียบความเข้าใจ ความรู้ทางฟิสิกส์และ การสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน 2 กลุ่ม ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มทดลองถามคำถามชนิดต่าง ๆ ได้มากกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนตัวแปรอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสอง

นอร์วาล (Norval. 1970 : 95 - 102) ได้ศึกษาบทบาทของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสอนที่ปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของซุคแมน กับนักเรียนระดับเกรด 5 ในเมืองซีทรอยท์ จำนวน 25 คน ซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง ใช้เวลาทดลองสอนติดต่อกัน 3 ปี และวัดความคิดเปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่ได้เรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลปรากฏว่าในปี 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปี 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภทและคิดวิเคราะห์แบบโยงความสัมพันธ์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการคิดวิเคราะห์สรุปอ้างอิงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และปี 1965 การคิดวิเคราะห์ทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดวิเคราะห์แบบต่าง ๆ ของนักเรียน

โคลีเบส (Kolebas. 1972 : 4443-A) ได้ทดลองสอนโดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนเกรด 3 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะขั้นต้นของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีระดับผลสัมฤทธิ์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการสอน 3 วิธี คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำแนวทาง (Guided Inquiry Approach) การสอนปกติ (Traditional Approach) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ในวิชาฟิสิกส์ โดยการสอนกลุ่มควบคุมตามปกติ กลุ่มที่ 1 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้นำแนวทาง และกลุ่มที่ 2 สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ทั้ง 3 กลุ่ม ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Davis. 1976 : 4146-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ในการเรียนที่เน้นแนวทางกับการสอนแบบบอกความรู้ตามตำรา (Expository-Text Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 103 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้ถาวรเรียนที่เน้นแนวทาง และกลุ่มควบคุม 52 คน ได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาของงานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และการสอนแบบอื่น ๆ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ ความคิดรวบยอด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน และถึงแม้ว่าจะใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่มีการจัดกิจกรรมและอุปกรณ์การสอนต่างกัน ก็จะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังแสดงด้วยว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ นักเรียน มีพัฒนาการทางด้านความรู้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาทางด้านความคิด และความสามารถที่จะแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ได้ ทั้งนี้ครูจึงควรใช้วิธีการที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์ (2507 : 79) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 603 คน พบว่า เด็กนักเรียนในเมืองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเด็กในชนบทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบอีกด้วยว่า การศึกษาเหตุผลมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สามารถ วีรสัมฤทธิ์ (2512 : 59) ศึกษาสมรรถภาพสมองบางประการที่สัมพันธ์กับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 จำนวน 444 คน โดยใช้แบบทดสอบการคิดแบบอุปนัยประเภทจักเข้าพวกและอุปมาอุปไมย พบว่าคะแนนการจักเข้าพวกและอุปมาอุปไมยมีความสัมพันธ์กันกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่า นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความสามารถในการคิดหาเหตุผล โดยเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน นอกจากนั้นยังพบว่า สมรรถภาพสมองด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบส่วนที่สำคัญอันหนึ่งต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

ทองหล่อ วงษ์อินทร์ (2517 : 62) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาแก่นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 480 คน พบว่า การคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชัยสงคราม เครือหงส์ (2522 : 82) ศึกษาความสามารถในการวิเคราะห์ผลเชิงตรรกศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสงขลา จำนวน 286 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ 2 ฉบับ คือ การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย และการคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลแบบนิรนัยและแบบอุปนัยมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.592 และ 0.615 ตามลำดับ และมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กมล หลีกภัย (2524 : 78 - 79) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก หักสะกัระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 192 คน โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก แบบทดสอบหักสะกัระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เป็นเครื่องมือเก็บข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกกับหักสะกัระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุรินทร์ ผลกล้วย (2524 : 55) ศึกษาเปรียบเทียบการศึกษาค้นคว้าการศึกษาค้นคว้าตามหลักตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ เด็กไทยในเมืองและในชนบท โดยศึกษาชั้น นักเรียน ระดับอายุ 11 - 16 ปี จำนวน 150 คน พบว่า การศึกษาค้นคว้าตามหลักตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยมีค่าสหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.808 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ปิ่นฉัตร อุนนะนันท์ (2527 : 55) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรม ชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรม และชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรม กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต่างกัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

1. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรมกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรมชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรม และชั้นปฏิบัติการศึกษาค้นคว้านามธรรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

โปลันสกี (Polanski. 1975 : 5952A - 5953A) ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปฏิบัติการคิดเชิงตรรกศาสตร์ การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ และความคิดสร้างสรรค์กับความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนระดับเกรด 4 จำนวน 111 คน และระดับเกรด 6 จำนวน 109 คน ปรากฏว่า ความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์และความสามารถในการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับหัวประกอบที่เรียกว่า "ความเข้าใจ" ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนความคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์กับ

ความเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย ทั้งพบว่านักเรียนระดับเกรด 6 ทำคะแนนจากการสอบทุกด้านได้ดีกว่านักเรียนระดับเกรด 4

แซย์ และบอลล์ (Sayre and Ball. 1975 : 165 - 174) ศึกษาความสัมพันธ์ที่เป็นไปไประหว่าง ระดับคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถของนักเรียนในการที่จะปฏิบัติการกิจระดับปฏิบัติการ ทักษะนามธรรม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในรัฐโคลราโด ระดับเกรด 7 - 8 จำนวน 214 คน ระดับเกรด 10 - 12 จำนวน 205 คน ความสามารถในการปฏิบัติการกิจระดับปฏิบัติการทักษะนามธรรมวัดโดยใช้การสอบเชิงสัมพันธ์เกี่ยวกับภารกิจของ เพียเจต์ (Piagetian Task Instrument = P.T.I.) ซึ่งพัฒนาโดยเพียเจต์ และอินheldเดอร์ (Piaget and Inhelder) ผลปรากฏว่า นักเรียนที่มีระดับการศึกษาเหตุผลค่านามธรรมสูงถึง ระดับปฏิบัติการทักษะนามธรรม มีระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ยังไม่มีการพัฒนาไม่ถึงขั้นปฏิบัติการทักษะนามธรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บาสมาเจียน (Basmajian. 1978 : 210-A) ศึกษาความสัมพันธ์ของ ระดับวุฒิภาวะตามทฤษฎีของเพียเจต์ของนักเรียนชั้นปีที่ 3 ในรัฐแคลิฟอร์เนีย กับความสามารถในการเรียนรู้อชีววิทยา และพัฒนาการการคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์ กับกลุ่มนักศึกษา 83 คนที่เรียนวิชา ชีววิทยา 1 (Biology I) โดยใช้แบบทดสอบวัดการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของเบอร์นี (Bourne) ปรากฏว่า นักศึกษาระดับที่คิดด้วยนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์วิชาชีววิทยาสสูงกว่าพวกที่ยังไม่ถึง ระดับการคิดด้วยนามธรรม

อุนรุห์ (Unruh. 1978 : 2169-A) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น ในวิทยาลัยนอร์ทเวอร์นไอโอวา กับนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชีววิทยา เคมี วิทยาศาสตร์กายภาพ จำนวน 195 คน ผลปรากฏว่า งานของเพียเจต์วัดการคิดเชิงตรรกศาสตร์ได้จริงและคะแนนความสามารถเกี่ยวกับการทำงานของเพียเจต์มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โลเรน (Loren. 1980 : 6135-A) ศึกษาความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ขั้นรูปธรรมและนามธรรมตามความคิดของเพียเจต์กับเด็กนักเรียนระดับ

เกรด 9 ของโรงเรียนรัฐบาลเมืองวิชิตาร์ (Wichita Public School) พบว่า
 พื้นความรู้ในระดับ 5 และ 6 ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง
 ตรรกศาสตร์ แต่พบว่าเด็กที่สามารถทำคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง
 ตรรกศาสตร์ได้ก็มักจะ ทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้ก็ด้วย

สมิท (Smith. 1981 : 165A - 166A) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้น
 พัฒนาการทางสติปัญญาตามแบบเพียเจต์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่ม
 ตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 722 คน โดยใช้แบบทดสอบวัดการให้เหตุผล
 เชิงตรรกศาสตร์ของ เบอร์รี่ พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับ ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามแบบ เพียเจต์

เทกซ์เลย์ (Texley. 1981 : 4351-A) ศึกษาความสัมพันธ์ของการคิดหาเหตุผล
 เชิงตรรกศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดการคิดหาเหตุผลแบบปฏิบัติการ
 ด้วยนามธรรมที่จะใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับ เกรด 7-12
 ในโรงเรียนประจำตำบล จำนวน 270 คน ผลปรากฏว่า คะแนนจากแบบทดสอบการคิดหา
 เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กับ เกรดวิชาวิทยาศาสตร์ในทางบวก

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผล
 เชิงตรรกศาสตร์มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นนักเรียน
 ระดับประถม มัธยมศึกษา หรือนักศึกษาระดับวิทยาลัย มหาวิทยาลัย แสดงว่า ตรรกศาสตร์
 เป็นรากฐานสำคัญอย่างหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลทั้งวิธีนิรนัยและ
 อุปนัย ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายในการศึกษาเพื่อที่จะเปรียบเทียบรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา
 ความสามารถด้านการให้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
 ทอยผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิง
 ตรรกศาสตร์

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน
 เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการให้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
 แตกต่างกับ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกัน
5. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
6. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 233 คน ที่มีการจัดห้องเรียนแบบคละ 6 ห้องเรียน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำผลคะแนนการสอบเข้าเรียนต่อของนักเรียนจากวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาจัดเรียงลำดับแบบคละกัน จากคนที่สอบไล่ลำดับที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 อยู่ในห้องเรียน 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เมื่อเรียงใหม่จะเริ่มต้นจากคนที่สอบไล่ลำดับที่ 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 จะจัดอยู่ในห้องเรียน 6, 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 11 ของภาคผนวก ก

ขั้นที่ 2 นำผลคะแนนการสอบเข้าเรียนต่อของนักเรียนในแต่ละห้องมาหาค่าเฉลี่ย และหาค่าเฉลี่ยรวมของนักเรียนทั้งหมด

ขั้นที่ 3 ปรับค่าเฉลี่ยของแต่ละห้องให้มีค่าเท่า ๆ กัน และยอมให้มีค่าความคลาดเคลื่อน ± 0.5 เมื่อเทียบกับคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด โดยการย้ายตำแหน่งนักเรียนในแต่ละห้องเรียนสลับเปลี่ยนกัน ดังแสดงในตาราง 11 ของภาคผนวก ก

ขั้นที่ 4 จะได้นักเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยประมาณ 23.88 ± 0.5 ดังแสดงในตาราง 12 ของภาคผนวก ก

จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่เป็นกลุ่มประชากรทั้งหมดทุกห้องเรียนมีความสามารถทางการเรียนเท่า ๆ กัน ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากได้ ห้อง 3 และ 4

ห้องละ 30 คน ซึ่งนักเรียน 2 ห้องไม่มีความสามารถทางการเรียนเท่า ๆ กัน โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบเข้าเรียนต่อทั้งห้องเรียนกับค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบเข้าเรียนต่อของนักเรียนทุกคนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ต่อจากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างด้วยการจับสลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเรื่อง สารรอบตัว ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ฉบับปรับปรุง) ตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสอานสซึ่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โดยทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเวลาทดลอง 6 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว 2 แผน คือ
 - 1.1 แผนการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
 - 1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครู ของ สสวท.

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

แผนการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล

ใช้สอนกลุ่มทดลอง มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแผนการสอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521
2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจาก หนังสือแบบเรียน ประกอบกับขั้นตอนของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
3. วิเคราะห์และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ความลึกซึ้งของเนื้อหา และการเรียนการสอน เรื่อง สารรอบตัว เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนการสอนที่ประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

ขั้นวิเคราะห์ คือ ขั้นตอนที่นักเรียนค้นหาหัวข้อสำคัญ จัดจำด้วยความต่อเนื่องของเนื้อหาที่จะเรียน และนำมาสรุปร่วมกับครู

ขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น

1. นักเรียนนิยามความหมาย และหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ
2. นักเรียนวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการของหัวข้อสำคัญที่ต้องเรียนรู้ พร้อมกับนำมาอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน
3. นักเรียนทดลอง เพื่อตรวจสอบขั้นตอนดำเนินการของหัวข้อสำคัญที่ร่วมกันวางแผนไว้
4. นักเรียนกับครูร่วมกันอภิปรายผลเกี่ยวกับการตรวจสอบขั้นตอนดำเนินการเพื่อหาข้อสรุปร่วมกัน
5. ให้นักเรียนฝึกการนำขั้นตอนการดำเนินการไปใช้ในสถานการณ์ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม เพื่อหาข้อสรุปที่ถูกต้อง

6. นักเรียนนำความรู้จากชั้นคำเป็นการตั้งกล่าวมาสรุปเป็นความรู้ใหม่เกี่ยวกับความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญในเนื้อหาที่เรียน

ขั้นส่งเสริมความรู้ ได้แก่ การนำความรู้ที่ได้ใหม่เป็นเกณฑ์ เพื่อพิจารณาเหตุผลในการตัดสินใจแก้ปัญหา หรือร่วมอภิปรายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่าน ทั้งนี้คือ ผศ. วินัย สมมิตร อ. ฤทธพร เข้มมละอ อ. ศรีนพิทย์ ภู่อาสี อ. อรรถ ยวงนาค และอ. จรุงฤทธิ์ เพียนก้อน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา ภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 36 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนด

5. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องเพื่อเตรียมจัดทำแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้สอนในการศึกษาต่อไป

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. สำหรับ

ใช้สอนกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแผนการสอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากคู่มือครู หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารรอบตัว

2. วิเคราะห์ กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน ความคิดต่อเนื่อง และความคิดรวบยอดจากเนื้อหา เรื่อง สารรอบตัว เพื่อนำมาใช้ในการสร้างแผนการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง ครูอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดพร้อมกับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การทดลอง

ชั้นทดลอง นักเรียนปฏิบัติการทดลองตามที่กำหนดไว้ในแบบเรียน

ชั้นอภิปรายหลังการทดลอง ครูและนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้ได้ความรู้ใหม่

3. นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชา ภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 38 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับภาษา เวลา และกิจกรรมที่กำหนด

4. นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อเตรียมจัดทำแผนการสอนที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้สอนในการศึกษาต่อไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง สารรอบตัว เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการทำเป็น การ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ ขวาล เทพาคุด (2520 : 11 - 256) ประวิทย์ ชูสี (2524 : 24 - 88) และพิศาส สร้อยขุนรัตน์ (2525 : 32 - 120)

2. วิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยแบ่งพฤติกรรมออกเป็น ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 กวเลือก จำนวน 96 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบที่สร้างขึ้น และให้นำแบบทดสอบนี้ไปให้คณะผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกเขตตรวจสอบลักษณะการใช้คำถาม กวเลือก ความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความครอบคลุมเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา

4. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 213 คน และนำมาตรวจให้คะแนน โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกเอาข้อสอบที่มีความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ได้ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ ทั้งแสดงค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ในตาราง 13 ของภาคผนวก ก โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมตามตารางวิเคราะห์ในข้อ 2 ทั้งแสดงในตาราง 21 ของภาคผนวก ข

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เลือกไว้ 40 ข้อ โดยวิเคราะห์หาค่าความคงตัวภายในตามแบบของ Kuder-Richardson โดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบนี้ เป็น 2 ลักษณะคือ

1.1 สร้างแบบทดสอบการศึกษาเหตุผลแบบนิรนัย โดยศึกษารูปแบบการศึกษาเหตุผลแบบนิรนัยของ กิริติ บุญเจือ (2528 : 8 - 46) การใช้เหตุผลของ ปรีชา ช่างขวัญยืน (2523 : 115 - 167) ตรรกวิทยานิพนธ์ของ อมร โสภณวิเศษวงศ์ (2521 : 1 - 127) แบบเติมคำสั้น ๆ จำนวน 30 ข้อ และ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยใช้ข้อความเหมือนกัน เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองชนิดนี้ ทั้งแสดงในตาราง 19 ของภาคผนวก ก

1.2 สร้างแบบทดสอบการศึกษาเหตุผลแบบอุปนัย โดยศึกษารูปแบบการศึกษาเหตุผลแบบอุปนัยของ สุวรรณ เพชรปิล (2520 : 23 - 114) และรูปแบบการศึกษาเหตุผลแบบอุปนัย ของ กิริติ บุญเจือ (2528 : 52 - 56) แบบเติมคำสั้น ๆ จำนวน 30 ข้อ และ ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยใช้ข้อความเหมือนกันเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบทั้งสองชนิดนี้ ทั้งแสดงในตาราง 20 ของภาคผนวก ก

2. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย และแบบอุปนัยทั้ง 4 ฉบับ ให้ผู้เชี่ยวชาญท่านการวัดผล จำนวน 2 ท่าน คือ ผศ. วินัย สมมิตร และอ. ธัญฉรา สุธารมภ์ และคณาจารย์วิชาวศนจำนวน 2 ท่าน คือ อ. ฤทธาทร เขี่ยมระออ และอ. นพทศ ศุภลักษณ์พิริย ทดสอบความถูกต้องของภาษา และความครอบคลุมของข้อคำถาม จากสัดส่วนของตารางการวิเคราะห์พฤติกรรมของตารางข้อสอบตามหัวข้อ เรื่อง สารรอบตัว

3. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 213 คน แล้วทำการวิเคราะห์รายข้อ เพื่อคัดเลือกข้อสอบโดยการนำแบบทดสอบนี้มาตรวจให้คะแนน และนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป คัดไว้ประมาณ 20 ข้อ ของแบบทดสอบแต่ละฉบับโดยพิจารณาจากข้อที่มีค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่อยู่ในเกณฑ์ ดังแสดงในตาราง 15 และ 17 ของภาคผนวก ก

4. นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้แล้วฉบับละ 20 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 โดยแต่ละฉบับได้ค่าความเชื่อมั่น ดังนี้คือ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ แบบนิรนัย ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86

และเมื่อนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาค้นคว้าแล้ว นำมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบนิรนัยกับแบบอุปนัยระหว่างชนิดเดิมค่าสั้น ๆ (x) และชนิดเลือกตอบ (y) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังนี้ คือ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบ
 นิรนัย ระหว่างชนิดเติมคำสั้น ๆ และชนิดเลือกตอบ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ
 0.24

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย
 ระหว่างชนิดเติมคำสั้น ๆ และชนิดเลือกตอบ ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.59

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยดำเนินการทดลองตามแบบแผน
 การวิจัยแบบ Randomized Control-Group Pretest Posttest Design (ฉ้วน สายยศ
 และอังคณา : สายยศ. 2528 : 216)

ตาราง 4 แสดงแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X_1	T_2
CR	T_1	X_2	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

C แทน กลุ่มควบคุม (Control Group)

R แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Assignment)

X_1 แทน การจัดการกระทำ (Treatment) ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนา
 ความสามารถในการใช้เหตุผล

- X_2 แทน การจัดการกระทำ (Treatment) ด้วยการสอนตามคู่มือครู
 T_1 แทน การสอบก่อนการจัดการกระทำการทดลอง (Pretest)
 T_2 แทน การสอบหลังการจัดการกระทำการทดลอง (Posttest)

ในการวิจัยตามแผนการทดลองนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มตัวอย่างมา 2 ห้องเรียน จาก 6 ห้องเรียน และนำมาสุ่มอีกครั้งหนึ่ง โดยการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. สสำรวจความรู้ของกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลองด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลากลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ คือ
 - 3.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
 - 3.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท.
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดเวลาแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนการทดลอง
5. ทราบให้คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent
4. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Independent ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
5. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent
6. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t-test Dependent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนน
2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ
 - 2.1 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ คำนวณจากสูตร

$$r = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

- เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_u แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบแต่ละข้อ คำนวณจากสูตร

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

- เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำถูกในข้อนั้น
 N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ คำนวณจากสูตร KR-20

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

- เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (KR-20)
 n แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
 p แทน สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
 q แทน สัดส่วนของนักเรียนทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ $= 1 - p$
 $\sum pq$ แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือ ทั้งฉบับ
 s_t^2 แทน

2.4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัยและแบบอุปนัย ชนิดเติมคำสั้น ๆ กับชนิดเลือกตอบ คำนวณจากสูตร

$$r_{xy} = \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{\left[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2 \right] \left[N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2 \right]}}$$

- เมื่อ r_{xy} แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
- N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
- ΣXY แทน ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างคะแนนการสอบแบบเติมคำสั้น ๆ (X) และคะแนนการสอบแบบเลือกตอบ (Y)
- ΣX แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบชนิดเติมคำ
- ΣY แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนการสอบชนิดเลือกตอบ
- ΣX^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของคะแนนการสอบชนิดเติมคำ
- ΣY^2 แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสองของคะแนนการสอบชนิดเลือกตอบ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 และ 4 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ

t-test Independent ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$$t = \frac{MD_1 - MD_2}{s_{MD_1 - MD_2}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

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

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

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
	MD_1	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน กับการเรียนของกลุ่มทดลอง
	MD_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างการทดสอบหลังการเรียน กับการเรียนของกลุ่มควบคุม
	$s_{MD_1 - MD_2}$	แทน	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบ หลังการเรียนกับการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
	n_1	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม
	D_1	แทน	ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มทดลอง
	D_2	แทน	ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลองในกลุ่มควบคุม

3.2 ทดสอบสมมติฐานข้อ 2, 3, 5 และ 6 โดยวิธีการทางสถิติ

แบบ t-test Dependent คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ t แทน การแจกแจงของ t
 D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
 N แทน จำนวนคู่

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

t	แทน การแจกแจงแบบที
n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
D	แทน ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน
$\bar{X}_1$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนการทดลอง
$\bar{X}_2$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังการทดลอง
MD	แทน ค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนน
$s_{MD_1-MD_2}$	แทน ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างระหว่างการทดสอบ หลังการ เรียนของ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง

ตอนที่ 2

1. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม
2. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง
3. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง

ตอนที่ 1

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ *t-test Independent* ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$s_{MD_1-MD_2}$	t
กลุ่มทดลอง	30	22.43	29.7	7.27	0.36	9.78**
กลุ่มควบคุม	30	21.07	24.8	3.73		

$$t_{.01}(58) = 2.67$$

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตามตาราง 5 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีค่าสถิติ *t* สูงกว่า กลุ่มควบคุม ($9.78 > 2.67$)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	30	218	1860	12.90**

$$t_{.01}(29) = 2.46$$

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตามตาราง 6 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสถิติ t สูงกว่าก่อนการทดลอง ($12.90 > 2.46$)

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนการทดลองและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของสสวท.

นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มความคุมมาเปรียบเทียบ โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มความคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	D	D ²	t
กลุ่มความคุม	30	112	580	8.66**

$$t_{.01}(29) = 2.46$$

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตามตาราง 7 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มความคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสถิติ t สูงกว่าก่อนการทดลอง ($8.66 > 2.46$)

ตอนที่ 2

4. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสท.

นำค่าเฉลี่ยของผลต่างของคะแนนความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ในรูปผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง ได้ผลดังแสดงในตาราง 8

ตาราง 8 เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ข้อทดสอบ	กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	MD	$S_{MD_1=MD_2}$	t
แบบนิรนัย	กลุ่มทดลอง	30	22.00	29.70	7.7	0.49	5.51**
	กลุ่มควบคุม	30	19.87	24.87	5.0		
แบบอุปนัย	กลุ่มทดลอง	30	14.03	20.80	6.83	0.22	8.51**
	กลุ่มควบคุม	30	12.93	16.17	5.00		

$$t_{.01}(58) = 2.67$$

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 8 แสดงว่า ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยกลุ่มทดลองมีค่าสถิติ t สูงกว่ากลุ่มควบคุม ($5.51 > 2.67$ และ $8.51 > 2.67$)

5. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล นำคะแนนความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	ข้อทดสอบ	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มทดลอง	แบบนิรนัย	30	231	2309	9.86**
	แบบอุปนัย	30	205	1763	10.59**

$$t_{.01}(29) = 2.46$$

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตามตาราง 9 แสดงว่า ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของกลุ่มทดลองก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสถิติ t สูงกว่าก่อนการทดลอง ($9.86 > 2.46$ และ $10.59 > 2.46$)

6. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

นำคะแนนจากข้อทดสอบแบบเลือกตอบที่วัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	ข้อทดสอบ	n	ΣD	ΣD^2	t
กลุ่มควบคุม	แบบนิรนัย	30	150	1072	8.22**
	แบบอุปนัย	30	97	613	5.51**

$$t_{.01}(29) = 2.46$$

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่า ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของกลุ่มควบคุมก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังการทดลองมีค่าสถิติ t สูงกว่าก่อนการทดลอง ($8.22 > 2.46$ และ $5.51 > 2.46$)

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. สรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคุณครูของ สสวท. แตกต่างกัน
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ตามคุณครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
4. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคุณครู ของ สสวท. แตกต่างกัน
5. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง
6. ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ตามคุณครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อำเภอโคกสำโรง จังหวัดลพบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จากการ สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลาก คือ ห้อง 3 และ 4 ห้องละ 30 คน และนักเรียน 2 ห้องมีความสามารถทางการเรียนเท่า ๆ กัน โดยพิจารณาจากเฉลี่ยของ คะแนนการสอบเข้าเรียนต่อห้องเรียนกับค่าเฉลี่ยของคะแนนการสอบเข้าเรียนต่อของนักเรียน ทุกคนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ต่อจากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างด้วยการจับสลากอีกครั้งหนึ่ง เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคุณครูของ สสวท.

2. เครื่องมือในการศึกษาคนควา

2.1 แผนการสอนมี 2 แผน คือ

2.1.1 แผนการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้

เหตุผล

2.1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ความเข้าใจของ สสวท.

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารรอบตัว เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ทัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ .25 ถึง .71 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .21 ถึง .66 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ทัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .24 ถึง .81 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง .73 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ กับชนิดเลือกตอบ เท่ากับ 0.24

2.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย เป็นแบบทดสอบชนิด 5 ทัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .31 ถึง .67 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .39 ถึง .73 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ กับชนิดเลือกตอบ เท่ากับ 0.59

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ใช้เวลากลุ่มละ 24 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ คือ

3.2.1 กลุ่มทดลองใช้แผนการสอนตามรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล

3.2.2 กลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

3.3 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดเวลาแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ฉบับแก้ไขกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนการทดลอง

3.4 ทดลองให้คะแนน และนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติ เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ทำการสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความแปรปรวนของคะแนนของสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ในรูปของค่าของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent
4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent
5. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Independent ในรูปของค่าของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง
6. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent
7. เปรียบเทียบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการทดลอง โดยวิธีการทางสถิติแบบ t -test Dependent

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
5. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการ ทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
6. ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วย การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่า ก่อนการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จากการสอน ทั้งสองวิธี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ

การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลแตกต่างกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครูของ สสวท.
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ
เมื่อพิจารณากระบวนการเรียนการสอนในแต่ละกลุ่มจะเห็นว่า วิธีสอนทั้งสองวิธีมุ่งเน้น
ให้ผู้เรียนฝึกใช้ความคิดในการเรียนรู้ ซึ่งผลขั้นสุดท้ายจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ
ในสิ่งที่เรียน (สมเจตน์ ไวยาทารณ์ 2530 : 97) โดยในกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย
รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลนั้น เมื่อเริ่มเรียน ผู้เรียนจะได้รับ
การฝึกการคิดเป็นรายบุคคล ตามแนวคำถามจากสื่อการสอน (ชั้นวิเคราะห์หน้า) แล้วร่วมกัน
อภิปรายคำตอบของคำถามเหล่านั้นภายในกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปเป็นแนวคำตอบที่จะนำมา
อภิปรายร่วมกันระหว่างกลุ่มพร้อมกับครูในการสรุปตามเหตุผลที่ได้จากการศึกษาในสื่อ
การสอน (ชั้นวิเคราะห์หน้า) ที่เน้นการฝึกคิด เพราะการคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้าง
แนวคิดรวบยอด (สมเจตน์ ไวยาทารณ์ 2530 : 12 ; อ้างอิงมาจาก Bruner
and others. 1956 and Taba. 1965) นอกจากนั้น ยังได้มีการอภิปรายวางแผนกำหนด
ขั้นตอนการหาความรู้ที่ถูกต้อง รวมทั้งการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสมเพื่อนำไปสู่การทดลอง
แล้วจึงทำการทดลอง อันจะนำไปสู่ผลการทดลองที่เชื่อถือได้มากที่สุด จากนั้นผู้เรียนยังต้อง
สามารถอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้นอย่างสมเหตุสมผล (นิธยา กิจโร. 2530 : 112)
ในกลุ่มควบคุมครูจะเป็นผู้ใช้คำถามอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดไว้ร่วมกับ
นักเรียน เพื่อฝึกการระบุปัญหา รวมทั้งการตั้งสมมติฐานที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่การทดลอง
จากนั้นจึงทำการทดลอง ซึ่งวิธีสอนวิธีนี้นักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525 : 12)
และในขณะเดียวกัน ผู้เรียนก็จะเกิดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปพร้อมกันด้วย

จะเห็นได้ว่า การเรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถ
ด้านการใช้เหตุผล เป็นการสอนที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีระบบ
และเป็นเหตุผลมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของ นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984 :
23 - 36) ที่ได้กำหนดลักษณะทักษะการคิดที่เห็นว่า จำเป็น และส่วนใหญ่จะเป็นทักษะพื้นฐาน

ของความสามารถด้านการใช้เหตุผล คือ ความสามารถในการจัดประเภท การจัดเรียงลำดับ ความสำคัญ การเปรียบเทียบ และการสรุปอ้างอิง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมเจตน์ ไวยากรณ์ (2530 : 76 - 77) ที่ทำการทดลองโดยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลกับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม พบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 016) แตกต่างกับการสอนตามปกติในโรงเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้นการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลยัง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เนื้อหาวิชาเป็นสื่อความรู้ไปกับการฝึกพฤติกรรม การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการนำไปใช้ โดยการคิดและอภิปราย ซึ่งสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าการเรียนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.

2. การศึกษาพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากการสอนแต่ละวิธีพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล และการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ในข้อ 2 และ 3 ข้อค้นพบนี้แสดงว่า การสอนแต่ละวิธีทำให้นักเรียนมีพัฒนาการสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเหตุผลดังต่อไปนี้

ประการแรก ก่อนทำการทดลองนักเรียนในแต่ละกลุ่มยัง ไม่มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชา เมื่อได้รับการสอนที่มุ่งพัฒนาทั้งความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้ฝึกการคิด ซึ่งเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ เป็นการปรับข้อเท็จจริงที่คุ้นเคยให้เข้ากับประสบการณ์เดิม และเป็นการปรับโครงสร้างของประสบการณ์เดิมให้เข้ากับข้อเท็จจริงใหม่ (Piaget. 1962 : 58) ซึ่งทั้ง 2 ลักษณะนี้จะใช้ร่วมกันหรือสลับกัน เพื่อปรับความคิดของตนให้เข้าใจข้อเท็จจริงใหม่มากที่สุด ผลของการปรับเปลี่ยนนี้จะช่วยพัฒนาวิธีการคิดของบุคคลจากระดับหนึ่งไปสู่วิธีการคิดอีกระดับที่สูงกว่า เพื่อนำไปใช้ในการอภิปราย ให้ความหมาย ความสัมพันธ์

วางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการอย่างมีระบบ ในการค้นคว้าข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือการตั้งคำถาม ซึ่ง อนันต์ จันทรกี (2523 : 6) กล่าวว่า ในการค้นคว้าข้อเท็จจริงต่าง ๆ นั้น ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการหาเหตุผลที่จะระบุปัญหาสาเหตุของปัญหา ออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ตลอดจนระบุวิธีการที่จะนำเอาความรู้ไปใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาหรือในสถานการณ์ใหม่ ๆ ในขณะเดียวกันกลุ่มควบคุมก็ใช้การอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนมาเป็นวิธีการในการศึกษาข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อที่จะนำไปสู่การระบุปัญหา ทั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง (ภัทรา ไชยเวช.

2521 : 32) จากนั้นทั้งสองกลุ่มได้มีการฝึกปฏิบัติการทดลอง ซึ่งทรวงมหาวิทยาลัย (2525 : 116 - 117) กล่าวว่า การทดลองเป็นหัวใจของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเมื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้ฝึกปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว สิ่งที่จะได้ตามมาคือ ความรู้ ความเข้าใจ และเกิดทักษะในการแสวงหาความรู้หลายด้าน เพราะวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนอยากรู้ อยากเห็น และมีแนวคิดที่กว้างไกลยิ่งขึ้น (สุรศักดิ์ นิยมคำ. 2517 : 124 - 125) สอดคล้องกับที่คณะกรรมการพัฒนาชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ของ ทรวงมหาวิทยาลัย (2525 : 58 - 84) ที่กล่าวว่าวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ประกอบด้วยความรู้ และกระบวนการแสวงหาความรู้ ถ้าผู้เรียนได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาแล้ว ในส่วนที่เป็นตัวความรู้ก็จะตามมาด้วย เมื่อสิ่งเหล่านี้วัดออกมาในรูปของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จึงปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองจะสูงกว่าก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่ม

ประการที่สอง วิธีสอนในแต่ละวิธีที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดที่จะนำความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ มาผสมผสานกันในการที่จะระบุปัญหาและหาคำตอบของปัญหาในแต่ละสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บักกี (Bagey. 1971 : 2543-A) ที่พบว่า ในการเรียนการสอน ถ้าผู้เรียนได้รับการฝึกให้เกิดความคิดที่จะนำความรู้หลาย ๆ ด้านมาผสมผสานกันในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบของปัญหาแล้ว จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

ประการสุดท้าย ผู้เรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอยู่ในสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน จึงมีลักษณะยั่วยู่ให้ผู้เรียน อยากรู้ อยากเห็น ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นคว้าหาความรู้ โดยครูเป็นผู้จัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าของผู้เรียน และให้โอกาสผู้เรียนได้มีการใช้ความคิดเห็นของตนเอง (สุวัธน์ นิยมคำ. 2517 : 125 - 126) สอดคล้องกับหลักจิตวิทยาทั่วไปที่ พยอม วงศ์สารศรี (2526 : 156 - 176) กล่าวว่า บุคคลต้องการที่จะมีความสำเร็จในชีวิต เป็นตัวของตัวเอง เป็นที่ยอมรับและได้รับการยกย่องจากผู้อื่น จึงมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น ประกอบกับการเรียนในภาคเรียนที่ทำการทดลองนี้ เป็นภาคแรกของปีการศึกษา ผู้เรียนที่อยู่ในสถานการณ์แวดล้อมใหม่จะมีความกระตือรือร้นในการปรับตัว (สุชา จันทน์เอม. 2527 : 135 - 139)

ดังนั้น วิธีการสอนทั้งสองวิธี ซึ่งต่างก็มุ่งให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิด และเกิดทักษะต่าง ๆ ในการเรียนการสอน จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ สามารถทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการในการเรียนรู้ เป็นผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีคะแนนการหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

จากการสอนทั้งสองวิธี พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมชั้นวิเคราะห์หน้า และขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ที่จัดให้กลุ่มทดลองเป็นสิ่งแปลกใหม่สำหรับผู้เรียนในการสร้างสถานการณ์ที่ชวนให้เกิดความสงสัย เป็นการดึงดูดความสนใจในการคิดของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างมีเหตุผล (เสริมศรี เสวตมาร และสาส์ งามศิริ. 2521 : 96) และยังเป็นการจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นที่จะแสดงออก ซึ่งความสามารถในการคิดและการกระทำ อันเป็นการส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความคิดเป็นเหตุเป็นผลเชิงตรรกศาสตร์สูงขึ้น ถึงผลการศึกษาของ ยูเซป (เพเบอร์ หักนิณ 2523 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Yoosaf. n.d.) ที่พบว่า การให้

การรู้อใจหรือให้เหตุผลแก่ผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ให้ดีกว่าวิธีอื่น ๆ และจากการศึกษาของ นอร์วอล (Norval. 1970 : 95 - 102) ที่พบว่า วิธีสอนที่ปรับปรุงมาจากวิธีการของ ชุคแมน ที่เน้นการคิดวิเคราะห์แบบต่าง ๆ ก่อให้เกิดการคิดวิเคราะห์แบบจำแนกประเภท แบบโยงความสัมพันธ์ และแบบสรุปอ้างอิงนั้นแตกต่างกับวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนั้น การสอนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล และแสดงเหตุผลให้ผู้อื่นได้ทราบโดยการพูดหรือการอภิปราย ซึ่งสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ให้ดีกว่าการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. อีกด้วย

นอกจากนั้น การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ค้นพบข้อเท็จจริงที่สำคัญประการหนึ่ง คือ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ชนิดเติมคำสั้น ๆ และชนิดเลือกตอบมีค่าเท่ากับ 0.24 แบบนิรนัยและแบบอุปนัยมีค่าเท่ากับ 0.59 ซึ่งเป็นค่าสหสัมพันธ์ที่ต่ำ แสดงว่า แบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ ทั้งแบบนิรนัยและแบบอุปนัย วัดทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แทนแบบทดสอบชนิดเลือกตอบไม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับที่ ชวาล แพร์ติกุล (2520 : 3) สรุปไว้ว่าแบบทดสอบที่ใช้ในปัจจุบันมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีจุดมุ่งหมายและวัดความสามารถในการวัดแตกต่างกัน ดังนั้นในการนำแบบทดสอบ ไปใช้จึงต้องระมัดระวัง เลือกใช้แบบทดสอบให้ถูกต้อง หรือเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

2. การศึกษาพัฒนาการของความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์จากการสอนแต่ละวิธี พบว่า ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล และนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 5 และ 6 ข้อค้นพบนี้แสดงว่า การสอนทั้งสองวิธี ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สูงขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนการสอนของทั้งสองกลุ่ม มุ่งให้ผู้เรียน คิดเป็น ทำเป็น และส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทั้งนี้ พรวิภา ทูลเกษ (2524 : 21) กล่าวถึงหลักสำคัญ

ของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ว่า กิจกรรมการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น รับฟังความคิดเห็นของกันและกัน และสนุกสนานต่อการค้นคว้าหาความรู้ตามแนวคิดของตนเอง ซึ่งบรรยาภาสทั้งกล่าวจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดอย่างมีเหตุผล สอดคล้องกับแนวคิดของ โรเจอร์ (Roger. 1970 : 146) ที่กล่าวว่า ภาวะที่ส่งเสริมให้บุคคลกล้าคิด ได้แก่ ภาวะที่บุคคลนั้นมีอิสระในการคิดโดยไม่ถูกวิพากษ์วิจารณ์ เพราะเป็นการคิดที่ยึดหลักเกณฑ์คิดจากเหตุใหญ่ไปสู่เหตุย่อย มีรูปแบบทางตรรกศาสตร์ที่แน่นอน มีระเบียบแบบแผน เป็นการคิดจากข้อมูลย่อย ๆ โดยสังเกตจากสิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน แตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกัน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์สิ่งย่อย ๆ จากข้อเท็จจริง ข้อมูล ตลอดจนปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ใ้มีการเปรียบเทียบแยกแยะเป็นผลทำให้ผู้เรียนต้องใช้เหตุผลในการคิด และการคิดของผู้เรียนจะสูงขึ้นเมื่อได้รับการกระตุ้นให้คิด (Carter. 1968 : 688 and McNulty. 1981 : 82-A) ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการทางด้านความคิดของ เพียเจต์ ที่กล่าวว่า ขั้นตอนปฏิบัติการด้วยนามธรรม ของเด็กอายุโดยเฉลี่ย 11 - 16 ปี เป็นขั้นเริ่มต้นของการพัฒนาที่จะเปลี่ยนแปลงกระบวนการคิดที่อยู่ในรูปแบบเหตุผลทางตรรกศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา ที่สามารถมองเห็นจับต้องได้ พัฒนาขึ้นมาอยู่ในขั้นของกระบวนการคิดที่อยู่ในรูปแบบเหตุผลทางตรรกศาสตร์เชิงนามธรรม (พรรณี ชูหทัย. 2522 : 59)

แสดงว่า วิธีการสอนทั้ง 2 วิธีนี้ ต่างก็มุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักใช้เหตุผลมาสนับสนุนในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับความเป็นจริงของข้อมูล จึงเป็นผลทำให้ความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มนั้น มีคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1.1 การสอนตามแผนการสอนของรูปแบบการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลนั้น เสียเวลาในชั้นวิเคราะห์หน้ามาก ทำให้ผู้สอนต้องเร่งเวลาในชั้นส่งเสริมความรู้

ดังนั้นครู อาจารย์ ที่จะนำแผนการสอนนี้ไปใช้ ต้องนำไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับผู้เรียน และควรเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ด้วย

1.2 ครู อาจารย์ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ควรนำ การสอนโดยใช้รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล ไปใช้ร่วมกับการสอน แบบอื่น เพื่อเสริมวิธีการสอนวิธีอื่นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะนักเรียนจะมีโอกาส ฝึกคิดในหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกแบบมีเหตุผล เชิงตรรกศาสตร์อันจะส่งเสริมให้ นักเรียนได้พัฒนาความคิดในทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

1.3 ครู อาจารย์ ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาควรให้ความสำคัญกับ กิจกรรมการคิดและการอภิปรายให้มากขึ้น เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดสืบเสาะหา ความรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเอง อันจะนำไปสู่ความสามารถ ในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาดูผลการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้าน การใช้เหตุผลกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอื่น ที่ไม่มีครู เป็นผู้นำแนะ เช่น บทเรียนโปรแกรม เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาดูผลการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถ ด้านการใช้เหตุผลกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา ความคงทนในการเรียนรู้ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.3 ควรมีการศึกษาดูผลการสอนของรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถ ด้านการใช้เหตุผลกับกลุ่มตัวอย่างในระดับชั้นอื่น ๆ และกลุ่มตัวอย่างที่แตกต่างกัน เช่น ความสามารถทางการเรียน เพศ ถิ่นที่อยู่ และสภาพแวดล้อม เป็นต้น

2.4 เพื่อให้ผลการวิจัยถูกต้องและเชื่อถือได้ ควรควบคุมจำนวนผู้เรียน ให้ครบตามจำนวนตลอดการทดลองด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมล นลิกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรก. กับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. อักสำเนา.
- กอสักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษากาไรใช้ค่าตามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.
- กิริติ บุญเจือ. ตรรกวิทยาทั่วไป พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2528.
- ไชศรี อภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบวิทยาการสืบเสาะแสวงหาความรู้," ข่าว สสวท. 9(4) : 5 - 7 ; กรกฎาคม - กันยายน 2525.
- คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิควิสตุอุปกรณการสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2525. อักสำเนา.
- จรรยา สุวรรณพัก. "การทดลองสอนเชิงกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ แก่เด็กไทยระดับ 7 - 8 ขวบ," ใน รายงานการวิจัย ฉบับที่ 20. หน้า 13 - 19. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519
- จิระวัฒน์ วงศ์สวัสดิวัฒน์. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเักที่จบชั้น ป. 4 ภาคการศึกษาที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2507. อักสำเนา.

ฉวีวรรณ กีนาวงศ์. หลักการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์

พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก, 2527.

ชวาล เทวีกฤง. เทคนิคการเขียนข้อทดสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.

ชัยสงคราม เครือหงส์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิง
ตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อักสำเนา.

เชิดศักดิ์ โสวาสน์. การป้อนมรรณภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. วิทยานิพนธ์
กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

อักสำเนา.

ทองหล่อ วงศ์อินทร์. ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็น ของนักเรียนที่จบที่โรงเรียนศึกษา
ทอนตัน ปีการศึกษา 2514 ภาคการศึกษา 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.

ธีระชัย ปุณณโชติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," วารสารสามัญศึกษา, 10 :
34 ; มิถุนายน 2516.

นิตยา กิจโร. การศึกษานอกระบบการฝึกทักษะการตั้งคำถามของนักเรียนในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสำเนา.

บังอร ศิลนะชัย. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง
การใช้พลังงาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
กับวิธีสอนแบบบอกให้รู้. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2523. อักสำเนา.

ปรีชา ก่อวิเศษ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อักสำเนา.

- ปรีชา ช้างขวัญยืน. การใช้เหตุผล. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วิชาการ, 2523.
- ปรีชา วงศ์ศิริ. "การสังเกตทางวิทยาศาสตร์," ข่าว สสวท. 11(4) : 2 - 5 ; กรกฎาคม 2526.
- ประวิทย์ ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิทยาศาสตร์แผนใหม่. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประเสริฐสุภมาศตรา, ชุน. ตรรกวิทยา. พระนคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย, 2494.
- ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาลักษณะของการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐาน และการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักษราเนา.
- ปานใจ สุขสวัสดิ์, ม.ร.ว. และเสรี วงษ์มณฑา. ตรรกวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2517.
- ปิ่นนักร อุณนະนันท์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใน จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527. อักษราเนา.
- พุทธหาสภิกขุ. การศึกษาคืออะไร. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สื่อธรรมวิชาการพิมพ์ทานิธ, 2517.
- พรวดี ชูหัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : วรุฒิการพิมพ์, 2522.
- พรวดี ภวภูตานนท์. ความสัมพันธ์และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้การเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักษราเนา.

- พรวินา พูลเกษ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524. อักษรสำเนา.
- พยอม วงศ์สารศรี. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : สารเสริมชี, 2526.
- เพียว หักนิม. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางภาษาของนักเรียนชั้นประถม
ปีที่ 4 โดยใช้แบบฝึกหัดการเขียนอย่างสร้างสรรค์ที่นักเรียนเขียนได้อย่างอิสระ
กับครูเป็นผู้กำหนดเนื้อเรื่อง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักษรสำเนา.
- พิศาว สร้อยสุนทร. ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ : เขียนอย่างไรให้มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ :
กรมวิชาการ, 2525.
- ภัทรา ไชยเวช. วิธีสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี). ชลบุรี : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางแสน, 2521. ฉายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัย, พวง. คณะกรรมการพัฒนาชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์.
ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : พวง
มหาวิทยาลัย, 2525. อักษรสำเนา.
- มังกร ทองสุกสี. "โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์," เอกสารการนิเทศการศึกษา
ฉบับที่ 201. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2521.
- บุทา ทัศนเจริญ. หนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ว101. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
คุรุสภา, 2531.
- รุ่งเรือง บุญไธสง. ตรรกศาสตร์. เชียงใหม่ : พระสังกการพิมพ์, 2513.
- ฉวน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
บริษัท ศึกษาแพ จำกัด, 2528.
- วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนของนักเรียนชั้น มศ. 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อักษรสำเนา.

วราภรณ์ ชัยโสภาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน
มัธยมศึกษา. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม,
2521.

วิรงรอง โรจนกุล. การศึกษานอกระบบทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผนภาพโปร่งใส
ประกอบและการสอนตามคู่มือครู. ปรินญาพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสำเนา.

วีรบุษ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :
อำนวยการพิมพ์, 2521.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.

ศึกษาพิเศษ กรมสามัญศึกษา, หน่วย. "การศึกษาเปรียบเทียบนอกระบบทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา
ทั่วประเทศ," วารสารวิจัยทางการศึกษา 1 : 79 - 98 ; มกราคม -
มีนาคม 2527.

สมจิต ชวชนไพฑูรย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมเจตน์ ไวยการณ. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.
ปรินญาพนธ์ กศ.ก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อักสำเนา.

สมสุข ชีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนและสอบสวนและแบบค้นพบ,"
ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8 - 15.
หน้า 38 - 48. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2526.

- สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. ปรินธิพานิช กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- สามารถ วีรสัมฤทธิ์. สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปรินธิพานิช กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512. อักสำเนา.
- สุชา จันทน์เอม. จิตวิทยาทั่วไป (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2527.
- สุรินทร์ ผลกล้วย. การศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการคำนวณธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและชนบท. ปรินธิพานิช กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.
- สุวรรณ เพชรนิล. ตรรกวิทยาอุปนัย. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2520.
- สุวิทย์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2517.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. รายงานการวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตามหลักสูตร 2503 และนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร สสวท. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2519, อักสำเนา.
- _____. เอกสารอ่านประกอบอันที่ 10 การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การประเมินผล. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2519. อักสำเนา.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. สรุปผลการวิจัยสมรรถภาพ

การสอนของครู. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2520. อักษรย่อ.

เสริมศรี เสวตมร และชาติ งามศิริ. "การวิเคราะห์วิธีการสอบถาม Inquiry,"
วารสารครูศาสตร์. ฉบับพิเศษ : 68 - 79 ; กรกฎาคม - สิงหาคม 2521.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2.

ปริญญาพนธ์ กศ.ก. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2523. อักษรย่อ.

อมร ไชยวิเศษวงศ์. กรรมวิธีวิทยา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยราชภัฏ,
2521.

อุณา นพคุณ, จันทร์เพ็ญ เชื้อทานิช และปัทม เมฆาคณวชิ. คุณลักษณะของประชากร
ในกรุงเทพมหานครตามเป้าหมายทางการศึกษา : สภาพปัจจุบันและแนวโน้ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526. อักษรย่อ.

Australian Science Education Project. "Inquiry Approach," in A Guide to ASEP. Australian Science Education Project, 1974.

Basmajian, Ronald Keith. "The Relationship between Piagetian Cognitive Maturity and Scholastic Success of Students Enrolled in an Audio-Tutorial Biology Program," Dissertation Abstracts International. 39 : 210-A; July, 1978.

Black, Max. An Introduction to Logical and Scientific Method Critical Thinking. New York : Prentice-Hall, 1955.

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Education Objectives Handbook 1 : Cognitive Domain. London : Longman Inc., 1972.

Brandt, Ron. "Teaching of Thinking, for Thinking, about Thinking," Educational Leadership. 42(1) : 3; September 1984.

Buggy, Lesley J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Second Grade Children," Dissertation Abstracts International. 32(5) : 2543-A; November 1971.

- Carin, Arthur A. and Sund, Robert B. Teaching Science Through Discovery. 3rd ed. Columbus, Ohio : C.E. Merrill, 1975.
- Carter, Jack L. "The Authoritarian U.S. the Inquiry Approach," School Science and Mathematics. LXVIII(8) : 686 - 688; November 1968.
- Copi, Irving M. Introduction to Logic. 3rd ed. New York : The Macmillan Company, 1968.
- Davis Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39 : 4164-A; January, 1976.
- Ennis, Robert H. Ordinary Logic. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice Hall Inc., 1969.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : McGraw-Hall Company, 1973.
- Hill, Perter W. "Testing Hierachy in Educational Taxonomies : A Theoretical and Empirical Investigation," Evaluation in Education. B(3) : 181 - 240; 1984.
- Karplus, R. "Science Teaching and Development of Reasoning," Journal of Research in Science Teaching. 14(2) : 169 - 175, 1977.
- Kolebas, Particia. "The Effect on the Intelligence, Reading Mathematics and Interest in Science Level of Third Grade Students Who Have Participated in Science - A Process Approach since First Entering School," Dissertation Abstracts International. 32 : 4443-A; February, 1972.
- Kuslan, Louis I. and Stone, A. Harris. Teaching Children Science : an Inquiry Approach. Third Printing. California ; Wadsworth Publishing Co., 1969.
- Krathwohl, David R., Bloom, Benjamin S. and Masia, Bertram B. Taxonomy of Educational Objectives Handbook II : Affective Domain. Six Printing. New York : David Makay Company Inc., 1969.
- Loren, Lutes. "The Relationship between Piagetian Logical Operations Level and Achievement in Intermediate Science Curriculum Study," Dissertation Abstracts International. 40 : 6135-A; June 1980.
- McNulty, Darlen Marionette. "An Examination of the Quality of Fourth Grade Childrens' Creative from Three Approaches of Motivation Inrolling Stimulus Questioning and Verbal Interaction," Dissertation Abstracts International. 42(01) : 82-A; July, 1981.

- Meeker, M.N. The Structure of Intellect : Its Interpretation and Uses. Columbus : Charles E. Merrill, 1969.
- Nickerson, Raymond S. "Kinds of Thinking Taught in Current Programs," Educational Leadership. 42(1) : 26 - 36; September, 1984.
- Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. Vol 7. : 95 - 102; April, 1970.
- O'Brien, T.C. and Shapiro, B.J. "The Development of Logical Thinking in Children," American Education Research Journal. 5(4) : 531 - 543; November, 1968.
- Olarinoye, Raphael Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39: 4848-A; February, 1974.
- Papert, S. Mindstorms. New York : Basic Books, 1980.
- Piaget, J. and Inhelder, B. The Psychology of the Child. New York : Basic Books, 1969.
- Polanski, Harold. "Piaget's Logical Operation and Science Content Comprehension," Dissertation Abstracts International. 35 : 5952A - 5953A; March, 1975.
- Roberge, James J. "A Study of Children's Abilities to Reasoning with Basic Principles of Deductive Reasoning," American Education Research Journal. 7(4) : 583 - 596; November, 1970.
- Roger, G.P. "Towards a Theory of Creative," in Creativity. Harmondsworth : Penguin Book Ltd., 5 : 146 - 149; 1970.
- Salmon, Wesley C. Logic. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall Inc., 1973.
- Sayre, Steve and Ball, Daniel W. "Piagetian Cognitive Development and Achievement in Science," Journal of Research in Science Teaching. 12 : 165 - 174; April, 1975.
- Searles, Herbert L. Logic and Scientific Method. 2nd ed. New York : The Ronald Press Co., 1956.
- Sigler, Irving E. "A Constructivist Perspective for Teaching Thinking," Educational Leadership. 42(3) : 18 - 21; November, 1984.

- Smith, S.A. "Relationship between Piagetian Stages of Cognitive Development and Scholastic in High School," Dissertation Abstracts International. 42(1) : 165A - 166A; June, 1981.
- Steele, Cheryl. "Student - Assisted Instruction (SAI) : Teaching as We Learn," NASSP Bulletin. 68(5) : 84 - 87; January, 1985.
- Suchman, Richard J. "Inquiry : Inquiry in the Curriculum," The Structure. 1966.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. 2nd ed. Ohio : Bell and Howell Company, 1973.
- Texley, Juliana Trempler. "The Development of a Group Test of Formal Operational Logic in the Content Area of Environmental Science," Dissertation Abstracts International. 41 : 4351-A; April, 1981.
- Unruh, Roy. "The Relationships between Piagetian Levels of Cognitive Development, Cerebral Hemispheric Dominance and Achievement in Introductory College Science Courses," Dissertation Abstracts International. 39 : 2169-A; October, 1978.

ကာကွယ်ရေး

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 11 แสดงการจัดที่นั่งเข้าห้องเรียนในลักษณะคละกัน

	ห้องเรียน					
	ม.1/1	ม.1/2	ม.1/3	ม.1/4	ม.1/5	ม.1/6
ลำดับที่ในการสอบเข้าศึกษาต่อ	1	2	3	4	5	6
	12	11	10	9	8	7
	13	14	15	16	17	18
	24	23	22	21	20	19
	25	26	27	28	29	30
	36	35	34	33	32	31
	37	38	39	40	41	42
	48	47	46	45	44	43
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.
	204	203	202	201	200	199
	205	206	207	208	209	210
	216	215	214	213	212	211
	217	218	219	220	221	222
	228	227	226	225	224	223
	229	230 233*	231 232*	232 231*	233 230*	229*

*หมายเหตุ เป็นการปรับเพื่อให้ค่าคะแนนเฉลี่ยของแต่ละห้องอยู่ในช่วง ± 0.5 เมื่อเทียบกับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด

ตาราง 12 แสดงค่าเฉลี่ยคะแนนของการสอบเข้าศึกษาต่อในคณะห้องเรียน

ห้องเรียน	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6
ค่าเฉลี่ยคะแนน ต่อทางกับคะแนน เฉลี่ยรวม	24.29	23.87	23.82	23.80	23.77	23.77
	0.41	-0.01	-0.06	-0.08	-0.11	-0.11

ตาราง 13 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
1	.46	.30	21	.31	.27
2	.66	.21	22	.52	.32
3	.47	.48	23	.50	.43
4	.54	.40	24	.70	.50
5	.54	.21	25	.49	.34
6	.47	.41	26	.59	.64
7	.68	.29	27	.56	.48
8	.29	.29	28	.55	.64
9	.38	.32	29	.50	.54
10	.46	.48	30	.40	.34
11	.47	.41	31	.23	.32
12	.50	.57	32	.64	.54
13	.46	.23	33	.25	.32
14	.43	.43	34	.71	.27
15	.50	.36	35	.44	.45
16	.55	.45	36	.56	.66
17	.49	.34	37	.62	.63
18	.37	.27	38	.55	.57
19	.38	.32	39	.50	.57
20	.50	.56	40	.61	.46

ตาราง 14 แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว

ข้อ	p	$q=1-p$	pq	ข้อ	p	$q=1-p$	pq
1	.46	.54	.25	21	.31	.69	.21
2	.66	.34	.22	22	.52	.48	.25
3	.47	.53	.25	23	.50	.50	.25
4	.54	.46	.25	24	.70	.30	.21
5	.54	.46	.25	25	.49	.51	.25
6	.47	.53	.25	26	.59	.41	.24
7	.68	.32	.22	27	.56	.44	.25
8	.29	.71	.21	28	.55	.45	.25
9	.38	.62	.24	29	.50	.50	.25
10	.46	.54	.25	30	.40	.60	.24
11	.47	.53	.25	31	.23	.77	.18
12	.50	.50	.25	32	.64	.36	.23
13	.46	.54	.25	33	.25	.75	.19
14	.43	.57	.25	34	.71	.29	.21
15	.50	.50	.25	35	.44	.56	.25
16	.55	.45	.25	36	.56	.44	.25
17	.49	.51	.25	37	.62	.38	.24
18	.37	.63	.23	38	.55	.45	.25
19	.38	.62	.24	39	.50	.50	.25
20	.50	.50	.25	40	.61	.39	.24

$$\Sigma pq = 9.55$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{40}{39} \left[1 - \frac{9.55}{120.43} \right] \\
 &= 1.02 [1 - .079] \\
 &= 0.95
 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารรอบตัว ฉบับนี้
มีค่าเท่ากับ 0.95

ตาราง 15 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย

ข้อ	p	r
1	.50	.36
2	.72	.41
3	.66	.61
4	.31	.20
5	.66	.50
6	.51	.70
7	.56	.73
8	.27	.21
9	.33	.20
10	.47	.70
11	.57	.57
12	.81	.27
13	.35	.38
14	.62	.59
15	.72	.52
16	.55	.50
17	.24	.20
18	.56	.55
19	.50	.46
20	.46	.48

ตาราง 16 แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษา
เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัย

ข้อ	p	$q=1-p$	pq
1	.50	.50	.25
2	.72	.28	.20
3	.66	.34	.22
4	.31	.69	.21
5	.66	.34	.22
6	.51	.49	.25
7	.56	.44	.25
8	.27	.73	.20
9	.33	.67	.22
10	.47	.53	.25
11	.57	.43	.25
12	.81	.19	.15
13	.35	.65	.23
14	.62	.38	.24
15	.72	.28	.20
16	.55	.45	.25
17	.24	.76	.18
18	.56	.44	.25
19	.50	.50	.25
20	.46	.54	.25

$$\sum pq = 4.52$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบปรนัย

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{20}{19} \left[1 - \frac{4.52}{15.95} \right] \\
 &= 1.053 \left[1 - .28 \right] \\
 &= 0.76
 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบปรนัยฉบับนี้มีค่าเท่ากับ 0.76

ตาราง 17 แสดงค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ แบบอุปนัย

ข้อ	p	r
1	.64	.61
2	.38	.39
3	.67	.55
4	.61	.50
5	.57	.64
6	.47	.59
7	.41	.57
8	.60	.66
9	.45	.46
10	.46	.73
11	.48	.71
12	.49	.70
13	.50	.64
14	.59	.71
15	.55	.59
16	.32	.46
17	.49	.63
18	.45	.46
19	.31	.41
20	.47	.52

ตาราง 18 แสดงค่า p ค่า q และค่า pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิด
หาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบอุปนัย

ข้อ	p	$q=1-p$	pq
1	.64	.36	.23
2	.38	.62	.24
3	.67	.33	.22
4	.61	.39	.24
5	.57	.43	.25
6	.47	.53	.25
7	.41	.59	.24
8	.60	.40	.24
9	.45	.55	.25
10	.46	.54	.25
11	.48	.52	.25
12	.49	.51	.25
13	.50	.50	.25
14	.59	.41	.24
15	.55	.45	.25
16	.32	.68	.22
17	.49	.51	.25
18	.45	.55	.25
19	.31	.69	.21
20	.47	.53	.25

$$\Sigma pq = 4.83$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบอุปนัย

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{20}{19} \left[1 - \frac{4.83}{26.19} \right] \\
 &= 1.053 \left[1 - 0.18 \right] \\
 &= 0.86
 \end{aligned}$$

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบอุปนัยฉบับนี้มีค่าเท่ากับ 0.86

ตาราง 19 แสดงคะแนนความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์แบบนิรนัยชนิด
เติมคำสั้น ๆ (x) และชนิดเลือกตอบ (y)

คนที่	x	y	xy	x^2	y^2	คนที่	x	y	xy	x^2	y^2
1	13	10	130	169	100	16	13	13	169	169	169
2	10	13	130	100	169	17	10	15	150	100	225
3	12	13	156	144	169	18	15	11	165	225	121
4	14	16	224	196	256	19	12	16	192	144	256
5	11	16	176	121	256	20	12	16	192	144	256
6	12	17	204	144	289	21	10	12	120	100	144
7	10	16	160	100	256	22	11	14	154	121	196
8	18	17	306	324	289	23	13	19	247	169	361
9	10	14	140	100	196	24	10	12	120	100	144
10	12	14	168	144	196	25	10	11	110	100	121
11	15	17	255	225	289	26	13	12	156	169	144
12	10	14	140	100	196	27	12	12	144	144	144
13	13	11	143	169	121	28	10	13	130	100	169
14	12	19	228	144	361	29	15	16	240	225	256
15	12	16	192	144	256	30	13	15	195	169	225

$$\Sigma x = 363$$

$$\Sigma y = 430$$

$$\Sigma xy = 5236$$

$$\Sigma x^2 = 4503$$

$$\Sigma y^2 = 6330$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิง
ตรรกศาสตร์แบบปรนัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ (x) และชนิดเลือกตอบ (y)

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2] [N \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}} \\
 &= \frac{(30 \times 5236) - (363 \times 430)}{\sqrt{[(30 \times 4503) - (363)^2] [(30 \times 6330) - (430)^2]}} \\
 &= \frac{990}{4074} \\
 &\approx 0.24
 \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิง
ตรรกศาสตร์แบบปรนัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ และชนิดเลือกตอบมีค่าเท่ากับ 0.24

ตาราง 20 คะแนนความสามารถในการศึกษาเพื่อส่งกระทรวงแบบอุปนัยชนิดเติมค่า
ชั้น x และชนิดเลือกคณ y

คนที่	x	y	xy	x^2	y^2	คนที่	x	y	xy	x^2	y^2
1	9	10	90	81	100	16	10	14	140	100	194
2	10	12	120	100	144	17	10	12	120	100	144
3	9	11	99	81	121	18	12	13	156	144	169
4	10	11	110	100	121	19	10	14	140	100	196
5	10	17	170	100	289	20	12	18	216	144	324
6	13	18	234	169	324	21	10	12	120	100	144
7	11	10	110	121	100	22	12	17	204	144	289
8	11	16	176	121	256	23	10	17	170	100	289
9	9	11	99	81	121	24	10	12	120	100	144
10	12	14	168	144	196	25	10	12	120	100	144
11	11	13	143	121	169	26	11	14	154	121	196
12	10	13	130	100	169	27	10	7	70	100	49
13	13	12	156	169	144	28	8	8	64	64	64
14	12	17	204	144	289	29	10	15	150	100	225
15	13	16	208	169	256	30	11	17	187	121	289

$$\sum x = 319$$

$$\sum y = 403$$

$$\sum xy = 4348$$

$$\sum x^2 = 3439$$

$$\sum y^2 = 5659$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิง
ตรรกศาสตร์แบบอุปนัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ (x) และชนิดเลือกตอบ (y)

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{[N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2][N \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}} \\
 &= \frac{(30 \times 4348) - (319 \times 403)}{\sqrt{[(30 \times 3439) - (399)^2][(30 \times 5659) - (403)^2]}} \\
 &= \frac{1883}{1409 \times 7361} \\
 &= \frac{1883}{3220} \\
 &\approx 0.59
 \end{aligned}$$

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิง
ตรรกศาสตร์แบบอุปนัยระหว่างแบบทดสอบชนิดเติมคำสั้น ๆ และชนิดเลือกตอบมีค่าเท่ากับ 0.59

ภาคผนวก ข

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรม
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
เรื่อง สารรอบตัว

ตาราง 21 การวิเคราะห์พฤติกรรมของการางข้อสอบตามหัวข้อ เรื่อง สารรอบตัว

คพ	หัวข้อ พฤติกรรม	ความรู้ ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	รวม
	สารรอบตัว					
1	-การจำแนกสารรอบตัว	-	-	1	-	1
3	-การแยกสารเนื้อผสม	1	2	1	1	5
4	-การแยกสารเนื้อเดียว	1	1	1	1	4
4	-สารละลาย	1	3	3	1	8
1	-สารบริสุทธิ์	1	1	1	-	3
	สารที่ใช้ในบ้าน					
5	-ความเป็นกรดเบส ของสารที่ใช้ในบ้าน	1	3	2	2	8
2	-สารที่ใช้ในการ ทำความสะอาด	1	1	1	1	4
2	-พิษอันตรายที่เกิด จากการใช้สารบางชนิด	1	1	2	-	4
2	-หลักการใช้สาร โดยทั่วไป	1	1	1	-	3
24	รวม	8	13	13	6	40

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เรื่อง สารรวมตัว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เวลา 50 นาที

40 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนขีดเครื่องหมาย X ลงในช่อง ☐ ของตัวเลือก ก, ข, ค, ง และ จ ของแต่ละข้อคำถามในกระดาษคำตอบ ตามที่นักเรียนพิจารณาเห็นว่า คำตอบใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดหรือใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด เพียงคำตอบเดียว

1. เมื่อบอกว่า "น้ำเชื่อมเป็นของเหลว น้ำตาลทรายเป็นของแข็ง" เราจะใช้เกณฑ์ในข้อใดในการจำแนกสาร
 - ก. สถานะของสาร
 - ข. รสชาติของสาร
 - ค. ชนิดของสาร
 - ง. ลักษณะของเนื้อสาร
 - จ. ลักษณะของประสมสัมผัส
2. ข้อใดเป็นการแยกสารเนื้อผสมโดยวิธีทางกายภาพ
 - ก. การกรอง การระเหยจนแห้ง และการระเหิด
 - ข. การกลั่น การตกผลึก และการใช้แม่เหล็กดูด
 - ค. การเขี่ยออก การหมักออก และการร่อนออก
 - ง. การกรอง การตกผลึก และการร่อนออก
 - จ. ถูกทุกข้อ
3. การแยกสารเนื้อผสม ทำเพื่อประโยชน์อะไร
 - ก. เพื่อแยกสารเนื้อผสมนั้นให้เป็นกองย่อย ๆ
 - ข. เพื่อแยกเอาสารที่เป็นส่วนประกอบออกจากกัน
 - ค. เพื่อแยกเอาของแข็งออกจากของเหลว
 - ง. เพื่อแยกเอาก๊าซออกจากของเหลว
 - จ. เพื่อแยกเอาก๊าซออกจากของแข็ง

4. ถ้ามีฝุ่นผงอยู่ในน้ำเชื่อม เราควรใช้วิธีใดในการแยกเอาฝุ่นผงออก
- การกลั่น
 - การกรอง
 - การต้มจนน้ำระเหยแห้ง
 - ทิ้งทิ้งไว้ให้ระเหิด
 - วิธีโครมาโทกราฟี
5. ถ้าต้องการแยกน้ำเชื่อมให้ออกเป็นน้ำตาลและน้ำควรใช้วิธีใด
- การกลั่น
 - การกรอง
 - ห่าให้น้ำตาลตกผลึก
 - ทิ้งทิ้งไว้ให้ของเหลวแยกเป็นชั้น
 - ทิ้งทิ้งไว้ให้น้ำตาลระเหิดออกไปเอง
6. นักเรียนสรุปผลจากการทดลอง ดังแสดงในตารางนี้ได้อย่างไร

สิ่งที่สังเกต	ผลการสังเกต
1. ลักษณะเนื้อสารหมายเลข 1	บางส่วนเป็นผงสีขาว บางส่วนเป็นผงสีขาว หยาบบ้าง ละเอียบบ้าง
2. สารหมายเลข 1 ผสมในน้ำ	ของเหลวขุ่น มีสารสีขาวลอยอยู่ที่ผิวหน้า
3. สิ่งที่ตกบนกระดาษกรอง	สารสีขาว

- การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติการ เปลี่ยนสถานะ
- การแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติของการระเหิด
- การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมที่ไม่ละลายน้ำ ทำได้โดยการกรอง
- การแยกองค์ประกอบของสารที่ละลายน้ำได้ ทำได้โดยการระเหยจนแห้ง
- การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสม ซึ่งมีองค์ประกอบที่ถูกแม่เหล็กดูดได้

7. ข้อใดเป็นสารเนื้อเยื่อที่มีส่วนประกอบเป็นสารที่มีสถานะต่างกัน
- น้ำเกลือ
 - น้ำเชื่อม
 - น้ำนมโมเนีย
 - น้ำตาลหีบหิม
 - ถูกทุกข้อ
8. ข้อใดเป็นสารเนื้อเยื่อที่มีส่วนประกอบเป็นสารที่มีสถานะเหมือนกัน
- นาก
 - น้ำเกลือ
 - น้ำเชื่อม
 - น้ำยาลอม
 - ถูกทุกข้อ
9. ทำไมจึงกล่าวว่า น้ำหวานเป็นสารละลาย
- มีสีเดียวกัน
 - มีน้ำเป็นตัวถูกละลายของสารละลายน้ำหวาน
 - น้ำตาลเป็นตัวทำละลายของสารละลายน้ำหวาน
 - ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียวและเป็นของเหลว
 - ประกอบด้วยสารมากกว่าชนิดหนึ่งและรวมเป็นเนื้อเดียวกัน
10. ในการทดสอบสารเนื้อเยื่อชนิดหนึ่ง พบว่าประกอบด้วยสารบริสุทธิ์ 3 ชนิด การทดสอบครั้งนี้ใช้วิธีการในข้อใด
- วิธีการกรอง
 - วิธีโครมาโทกราฟี
 - วิธีการระเหยจนแห้ง
 - วิธีการใช้แม่เหล็กดูด
 - วิธีการหีบหรือเขี่ยด้วยมือ

11. ในการบ่งชี้ว่าสารใด เป็นตัวห้ำละลายและสารใดเป็นตัวถูกละลายในสถานะต่างกัน จะใช้เกณฑ์พิจารณาตามข้อใด
- สารที่มีมากกว่าเป็นตัวห้ำละลาย
 - สารที่มีมากกว่าเป็นตัวถูกละลาย
 - สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายเป็นตัวถูกละลาย
 - สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายเป็นตัวห้ำละลาย
 - สารที่มีสถานะเดียวกับสารละลายและมีปริมาณน้อย จัดเป็นตัวห้ำละลาย
12. สารละลาย ก. มีส่วนประกอบเป็นสาร ข. และ ค. ซึ่งเป็นรองเหลือทิ้งๆ จาก การวิเคราะห์พบว่า มีสาร ค มากกว่า ข. ฉะนั้นสารใดเป็นตัวถูกละลาย และสารใดเป็นตัวห้ำละลาย
- สาร ก. เป็นตัวถูกละลาย สาร ข. เป็นตัวห้ำละลาย
 - สาร ข. เป็นตัวถูกละลาย สาร ค. เป็นตัวห้ำละลาย
 - สาร ค. เป็นตัวถูกละลาย สาร ข. เป็นตัวห้ำละลาย
 - สาร ข. เป็นตัวถูกละลาย สาร ก. เป็นตัวห้ำละลาย
 - สาร ก. เป็นตัวถูกละลาย สาร ค. เป็นตัวห้ำละลาย
13. ในเรื่องเกี่ยวกับสารละลาย ข้อใดกล่าวไว้ถูกต้อง
- สารชนิดเดียวกันละลายในตัวห้ำละลายต่างชนิดกันได้ต่างกัน
 - สารต่างชนิดกันละลายในตัวห้ำละลายชนิดเดียวกันได้ต่างกัน
 - การละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวถูกละลาย และตัวห้ำละลาย
 - สารที่มีปริมาณน้อยกว่าหรือสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลายจัดว่าเป็นตัวถูกละลาย
 - ถูกทุกข้อ

14. ชาว ก. บรรจุน้ำมันละลายแอลกอฮอล์ไว้ 500 ลบ.ซม. และมีฉลากเขียนไว้ที่ฝาขวดว่า "แอลกอฮอล์ 70 % โดยปริมาตร" และชาว ข. บรรจุน้ำมันละลายแอลกอฮอล์ไว้ 300 ลบ.ซม. และมีฉลากเขียนไว้ที่ฝาขวดว่า "แอลกอฮอล์ 50 % โดยปริมาตร" จงพิจารณาว่า ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง
- น้ำมันละลายแอลกอฮอล์ในขวด ก. เข้มข้นมากกว่าในขวด ข.
 - น้ำมันละลายแอลกอฮอล์ในขวด ก. เข้มข้นน้อยกว่าในขวด ข.
 - น้ำมันละลายแอลกอฮอล์ในขวด ก. ใช้ผ้าเช็ดโรคได้ ส่วนขวด ข. ใช้ไม้ไผ่ขูด
 - น้ำมันละลายแอลกอฮอล์ในขวด ก. 500 ลบ.ซม. มีเอทิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ 70 ลบ.ซม.
 - ถูกทุกข้อ
15. ของเหลวในแก้วหนึ่งพบว่า เป็นสารละลายของเกลือแกงกับน้ำ สารละลายนี้สารใดจัดเป็นตัวถูกละลายและสารใดจัดเป็นตัวทำละลาย
- ของเหลวในแก้วเป็นตัวถูกละลาย น้ำเป็นตัวทำละลาย
 - ของเหลวในแก้วเป็นตัวถูกละลาย เกลือแกงเป็นตัวทำละลาย
 - เกลือแกงเป็นตัวถูกละลาย น้ำเป็นตัวทำละลาย
 - เกลือแกงเป็นตัวทำละลาย น้ำเป็นตัวถูกละลาย
 - ของเหลวในแก้วเป็นตัวถูกละลาย เกลือแกงเป็นตัวทำละลาย
16. เมื่อตัวเราหรือเสื้อผ้าเปื้อนสีน้ำมัน ต้องใช้น้ำมันสนล้างจึงจะออก แต่ถ้าใช้น้ำล้างจะไม่ออก เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- เพราะสีน้ำมันละลายในน้ำมันสน แต่ไม่ละลายในน้ำ
 - เพราะสีน้ำมันไม่ละลายในน้ำมันสน แต่ละลายในน้ำ
 - เพราะสีน้ำละลายในน้ำมันสนและในน้ำ
 - เพราะสีน้ำมันไม่ละลายในน้ำมันสนและไม่ละลายในน้ำ
 - เพราะสีน้ำมันละลายในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง แต่ละลายในน้ำมันสนในอุณหภูมิต่ำ

17. มีสารละลายสีเข้มชนิดหนึ่ง นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าเป็นสารอิ่มตัวหรือไม่อิ่มตัว
- ใส่สารลงไปมาก ๆ จนท่วมสารละลาย
 - เขย่าทิ้งไว้ ถ้ามีตะกอนอยู่แสดงว่าอิ่มตัวแล้ว
 - ลองใช้มือคว่ำหาเศษของตะกอนกับภาชนะ
 - ลองใช้ช้อนตัก แล้วเทดูว่ามีความเหนียวมากหรือน้อย
 - เขย่าออกใส่อีกภาชนะหนึ่ง ถ้ามีตะกอนอยู่แสดงว่าอิ่มตัวแล้ว
18. ขวต ก. และ ข. ทำกับบรรจุสารละลายชนิดเดียวกันไว้ในปริมาตรที่เท่ากัน เมื่อมีผู้ตรวจสอบขวดทั้ง 2 แล้วก็รายงานว่า "สารละลายในขวด ก. เจือจางกว่าในขวด ข." เขาหมายความว่าอย่างไร
- สารละลายในขวด ก. มีปริมาณน้อยกว่าในขวด ข.
 - สารละลายในขวด ก. มีความเข้มข้นน้อยกว่าในขวด ข.
 - สารละลายในขวด ก. มีความอิ่มตัวมากกว่าในขวด ข.
 - สารละลายในขวด ก. มีปริมาตรเท่ากับในขวด ข.
 - ถูกทุกข้อ
19. ข้อใดจัดเป็นสารบริสุทธิ์
- ดิน
 - ฉาน
 - น้ำดื่ม
 - น้ำเชื่อม
 - นาก
20. สารบริสุทธิ์มีลักษณะอย่างไร
- เป็นสารเนื้อผสมที่ประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียว
 - เป็นสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียว
 - เป็นสารละลายที่ประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียว
 - เป็นสารละลายที่มีความอิ่มตัวแล้ว
 - เป็นสารละลายที่มีผลึกเป็นรูปทรงเรขาคณิต

21. เรามีวิธีแยกโลหะผสมของปรอทและทองคำออกเป็นสารบริสุทธิ์ 2 ชนิดได้อย่างไร
- ทำให้โลหะผสมนั้นเย็น
 - ทำให้โลหะผสมนั้นร้อน
 - ทำให้โลหะผสมนั้นเปียก
 - ทำให้โลหะผสมนั้นแห้ง
 - ทำให้โลหะผสมนั้นเกิดการระเหิด
22. ในเรื่องเกี่ยวกับสารที่มีสมบัติเป็นกรด ข้อใดกล่าวไว้ถูกต้อง
- สารที่มีรสเปรี้ยวทุกชนิดเป็นกรด
 - สารที่กัดกร่อนโลหะและหินปูนใดทุกชนิดเป็นกรด
 - สารที่เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงทุกชนิดเป็นกรด
 - ภาชนะที่ใส่สารที่มีสมบัติเป็นกรดควรเป็นแก้วใส
 - ถูกทุกข้อ
23. เราไม่ควรบีบมะนาวลงไปในครกหินขณะตำน้ำพริกหรือส้มตำ เพราะอะไร
- เพราะจะทำให้อาหารไม่อร่อย
 - เพราะมะนาวจะไม่เปรี้ยว
 - เพราะมะนาวจะไปกัดกร่อนหิน
 - เพราะมะนาวจะทำให้ครกเสียเร็ว
 - เพราะมะนาวจะหาปฏิกิริยากับสารอาหาร ทำให้เกิดสารใหม่ไปกัดกร่อนครก
24. ถ้าใส่พริกสดหรือผักชีขึ้นเล็กน้อยลงในน้ำส้มสายชูขวดหนึ่ง ปรากฏว่าน้ำส้มสายชูขุ่นและพริกสดหรือผักชีเปื่อยยุ่ย แสดงว่า น้ำส้มสายชูขวดนั้นเป็นอย่างไร
- เป็นของแท้ใช้รับประทานได้
 - เป็นของปลอมไม่ควรรับประทาน
 - เป็นของแท้ แต่ต้องผสมน้ำเค็มเข้าไปจึงจะสามารถนำมาใช้รับประทานได้
 - เป็นของปลอมต้องนำมาผสมกับของแท้จึงสามารถนำมาใช้รับประทานได้
 - เป็นของแท้ แต่พริกสดและผักชีเน่าเกินไป

25. ถ้าร่างกายถูกเบส ควรทำสิ่งใดก่อน
- ใส่ยาแคง
 - ไปหาแพทย์
 - ใช้น้ำล้างออก
 - ใช้กระดาษซับออก
 - ใช้สารละลายที่มีฤทธิ์ตรงข้ามกับ เบสราด
26. เหตุใดเราจึงต้องเลือกภาชนะที่เหมาะสมสำหรับบรรจุกรด
- เพื่อป้องกันไม่ให้กรดระเหย
 - เพื่อป้องกันไม่ให้กรดเน่าเสีย
 - เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นตกลงไปในกรด
 - เพื่อป้องกันไม่ให้กรดกัดกร่อนเนื้อภาชนะ
 - เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างกรดกับก๊าซในบรรยากาศ
27. ควรเก็บสารที่มีสมบัติเป็นเบสไว้ในภาชนะอย่างไร
- เก็บให้มีฉลากติดมือเก็บ
 - เก็บใส่ในภาชนะที่ไม่ได้ทำด้วยอลูมิเนียม
 - มีฉลากบอกชนิดของสารไว้ที่ภาชนะสำหรับเก็บ
 - เลือกเก็บสารที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง
 - ถูกทุกข้อ
28. ข้อใดเป็นการทดสอบที่ช่วยให้แน่ใจว่า สารใดเป็นกรดหรือเป็นเบส
- การทดสอบกับกระดาษลิตมัส
 - การชิมรสว่าเปรี้ยวหรือฝาด
 - การทดสอบดูกับมือว่าอื่นหรือไม่
 - การทดสอบกับแอมโมเนียในเทรท
 - การดูว่าเกิดปฏิกิริยากับโลหะหรือไม่

29. ถ้าใส่เศษอัฐมิเปี่ยมลงในสารละลายชนิดหนึ่งปรากฏว่าอัฐมิเปี่ยมทำปฏิกิริยากับสารละลายนั้นเกิดเป็นฟองขึ้นมาก และอัฐมิเปี่ยมถูกกัดกร่อน สารละลายนั้นมีสมบัติเป็นอย่างไร
- เป็นกรด
 - เป็นเบส
 - เป็นกลาง
 - เป็นทั้งกรดหรือเบส
 - เป็นทั้งกรด เบส หรือกลาง
30. ร่างกายของคนเราจะรับไขมันออกจากผิวหนังเมื่อใด
- ทำงาน
 - เวลานอน
 - นอนหลับ
 - ออกกำลังกาย
 - ทุกขณะที่มีกิจกรรมของร่างกาย
31. ความสกปรกในลักษณะใดที่ใช้น้ำธรรมดาชำระล้างได้ไม่สะอาด
- ความสกปรกที่เกิดจากฝุ่น
 - ความสกปรกที่เกิดจากฝุ่นรวมกับน้ำ
 - ความสกปรกที่เกิดจากฝุ่นรวมกับน้ำมัน
 - ความสกปรกที่เกิดจากฝุ่นรวมกับควันของการเผาไหม้
 - ถูกทุกข้อ
32. เรามีวิธีใดสารทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยอย่างไร
- ใช้เท่าที่จำเป็น
 - ระวังไม่หายใจเอาไอกรดเข้าไป
 - ระวังอย่าให้ถูกร่างกายหรือเสื้อผ้า
 - ใช้ตามคำแนะนำและวิธีการใช้อย่างเคร่งครัด
 - ถูกทุกข้อ

33. จากผลการทดลองนี้ นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

การทดลอง	ผลการทดลองเมื่อเขย่าสารแล้ว
1. เติมน้ำสบู่ลงในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
2. เติมสารละลายผงซักฟอกในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่
3. เติมสารละลายแอมพูในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่	ได้สารละลายขุ่นขาว ไม่มีน้ำมันเหลืออยู่

- ก. น้ำมันพืช ไม่ละลายน้ำ
- ข. น้ำมันพืช เมื่อทำปฏิกิริยาแล้วจะได้สารละลายขุ่นขาว
- ค. สบู่ ผงซักฟอก และแอมพู มีสมบัติแยกน้ำมันออกจากน้ำเป็นชั้นเห็นได้ชัดเจน
- ง. สบู่ ผงซักฟอก และแอมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ
- จ. น้ำมันพืชทำให้น้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก สารละลายผงซักฟอก สารละลายแอมพู เกิดการแตกตัว

34. สารทะกั่ว เข้าสู่ร่างกายได้ทางใด

- ก. ทางผิวหนัง
- ข. ทางปากและ
- ค. ทางเดินอาหาร
- ง. ทางเดินลมหายใจ
- จ. ถูกทุกข้อ

35. ชาวญี่ปุ่นเป็นโรคมินามาตะ เนื่องจากโรงงานปล่อยสารประกอบของปรอทลงน้ำ
ชาวญี่ปุ่นที่เป็นโรคนี้กินอะไรจึงเป็นโรคมินามาตะ
- ก. น้ำทะเล
 - ข. ปลาทะเล
 - ค. สาหร่ายทะเล
 - ง. ผักรอบโรงงาน
 - จ. น้ำจากโรงงาน
36. เด็กคนหนึ่งเป็นเหา แม่ของเด็กรู้ว่าเหาเป็นแมลงชนิดหนึ่งจึงหายาฆ่าแมลงชื่อพาราไอออน
มาใส่น้ำสระผมให้เด็ก ข้อนี้เป็นการใช้สารถูกวิธีหรือไม่อย่างไร
- ก. ถูก เพราะยาฆ่าแมลงจะฆ่าเหาได้เสมอ
 - ข. ถูก เพราะเหาจะอาศัยอยู่บนศีรษะเด็กอีกไม่ได้
 - ค. ถูก เพราะเป็นวิธีการที่กำจัดเหาได้ในเวลาอันรวดเร็ว
 - ง. ไม่ถูก เพราะการใช้ยาฆ่าแมลงจะใช้ยาผง ๆ ไม่เกิดประโยชน์
 - จ. ไม่ถูก เพราะยาฆ่าแมลงอาจมีพิษหรือใช้กับร่างกายคนไม่ได้
37. การใช้ยาในลักษณะใดที่ก่อให้เกิดผลดีแก่ผู้ใช้
- ก. ใช้ยาไม่สม่ำเสมอ
 - ข. ใช้เกินความจำเป็น
 - ค. ใช้ยาตามใบสั่งแพทย์
 - ง. ใช้ตามความต้องการ
 - จ. ใช้โดยไม่ปรึกษาแพทย์

38. สินค้าประเภทอาหารหรือยาเป็นหน้าที่ของหน่วยราชการใดที่จะพิจารณาให้การรับรองมาตรฐาน
- ก. กระทรวงมหาดไทย
 - ข. กระทรวงอุตสาหกรรม
 - ค. กระทรวงสาธารณสุข
 - ง. กระทรวงศึกษาธิการ
 - จ. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
39. ข้อใดเป็นการใช้สารโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตัวเองและสิ่งแวดล้อมที่ถูกต้องที่สุด
- ก. ฉีบทนสารเคมีฆ่าแมลงเม่า
 - ข. เลือกซื้อของที่ถูก ๆ ไว้ใช้
 - ค. วางยาไว้ในที่ที่หยิบใช้ได้ง่าย
 - ง. ใช้สารตามคำบอกเล่าต่อ ๆ กันมา
 - จ. เก็บสารหาความสะอาดของน้ำและสุขภาพไว้ในที่มีกษิ
40. สารรอบตัวเรามีทั้งประโยชน์และโทษเราควรมีหลักปฏิบัติในการใช้สารอย่างไร
- ก. ใช้ให้ได้รับประโยชน์มากที่สุด
 - ข. ใช้โดยไม่ให้เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม
 - ค. ใช้สารโดยคำนึงถึงคุณภาพของสารเหล่านั้น
 - ง. ใช้โดยระวังไม่ให้ตนเองหรือคนอื่นได้รับโทษ
 - จ. ถูกทุกข้อ

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

- แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบปรนัย ชนิดเติมคำสั้น ๆ
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบอุปนัย ชนิดเลือกตอบ
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบอุปนัย ชนิดเติมคำสั้น ๆ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบปรนัย

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ
2. ข้อคำถามทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกเพียง 1 ตัวเลือก

เท่านั้น

4. ให้นักเรียนอ่านประโยคอ้างที่นำมาอย่างละเอียด เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดได้มาจากประโยคอ้างที่กำหนดให้ เลือกคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก, ข, ค, ง หรือ จ
5. ควรรีบทำโดยเร็ว ให้ครบทุกข้อ ในเวลา 25 นาที

ตัวอย่าง

- (๐) เมื่อนายคำทิมม หรือคิมน้ำชาแล้วนายแดงจะคิมกาแฟ
ฉะนั้นถ้านายคำทิมน้ำชา ดังนั้น
- ก. นายแดงคิมกาแฟ
 - ข. นายแดงคิมนม
 - ค. นายแดงคิมน้ำชา
 - ง. นายแดงไม่คิมกาแฟ
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

คำตอบที่ถูกต้องที่สุด คือ ข้อ ก. นายแดงคิมกาแฟ

1. สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่า สารเนื้อเดียว
น้ำเกลือ มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน ทั้งนี้
 - ก. น้ำเกลือเป็นสารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน
 - ข. สารเนื้อเดียวเป็นสารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน
 - ค. น้ำเกลือเป็นสารที่มีสถานะเป็นของเหลว
 - ง. น้ำเกลือมีส่วนประกอบของน้ำกับเกลือ
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
2. สารละลายประกอบด้วยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย
น้ำเชื่อมเป็นสารละลาย ทั้งนี้
 - ก. สารละลายชนิดหนึ่ง คือ น้ำเชื่อม
 - ข. น้ำเชื่อมเป็นสารเนื้อเดียว
 - ค. น้ำเชื่อมประกอบด้วยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย
 - ง. สารละลายเกิดขึ้นเฉพาะกับสารที่มีสถานะที่เป็นของเหลว
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
3. สารทุกชนิดขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน
บางเป็นสาร ทั้งนี้
 - ก. บางทุกชนิดขยายตัว
 - ข. บางเป็นสารที่ได้รับความร้อน
 - ค. บางเป็นสาร
 - ง. บางทุกชนิดขยายตัวได้
 - จ. บางขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

4. ถ้าน้ำกรกแอซิติกมาทำน้ำส้มพริกทองแล้วจะไม่มีอันตรายต่อร่างกายมนุษย์
แดงปวกห้อง ทั้งนี้
- ก. น้ำส้มพริกทองทำมาจากกรกแอซิติก
 - ข. น้ำส้มพริกทองไม่ได้ทำมาจากกรกแอซิติก
 - ค. กวีย่เขียวเป็นสาเหตุทำให้แดงปวกห้อง
 - ง. แดงปวกห้อง เพราะอาหารชนิดอื่น
 - จ. สรุปล้วนไม่ได
5. สินค้าที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม จะมีคุณภาพ
ยาสิทธิบริษัทแวงวาวได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม ทั้งนี้
- ก. ยาสิทธิบริษัทแวงวาวมีราคาแพง
 - ข. ยาสิทธิบริษัทแวงวาวมีคุณภาพ
 - ค. ยาสิทธิที่มีคุณภาพที่ดีต้อง ได้รับหมายเลขทะเบียนอาหาร
 - ง. ยาสิทธิที่ไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม
 - จ. สรุปล้วนไม่ได
6. ถ้านักข่าวได้รับปุ๋ยแล้วจะเจริญงอกงาม
- ก. นักข่าวจะเจริญงอกงาม
 - ข. นักข่าวจะได้รับปุ๋ย
 - ค. ปุ๋ยเป็นสิ่งที่นักข่าวต้องการ
 - ง. ปุ๋ยทำให้เกิดการเจริญงอกงาม
 - จ. สรุปล้วนไม่ได

7. คนทุกคนเกี่ยวข้องกับสารรอบตัว
 เคนเป็นคน ดังนั้น
- ก. สารรอบตัวมีความจำเป็นกับคน
 - ข. สารรอบตัวมีความสำคัญกับ เคน
 - ค. เคนเกี่ยวข้องกับสารรอบตัว
 - ง. เคนเป็นคน คนหนึ่ง
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
8. คนบางคน ไม่มี ความต้านทานต่อสารพิษ
 อ้อมก็เป็นคน คนหนึ่ง ดังนั้น
- ก. อ้อมเป็นคนบางคน
 - ข. อ้อมไม่มีความต้านทานต่อสารพิษ
 - ค. อ้อมมีความต้านทานต่อสารพิษ
 - ง. อ้อม เป็นคนที่มีความต้านทานต่อสารพิษ
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
9. ถ้าคนไม่ตายจะต้องมีคนเต็มโลก
 คนเต็มโลกแล้วจะไม่มีคนไหน ดังนั้น
- ก. คนเต็มโลกแล้วคนไม่ตาย
 - ข. คนตายแล้วไม่มีคนไหน
 - ค. ถ้าไม่มีคนไหนแล้วคนไม่ตาย
 - ง. คนไม่ตายก็จะมีคนไหน
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

10. สารที่อุกพบตามธรรมชาติไม่เป็นสารบริสุทธิ์
 เพชรมีการอุกพบตามธรรมชาติ ดังนั้น
 ก. เพชรเป็นสารบริสุทธิ์
 ข. เพชรไม่เป็นสารบริสุทธิ์
 ค. สารที่อุกพบตามธรรมชาติเป็นเพชร
 ง. สารไม่บริสุทธิ์ที่พบเป็นเพชร
 จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
11. ถ้าน้ำส้มสายชูใช้กรกแอซิดิกแล้วจะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 น้ำส้มพริกทองใช้กรกแอซิดิก ดังนั้น
 ก. สารละลายที่มีกรกแอซิดิกเป็นน้ำส้มสายชู
 ข. พริกทองเป็นสารละลายที่มีกรกแอซิดิก
 ค. สารละลายที่มีกรกแอซิดิกใช้น้ำส้มสายชูเป็นส่วนผสม
 ง. น้ำส้มพริกทองจะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
12. สารรอบตัวมีทั้งประโยชน์หรืออาจจะเป็นโทษ
 บรรยากาศเป็นสารรอบตัว ดังนั้น
 ก. บรรยากาศมีทั้งประโยชน์หรืออาจจะเป็นโทษ
 ข. บรรยากาศเป็นสิ่งที่มิใช่ประโยชน์
 ค. บรรยากาศเป็นสิ่งที่อาจเป็นโทษ
 ง. สารรอบตัวมีแค่บรรยากาศเพียงอย่างเดียว
 จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

13. คนตายแล้วก็หมกมลายใจ
คนหมกมลายใจ เพราะสารพิษ กังนััน
- ก. คนตาย เพราะสารพิษ
 - ข. คนหมกมลายใจ
 - ค. คนหมกมลายใจ เพราะสารพิษ
 - ง. คนหมกมลายใจ เพราะตาย
 - จ. สรุปรูปแน่นอนไม่ได้
14. บลิกเป็นของแข็งที่มีรูปทรงเรขาคณิต
สารส้มเป็นบลิก กังนััน
- ก. บลิกทุกบลิกเป็นของแข็ง
 - ข. สารส้มเป็นของแข็งที่มีรูปทรงเรขาคณิต
 - ค. บลิกสารส้มเป็นบลิกของทุกบลิก
 - ง. รูปทรง เรขาคณิตแสดงลักษณะเฉพาะของบลิก
 - จ. สรุปรูปแน่นอนไม่ได้
15. บลิกเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุม และผิวหน้าเรียบ
เกลือแกงและทลอยสีเป็นบลิก กังนััน
- ก. เกลือแกงเป็นบลิกของแข็ง
 - ข. ทลอยสีเป็นบลิกของแข็ง
 - ค. บลิกของสารต่างชนิดกันจะมีรูปร่างเฉพาะตัว
 - ง. เกลือแกงและทลอยสีเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุม และผิวหน้าเรียบ
 - จ. สรุปรูปแน่นอนไม่ได้

16. ถ้าน้ำส้มสายชูมีส่วนผสมของกรดไฮโดรคลอริก หรือกรดซัลฟูริก เมื่อนำมาบรีโกลแล้ว
จะเป็นอันตราย
น้ำส้มสายชูมีส่วนผสมของกรดซัลฟูริก ดังนั้น
- ก. เมื่อนำมาบรีโกลแล้วจะเป็นอันตราย
 - ข. น้ำส้มสายชูก็มีส่วนผสมของกรดไฮโดรคลอริก
 - ค. น้ำส้มสายชูมีอันตรายในการนำมาบรีโกล
 - ง. น้ำส้มสายชูมีส่วนผสมของกรดซัลฟูริก
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
17. สารทุกประเภทบางครั้งใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสาร
อากาศเป็นสารอย่างหนึ่ง ดังนั้น
- ก. การแบ่งสารมักอาศัยเนื้อสารเป็นเกณฑ์
 - ข. อากาศเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสาร
 - ค. อากาศอาศัยเนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภท
 - ง. การแบ่งประเภทของเนื้อสารนั้นเกี่ยวข้องกับสารทุกประเภท
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
18. สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียงหนึ่งอย่าง เรียกว่า สารบริสุทธิ์
ถ่านเป็นสารบริสุทธิ์ ดังนั้น
- ก. ถ่านเป็นสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียงหนึ่งอย่าง
 - ข. สารเนื้อเดียวประกอบด้วยสารเพียงหนึ่งอย่าง
 - ค. สารเนื้อเดียวเป็นสารบริสุทธิ์
 - ง. สารบริสุทธิ์เป็นถ่าน
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

19. สารที่มีสมบัติเป็นเบส เมื่อถูกกับแอมโมเนียในเทรทแล้วจะให้ก๊าซแอมโมเนีย
 ผงที่มีสมบัติเป็น เบสชนิดหนึ่ง ทั้งนี้
- ก. ก๊าซแอมโมเนียเกิดขึ้น เพราะผง
 - ข. สารที่มีสมบัติเป็นเบสจะสลายตัวให้แอมโมเนียในเทรท
 - ค. ผงเมื่อถูกกับแอมโมเนียในเทรทจะให้ก๊าซแอมโมเนีย
 - ง. สมบัติของแอมโมเนียในเทรทจะระเหยให้ก๊าซแอมโมเนีย
 - จ. สรุปลักษณะไม่ได้
20. ถ้าการห่าแฉ่งหมักเป็นผลให้เกิดกรกแอซิดิก
 กรกแอซิดิกไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ทั้งนี้
- ก. การห่าแฉ่งหมักเป็นผลให้เกิดกรกแอซิดิก
 - ข. กรกแอซิดิกเกิดขึ้นแล้วไม่เป็นอันตราย
 - ค. การห่าแฉ่งหมักไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 - ง. อันตรายที่เกิดจากการห่าแฉ่งหมัก คือ กรกแอซิดิก
 - จ. สรุปลักษณะไม่ได้

แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบนิรนัย

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีจำนวน 20 ข้อ
2. ข้อคำถามจะกำหนดนโยบายหลักอ้างเหตุผลให้ 1 หรือ 2 ประโยค
3. ให้นักเรียนอ่านพิจารณาอย่างละเอียด
4. ให้นักเรียนสรุปคำตอบลงในช่องว่างโดยใช้แนวประโยคเดิมเป็นหลัก
5. ควรรีบทำโดยเร็ว ให้ครบทุกข้อ ในเวลา 25 นาที

ตัวอย่าง

- (๐) ถ้านายแกงวุ้นเร็ว เราจะเป็นผู้ชนะ
แกงวุ้นเร็ว ดังนั้น
ตอบ เราจะเป็นผู้ชนะ
- (๐๐) ถ้าฝนตกแล้วน้ำท่วม
น้ำท่วม ดังนั้น
ตอบ สรุปแน่นอนไม่ได้

1. สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่า สารเนื้อเดียว
น้ำเกลือ มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน
ทั้งนั้น
2. สารละลายประกอบด้วยตัวถูกละลายและตัวทำละลาย
น้ำเชื่อม เป็นสารละลาย
ทั้งนั้น
3. สารทุกชนิดขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน
ยางเป็นสาร
ทั้งนั้น
4. ถ้าน้ำกรกแอติคิมาห่าน้ำส้มพริกทองแล้วจะไม่มีอันตรายต่อร่างกายมนุษย์
แคงปวกทอง
ทั้งนั้น
5. สินค้าที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากกระทรวงอุตสาหกรรม จะมีคุณภาพ
ยาสีฟันยี่ห้อแวววาวได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม
ทั้งนั้น
6. ถ้าต้นข้าวได้รับปุ๋ยแล้วจะเจริญงอกงาม
ต้นข้าวได้รับปุ๋ย
ทั้งนั้น
7. คนทุกคนเกี่ยวข้องกับสารรอบตัว
เคนเป็นคน
ทั้งนั้น
8. คนบางคน ไม่มี ความต้านทานต่อสารพิษ
อ้อมก็เป็นคน คนหนึ่ง
ทั้งนั้น

9. ถ้าคนไม่ตายจะท้อมีคนเต็มโลก
คนเต็มโลกแล้วจะไม่มีคนไม่
ทั้งนั้น
10. สารที่ถูกพบตามธรรมชาติไม่เป็นสารบริสุทธิ์
เพชรมีการถูกพบตามธรรมชาติ
ทั้งนั้น
11. ถ้าน้ำส้มสายชูใช้กรกแอสติกแล้วจะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
น้ำส้มพริกทองใช้กรกแอสติก
ทั้งนั้น
12. สารรอบตัวมีทั้งประโยชน์หรืออาจจะเป็นโทษ
บรรยากาศเป็นสารรอบตัว
ทั้งนั้น
13. คนตายแล้วก็หมดลมหายใจ
คนหมดลมหายใจ เพราะสารพิษ
ทั้งนั้น
14. ผลึกเป็นของแข็งที่มีรูปทรงเรขาคณิต
สารส้มเป็นผลึก
ทั้งนั้น
15. ผลึกเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุม และผิวหน้าเรียบ
เกลือแกงและพลอยสีเป็นผลึก
ทั้งนั้น
16. ถ้าน้ำส้มสายชูมีส่วนผสมของกรดไฮโดรคลอริก หรือกรดซัลฟูริก เมื่อนำมาบริโภคแล้ว
จะเป็นอันตราย
น้ำส้มสายชูมีส่วนผสมของกรดซัลฟูริก
ทั้งนั้น

17. สารทุกประเภทบางครั้งใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสาร
อากาศเป็นสารอย่างหนึ่ง
ดังนั้น.....
18. สารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารเพียงหนึ่งอย่าง เรียกว่า สารบริสุทธิ์
ด้านเป็นสารบริสุทธิ์
ดังนั้น
19. สารที่มีสมบัติเป็นเบสเมื่อออกกับแอมโมเนียมไนเตรทแล้วจะให้แก๊สแอมโมเนีย
ของที่มีสมบัติเป็นเบสชนิดหนึ่ง
ดังนั้น
20. ถ้าการทำเหมืองมักเป็นผลให้เกิดกรกแอซิก
กรกแอซิกไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
ดังนั้น

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบอุปนัย

คำสั่ง

1. ขอสอดทั้งหมด 20 ข้อ
2. ข้อคำถามทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก
3. ให้ทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบที่เห็นว่าถูกต้องเพียงหนึ่งตัวเลือก

ในแต่ละข้อคำถาม

4. ให้นักเรียนอ่านประโยคอ้างที่ให้อย่างละเอียด เลือกที่ถูกต้องที่สุดได้จาก
ประโยคอ้างที่กำหนดให้ เลือกเพียงคำตอบเดียวจากตัวเลือก ก, ข, ค, ง หรือ จ
5. ควรรีบทำโดยเร็ว ให้ครบทุกข้อ ในเวลา 25 นาที

ตัวอย่าง

- (๐) ถาปนทกแฉวรตติค
ถาเปคเหอมแฉวรตติค
ถาน้ำทวมแฉวรตติค
สรุปไควา
- ก. ถาปนทกแฉวรตติค
 - ข. ถาปนทกและเปคเหอมแฉวรตติค
 - ค. ถาปนทก เปคเหอม และน้ำทวมแฉวรตติค
 - ง. ถาปนทก เปคเหอม หรือน้ำทวมแฉวรตติค
 - จ. สรุปแน่นอนไมไค
- ทขย ขอ ง. ถาปนทก เปคเหอม หรือน้ำทวมแฉวรตติค

1. ธรรมชาติทั่วไป คือ มีรสเปรี้ยว
 ธรรมชาติทั่วไป คือ ทำให้สังกะสีและหินปูนผุกร่อน
 ธรรมชาติทั่วไป คือ กัดกร่อนเนื้อเยื่อ
 ดังนั้นสรุปได้ว่า สมบัติทั่วไปของกรดมีลักษณะอย่างไรบ้าง
 - ก. มีรสเปรี้ยว
 - ข. มีคุณลักษณะของสารต่าง ๆ
 - ค. มีรสเปรี้ยว ทำให้สังกะสีและหินปูนผุกร่อน
 - ง. มีรสเปรี้ยว ทำให้สังกะสีและหินปูนผุกร่อน กัดเนื้อเยื่อ
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้
2. ในปี พ.ศ. 2519 ฝนตกชุกมาก ระบายน้ำไม่ทัน ภูน้ำหลากทำให้น้ำท่วมกรุงเทพฯ
 ในปี พ.ศ. 2529 ฝนตกชุกมาก น้ำทะเลหนุน ป่าไม้ถูกตัดทำลาย ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพฯ
 ดังนั้น สาเหตุที่ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพฯ คือเหตุใด
 - ก. ฝนตกชุกมาก
 - ข. ระบายน้ำไม่ทัน
 - ค. น้ำทะเลหนุน
 - ง. ภูน้ำหลาก
 - จ. ป่าไม้ถูกตัดทำลายมาก
3. องค์กรพัฒนาเอกชนช่วยในการหาความสะอาดเสีย ช่วยในการจัดวางและอื่น ๆ
 องค์กรพัฒนาเอกชนทำให้เกิดโทษโดยเป็นผลทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรค ไข้หวัดใหญ่ นำเอา
 ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง และอื่น ๆ
 ดังนั้นจะสรุปเกี่ยวกับเรื่ององค์กรพัฒนาเอกชนอย่างไร
 - ก. องค์กรพัฒนาเอกชน
 - ข. องค์กรพัฒนาเอกชนทำให้เกิดโทษ
 - ค. องค์กรพัฒนาเอกชนทั้งประโยชน์และโทษ
 - ง. องค์กรพัฒนาเอกชนทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรค
 - จ. องค์กรพัฒนาเอกชนในการหาความสะอาด

4. สารผสมสามารถละลายในน้ำได้
 แป้งมันไม่สามารถละลายในน้ำได้
 คอปเปอร์ซัลเฟตสามารถละลายในน้ำได้
 แคลเซียมคาร์บอเนตไม่สามารถละลายในน้ำได้
 ดังนั้นจะสรุปเกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งสารได้อย่างไร
 ก. สารที่มีโลกโคกับสารที่ไม่มีโลกโค
 ข. สารที่ละลายในน้ำได้กับสารที่ไม่ละลายในน้ำได้
 ค. สารที่เป็นกอนสีขาวกับสารที่เป็นผงสีขาว
 ง. สารที่เป็นผงสีขาว กอนสีขาว และกอนสีฟ้า
 จ. สารละลาย สารเนื้อผสม สารเนื้อเก็บ และสารบริสุทธิ์
5. แร่ธาตุต่าง ๆ ในธรรมชาติก็มีสารหลายชนิดอยู่ปนกัน
 น้ำมีสารหลายชนิดปนกันอยู่ ได้แก่ ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผุ่นละของ
 อากาศมีสารหลายชนิดปนกันอยู่ ได้แก่ ก๊าซหลาย ๆ ชนิด วัชพืช ผุ่นละของ และอื่น ๆ
 ดังนั้นสรุปได้ว่าสารรอบตัวมีลักษณะอย่างไร
 ก. สารรอบตัวมีสารหลายชนิดปนกันอยู่
 ข. สารรอบตัวมีเฉพาะสารบริสุทธิ์เท่านั้น
 ค. สารรอบตัวจะอยู่แยกกันคนละสถานะ
 ง. สารรอบตัวมีทั้งสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 จ. สารรอบตัวทุกชนิดมีส่วประกอบของน้ำเสมอ

6. กรรพวงหนึ่งห้าให้สี่ของสารเจนเขียนไวโอเลตเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน
 กรรพวงหนึ่งไม่ห้าให้สี่ของสารเจนเขียนไวโอเลตเปลี่ยนแปลง
 ดังนั้นเราใช้สารเจนเขียนไวโอเลตเป็นตัวทดสอบ เพื่อการจำแนกการออกเป็นประเภทอะไรบ้าง
- ก. 2 ประเภท คือ พวกเปลี่ยนสีและไม่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต
 - ข. 2 ประเภท คือ พวกเปลี่ยนสีจากสีม่วงไปเป็นสีเขียว และสีน้ำเงิน
 - ค. 3 ประเภท คือ พวกที่เปลี่ยนสีจากสีม่วงไปเป็นสีเขียว สีน้ำเงิน และไม่เปลี่ยนสี
 - ง. 3 ประเภท คือ พวกที่ทดสอบแล้วได้สีม่วง สีเขียว และสีน้ำเงิน
 - จ. 4 ประเภท คือ พวกที่ทดสอบแล้วได้สีม่วง สีเขียว สีน้ำเงิน และไม่เปลี่ยนสี
7. แบ่งกันเป็นสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง
 อากาศเป็นสารที่มีสถานะเป็นก๊าซ
 น้ำตาลทรายเป็นสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง
 น้ำกะทิเป็นสารที่มีสถานะเป็นของเหลว
 ดังนั้นจะสรุปเกณฑ์ในการแบ่งสารออกเป็นพวก ๆ ได้โดยใช้คุณลักษณะใดของสาร
- ก. ใช้สีของสาร เป็นเกณฑ์
 - ข. ใช้สถานะของสาร เป็นเกณฑ์
 - ค. ใช้ลักษณะเนื้อสาร เป็นเกณฑ์
 - ง. ใช้ลักษณะการตกตะกอนเป็นเกณฑ์
 - จ. ใช้ลักษณะการไวงานเป็นเกณฑ์

8. สารละลายน้ำเชื่อม ประกอบด้วยน้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำตาลทรายเป็นตัวยถูกละลาย
 สารละลายนํ้าก ประกอบด้วยทองแดงเป็นตัวทำละลาย ทองคำและเงินเป็นตัวยถูกละลาย
 สารละลายน้ำอัดลม ประกอบด้วยน้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำตาล สี กลิ่น และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 เป็นตัวยถูกละลาย
 สารละลายเรซิ่น ประกอบด้วยแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย น้ำเป็นตัวยถูกละลาย
 ดังนั้นสรุปได้ว่า สารละลายประกอบด้วยอะไรบาง
- น้ำกับสารอื่น
 - น้ำกับของแข็ง
 - ตัวทำละลายกับสารอื่น
 - ตัวทำละลายกับตัวยถูกละลาย
 - น้ำกับตัวยถูกละลาย
9. พริกขี้หนูเผ็ด สมคำ ลอของน้ำกะทิ น้ำพริก กิน เป็นสารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
 พริกขี้หนูเผ็ด สมคำ ลอของน้ำกะทิ น้ำพริก กิน เป็นสารที่ใช้วิธีการเขี่ยหมับเป็นวิธีการแยก
 สารเนื้อผสม
 ดังนั้นจะสรุปได้ว่าอย่างไร
- อาหารที่เรารับประทานส่วนมากเป็นสารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
 - อาหารที่เรารับประทานส่วนมากจะแยกกันได้โดยใช้วิธีการเขี่ยหมับ
 - สารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกันจะใช้วิธีการเขี่ยหมับเป็นวิธีการแยกสารเนื้อผสม
 - สารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกันส่วนมากใช้วิธีการกรองเอาสารใหญ่แยกออกไป
 - สรุปแน่นอนไม่ได้

10. ฉันเลือกใ้สารที่ไ้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสมบัติ วิธีใช้ การเก็บรักษา และคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
- นายฉันเลือกใ้สารที่ไ้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสมบัติ วิธีใช้ การเก็บรักษา และคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
- นายเคอเลือกใ้สารที่ไ้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสมบัติ วิธีใช้ การเก็บรักษา มีการใช้สารตามขอแนะนำในฉลากอย่างเคร่งครัด และคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
- แท่นและนายฉันเกิดปัญหาแพ้สารพิษอยู่เสมอมีสาเหตุมาจากสิ่งใด
- ก. ใช้สารที่ไ้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง
- ข. ศึกษาสมบัติ วิธีใช้ การเก็บรักษา
- ค. คำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
- ง. ไม่ใช้สารตามขอแนะนำในฉลากอย่างเคร่งครัด
- จ. ไม่คำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
11. สารที่มีปริมาณน้อยในสารละลาย เรียกว่า ตัวถูกละลาย เช่น น้ำตาลในน้ำเชื่อม
- สารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลาย เรียกว่า ตัวถูกละลาย เช่น คางหีบหิมมีสถานะเป็นของแข็ง ส่วนน้ำมีสถานะเป็นของเหลว ในสารละลายคางหีบหิม
- ทั้งนี้ จะสรุปได้ว่าทั้งน้ำตาลและคางหีบหิมมีคุณลักษณะอย่างไรในสารละลาย
- ก. ตัวห้ำละลาย
- ข. ตัวละลาย
- ค. ตัวถูกละลาย
- ง. ตัวถูกเปลี่ยนสถานะ
- จ. ตัวเปลี่ยนสถานะ

12. แป้งก็มีสถานะเป็นของแข็ง
 น้ำก็มีสถานะเป็นของแข็ง
 น้ำหวนก็มีสถานะเป็นของเหลว
 ลอทของน้ำกะทิ มีสถานะเป็นของแข็งกับของเหลว
 ก๊าซในตู้ไปรมีสถานะเป็นก๊าซ
 ดังนั้นจะสรุปลักษณะของสารต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างไร
- ก. สารต่าง ๆ มีสถานะต่างกัน
 - ข. สารต่าง ๆ มีรูปร่างแตกต่างกัน
 - ค. สารต่าง ๆ มีลักษณะเป็นก้อนและเป็นผง
 - ง. สารบางชนิดจับต้องได้ บางชนิดจับต้องไม่ได้
 - จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

13. ฝ่ายทัศนศาสตร์ถนัดกับน้ำไว้ในงานใด
 เช่นทภาพ ชาวนาทิจ มีน้ำในฝ่ายทัศนศาตร์ ทำให้มีน้ำใสในตู้ดูแล
 เช่นทกเมื่อคืนเห็นน้ำมาก ฝ่ายทัศนศาตร์ทั้งหลาย
 ดังนั้นสรุปได้ว่าอย่างไร
- ก. คินหนาฝ่ายทัศนศาตร์
 - ข. เช่นทภาพมีน้ำมากเกินไป
 - ค. มีชาวบ้านไประเบิดฝ่ายทัศนศาตร์
 - ง. มีชาวบ้านไปทำให้ฝ่ายทัศนศาตร์ทั้งหลาย
 - จ. อุปกรณ์ในการสร้างฝ่ายทัศนศาตร์เสื่อมคุณภาพ

14. สารส้มเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต แปกเหลี่ยม
 ฟลอยซีเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต สิบสองเหลี่ยม
 เกลือแกงเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต สี่เหลี่ยมมุมฉาก
 ดังนั้นสรุปได้ว่า สารเหล่านี้มีลักษณะรูปทรงอย่างไร
 ก. สารส้ม ฟลอยซี หรือเกลือแกงเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต
 ข. สารส้ม ฟลอยซี หรือเกลือแกงเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต แปกเหลี่ยม
 ค. สารส้มเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต แปกเหลี่ยม สิบสองเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมมุมฉาก
 ง. ฟลอยซีเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต แปกเหลี่ยม สิบสองเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมมุมฉาก
 จ. เกลือแกงเป็นผลึกที่มีรูปทรงเรขาคณิต แปกเหลี่ยม สิบสองเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมมุมฉาก
15. เกลือแกง และฟลอยซีเป็นตัวอย่างของของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุมและผิวหน้าเรียบ
 สารต่าง ๆ เมื่อเป็นสารบริสุทธิ์จะเป็นของแข็งที่เรียกว่า ผลึก
 ผลึกเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุม และผิวหน้าเรียบ
 ดังนั้น สรุปได้ว่า สารต่าง ๆ จะมีลักษณะอย่างไร
 ก. เกลือแกง และฟลอยซีเป็นผลึกของสารต่าง ๆ
 ข. สารต่าง ๆ เป็นผลึกที่มีรูปร่างเฉพาะตัว
 ค. สารต่าง ๆ เป็นผลึกที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุม
 ง. สารต่าง ๆ เป็นผลึกที่มีผิวหน้าเรียบ
 จ. สารต่าง ๆ เป็นผลึกที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุม และผิวหน้าเรียบ

16. ต้นปาล์ม ใช้วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยการหีบหรือเขี่ย ที่เป็นของแข็ง มีขนาดใหญ่
ชาวปาล์มเลือก ใช้วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยการหีบหรือเขี่ย ที่เป็นของแข็ง
มีขนาดใหญ่
เมล็ดข้าวโพดปาล์มเมล็ดดำ ใช้วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยการหีบหรือเขี่ย ที่เป็นของแข็ง
มีขนาดใหญ่
ทั้งนี้สรุปได้ว่า สารเนื้อผสมมีลักษณะของเนื้อสาร เป็นอย่างไร
 ก. เป็นของแข็ง
 ข. มีขนาดใหญ่
 ค. เป็นเมล็ดของพืช
 ง. เป็นของแข็ง มีขนาดใหญ่
 จ. เป็นของแข็ง มีขนาดใหญ่ และเป็นเมล็ดพืช
17. ส้มตำ เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
ดอกของน้ำกะทิ เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
น้ำพริกตะกั่ว เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
กิน เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
ทั้งนี้สรุปได้ว่า ลักษณะของสารเนื้อผสมมีลักษณะของเนื้อสาร เป็นอย่างไร
 ก. มีสารที่มีสถานะของแข็ง ของเหลว อยู่ปนกัน
 ข. มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
 ค. มีลักษณะเพียงอย่างเดียว คือ มีสถานะเป็นของแข็ง
 ง. มีลักษณะปรากฏอยู่ในรูปของของกับปะทาน
 จ. สรุปแน่นอนไม่ได้

18. น้ำมะนาวเป็นสารที่ไม่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต รสเปรี้ยว ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 กรดแอสติกเป็นสารที่ไม่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต รสเปรี้ยว ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 กรดซัลฟูริกเป็นสารที่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต รสเปรี้ยว เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 ดังนั้น สิ่งที่รู้ให้เห็นว่า กรดซัลฟูริกเป็นอันตรายต่อร่างกาย คือสิ่งใด
 ก. รสเปรี้ยว
 ข. เป็นสารที่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต
 ค. เป็นสารที่ไม่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต
 ง. มีรสเปรี้ยว และเป็นสารที่ไม่เปลี่ยนสีของสารเจนเขียนไวโอเลต
 จ. สรูปแน่นอนไม่โต
19. มีสารในถัง 100 ขวด หยิบมาทดสอบ 10 ขวด ปรากฏว่ามีสมบัติเป็นกรดทั้งหมด 10 ขวด
 นักเรียนคิดว่า สารในถังมีสมบัติเป็นอย่างไร
 ก. กรดทั้งหมด
 ข. เบสทั้งหมด
 ค. ที่เหลือเป็นเบสทั้งหมด
 ง. กรด เบส และกลาง
 จ. สรูปแน่นอนไม่โต
20. ทุกวันก่อนมาโรงเรียน ฉันทักยา 1 กระป๋อง คอยผงซักฟอกเสมอ
 วันหนึ่งฉันทักยา 2 กระป๋อง คอยผงซักฟอก และมีอาการคันที่ฝ่ามือ
 ดังนั้นสรุปได้ว่า ฉันทมีอาการคันที่ฝ่ามือ เพราะเหตุใด
 ก. ชักยามากเกินไป
 ข. ใช้น้ำผงซักฟอกมากเกินไป
 ค. ใช้น้ำผสมผงซักฟอกมากเกินไป
 ง. ไมไคล้างมือหลังจากซักยา
 จ. มีจำนวนกางเกงขายาวมากกว่าปกติ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์
แบบอุปนัย

คำสั่ง

1. ขอสอบทั้งหมด 20 ข้อ
2. ข้อคำถามทั้งหมดเป็นแบบอัตนัยชนิดเติมคำสั้น ๆ
3. ให้นักเรียนอ่านข้อคำถามหรือประโยคข้อใดข้อหนึ่งมาอย่างละเอียด แล้วให้สรุปเป็นข้อความที่ครอบคลุมประโยคข้อใดข้อหนึ่งทั้งหมด
4. ให้นำสรุปที่ได้เติมลงในช่องว่างที่กำหนดให้
5. ควรรีบทำโดยเร็ว ใ้ครบทุกข้อ ในเวลา 25 นาที

ตัวอย่าง

- (๐) ถ้าฝนตกแล้วรถติด
ถ้าเปิดเหมืองแล้วรถติด
ถ้าน้ำท่วมแล้วรถติด
ดังนั้นสรุปได้ว่าอย่างไร
- ตอบ ถ้าฝนตก เปิดเหมือง หรือน้ำท่วมแล้วรถติด
- (๐๐) ฉันถูกแม่อัดทุกครั้งที่ ฉันเจ็บมาก
วันนี้ฉันนั่งกางเกงหนังซ้อนขวางในกอนรถก็ ฉันไม่เจ็บ แต่มีอาการคัน
ดังนั้นสรุปได้ว่าอย่างไร
- ตอบ อาการคันเกิดจากการนั่งกางเกงหนัง

1. กรรมสมบัติทั่วไป คือ มีรสเปรี้ยว

กรรมสมบัติทั่วไป คือ ทำให้สังกะสีและหินปูนผุกร่อน

กรรมสมบัติทั่วไป คือ กัดกร่อนเนื้อเยื่อ

ดังนั้นสรุปได้ว่า สมบัติทั่วไปของกรรมลักษณะอย่างไรบ้าง

.....

2. ในปี พ.ศ. 2519 แผนกสุขภาพ ระบุว่าไม่ทัน ถูกน้ำหลาก ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพฯ

ในปี พ.ศ. 2529 แผนกสุขภาพ น้ำทะเลหนุน ป่าไม้ถูกตัดทำลาย ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพฯ

ดังนั้น สาเหตุที่ทำให้น้ำท่วมกรุงเทพฯ คือเหตุใด

.....

3. องค์กรที่ประโยชน์ช่วยในการทำความสะอาดแม่น้ำ ช่วยในการชลประทานและอื่น ๆ

องค์กรที่ทำให้เกิดโทษโค่นเป็นผลทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคภัย ป่าทลาย น้ำเน่า

ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง และอื่น ๆ

ดังนั้นจะสรุปเกี่ยวกับเรื่ององค์กรใดอย่างไร

.....

4. สาขาสมาชดละลายในน้ำได้

แป้งมันไมละลายในน้ำได้

คอปเปอร์ซัลเฟตละลายในน้ำได้

แคลเซียมคาร์บอเนตไมละลายในน้ำได้

ดังนั้นจะสรุปเกี่ยวกับเกณฑ์ในการแบ่งสารใดอย่างไร

.....

5. แร่ธาตุต่าง ๆ ในธรรมชาติมีสารหลายชนิดอยู่ปนกัน
น้ำมีสารหลายชนิดปนกันอยู่ โคเกก ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ฟลูออรีน
อากาศมีสารหลายชนิดปนกันอยู่ ไคเนก ก๊าซหลาย ๆ ชนิด รังสี ฟลูออรีน และอื่น ๆ
ทั้งนั้นสรุปได้ว่าสารรอบตัวมีลักษณะอย่างไร
.....
6. กรรกทหนึ่งทำให้สีของสารเจี้ยนไวโอเลตเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน
กรรกทอีกทหนึ่งไม่ทำให้สีของสารเจี้ยนไวโอเลตเปลี่ยนแปลง
ทั้งนั้นเราใช้สารเจี้ยนไวโอเลตเป็นตัวทดสอบ เพื่อการจำแนกกรรกทออกเป็นประเภท
อะไรบ้าง
.....
7. แป้งมันเป็นสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง
อากาศเป็นสารที่มีสถานะเป็นก๊าซ
น้ำตาลทราย เป็นสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง
น้ำกะทิ เป็นสารที่มีสถานะเป็นของเหลว
ทั้งนั้นจะสรุปเกณฑ์ในการแบ่งสารออกเป็นพวก ๆ ได้โดยใช้คุณสมบัติของสาร
.....
8. สารละลายน้ำเชื่อม ประกอบคายน้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำตาลทรายเป็นตัวยถูกละลาย
สารละลายน้ำมาก ประกอบคายน้ำเป็นตัวทำละลาย หอมคำและเงินเป็นตัวยถูกละลาย
สารละลายน้ำอัดลม ประกอบคายน้ำเป็นตัวทำละลาย น้ำตาล สี กลิ่น และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
เป็นตัวยถูกละลาย
สารละลายเช็กแมต ประกอบคายน้ำเป็นตัวยถูกละลาย น้ำเป็นตัวยถูกละลาย
ทั้งนั้นสรุปได้ว่า สารละลายประกอบคายน้ำเป็นอย่างไร
.....

9. พริกขี้เกลือ สมคำ ลอของน้ำกะทิ น้ำพริก กิน เป็นสารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน
พริกขี้เกลือ สมคำ ลอของน้ำกะทิ น้ำพริก กิน เป็นสารที่ใช้วิธีการเขียนเขียนเป็นวิธีการแยก
สารเนื้อผสม
ดังนั้นจะสรุปได้ว่าอย่างไร
.....
10. ฉันเลือกใ้สารที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสมบัติ วิธีใช้
การเก็บรักษา และคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
นายฉันเลือกใ้สารที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสมบัติ
วิธีใช้ การเก็บรักษา และคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
นายฉันเลือกใ้สารที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง ศึกษาสมบัติ
วิธีใช้ การเก็บรักษา มีภาชนะบรรจุสารตามขอแนะนำในฉลากอย่างเคร่งครัด และคำนึงถึง
ผลกระทบต่อตนเอง ท่อผู้อื่น และสิ่งแวดล้อม
ดังนั้นและนายฉันเลือกใ้หาเอกสารข้อมูลเสมอมีสาเหตุมาจากสิ่งใด
.....
11. สารที่มีปริมาณน้อยในสารละลาย เรียกว่า ตัวถูกละลาย เช่น น้ำตาลในน้ำเชื่อม
สารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลาย เรียกว่า ตัวถูกละลาย เช่น คางทิพย์ที่มีสถานะเป็น
ของแข็ง ส่วนน้ำมีสถานะเป็นของเหลว ในสารละลายคางทิพย์
ดังนั้นจะสรุปได้ว่าทั้งน้ำตาลและคางทิพย์มีคุณลักษณะอย่างไรในสารละลาย
.....
12. แป้งมีสถานะเป็นของแข็ง
น้ำพริกมีสถานะเป็นของแข็ง
น้ำหวานมีสถานะเป็นของเหลว
ลอของน้ำกะทิมีสถานะเป็นของแข็งกับของเหลว
ก๊าซในลูกโป่งมีสถานะเป็นก๊าซ
ดังนั้นจะสรุปลักษณะของสารต่าง ๆ ระบุตัวได้อย่างไร
.....

13. ฝ่ายหน้าสามารถเก็บกักน้ำไว้ในงานใดที่
 ฝนตกมาก ชวนาคีใจ มีน้ำในฝ่ายหน้ามาก ทำให้มีน้ำใช้ในฤดูแล้ง
 ฝนตกเมื่อคืนนี้หนักมาก ฝ่ายหน้าทั้งหลาย
 ก็นั้นสรุปได้ว่าอย่างไร

14. สารส้มเป็นผลิตภัณฑ์ทรงเรขาคณิต แปดเหลี่ยม
 พลอยสีเป็นผลิตภัณฑ์ทรงเรขาคณิต สิบสองเหลี่ยม
 เกือบแฉกเป็นผลิตภัณฑ์ทรงเรขาคณิต สี่เหลี่ยมลูกบาศก์
 ก็นั้นสรุปได้ว่า สารเหล่านี้มีลักษณะรูปทรงอย่างไร

15. เกือบแฉก และพลอยสีเป็นตัวอย่างของของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุมและผิวหน้าเรียบ
 สารต่าง ๆ เมื่อเป็นสารบริสุทธิ์จะเป็นของแข็งที่เรียกว่า ผลึก
 ผลึกเป็นของแข็งที่มีรูปร่างเฉพาะตัว มีเหลี่ยมมุม และผิวหน้าเรียบ
 ก็นั้นสรุปได้ว่า สารต่าง ๆ จะมีลักษณะอย่างไร

16. คินนัว ใช้วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยการหั่นหรือเขี่ย ที่เป็นของแข็ง มีขนาดใหญ่
 ขาวปนขาวเปลือก ใช้วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยการหั่นหรือเขี่ย ที่เป็นของแข็ง
 มีขนาดใหญ่
 เมล็ดข้าวโพดปนเมล็ดถั่ว ใช้วิธีการแยกสารเนื้อผสมโดยการหั่นหรือเขี่ย ที่เป็นของแข็ง
 มีขนาดใหญ่
 ก็นั้นจะสรุปได้ว่า สารเนื้อผสมมีลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

17. สมคำ เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
 ออกของน้ำกะทิ เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
 น้ำพริกกะปิ เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
 คิน เป็นสารเนื้อผสมที่มีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่
 ดังนั้นสรุปได้ว่า ลักษณะของสารเนื้อผสมมีลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

18. น้ำมันวายเป็นสารที่ไม่เปลี่ยนสีของสารเงินเขียนไวโอเลต รสเปรี้ยว ไม่เป็นอันตรายต่อ
 ร่างกาย
 กรดแอสซิกเป็นสารที่ไม่เปลี่ยนสีของสารเงินเขียนไวโอเลต รสเปรี้ยว ไม่เป็นอันตรายต่อ
 ร่างกาย
 กรดอัลฟูริกเป็นสารที่เปลี่ยนสีของสารเงินเขียนไวโอเลต รสเปรี้ยว เป็นอันตรายต่อร่างกาย
 ดังนั้น สิ่งที่ชี้ให้เห็นว่า กรดอัลฟูริกเป็นอันตรายต่อร่างกาย คือสิ่งใด

19. มีสารในตู้ 100 ขวด หยิบมาทดสอบ 10 ขวด ปรากฏว่ามีสมบัติเป็นกรดทั้งหมด 10 ขวด
 นักวิทยาศาสตร์ว่า สารในตู้มีสมบัติเป็นอย่างไร

20. ทุกวันก่อนมาโรงเรียน ฉันทักยา 1 กระมะมั่ง ค่ายผงซักฟอกเสมอ
 วันหนึ่งฉันทักยา 2 กระมะมั่ง ค่ายผงซักฟอก และมีอาการคันที่ฝ่ามือ
 ดังนั้นสรุปได้ว่า ฉันทมีอาการคันที่ฝ่ามือ เพราะเหตุใด

ภาคผนวก ง

แผนการสอน

คำแนะนำการใช้แผนการสอน

แผนการสอนรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลมีทั้งหมด 12 แผนการสอน แผนการสอนละ 2 คาบ ในแต่ละแผนการสอนประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ การสอน การชั้นตอน

1. ชั้นวิเคราะห์ (ท.) เป็นชั้นการเรียนรู้ที่นักเรียนศึกษาจากบัตรความรู้และตอบคำถาม เช่น บัตรความรู้ ทน.1/1 หมายความว่า บัตรความรู้แผ่นนี้ใช้ในชั้นวิเคราะห์ของแผนการสอนที่ 1 บัตรที่ 1 โดยจะมีจำนวนบัตรความรู้แตกต่างกันในแต่ละแผนการสอน ขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่เรียน
2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (ค.) เป็นชั้นการเรียนรู้ที่นักเรียนให้ความหมาย จัดลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหา ออกแบบศึกษาความสัมพันธ์ ทำการทดสอบ ทดสอบบันทึกผล และสรุปความรู้ใหม่ โดยบันทึกลงในแผนรหัส คค.
3. ชั้นส่งเสริมความรู้ (ส.) เป็นชั้นการนำความรู้ใหม่ที่ได้นำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ๆ และบันทึกในแผนรหัส สค.

ส่วนแผนการสอนตามคู่มือครู ของ สสวท. นั้น เป็นไปตามคำแนะนำการจัดการเรียนการสอน ในหนังสือคู่มือครู ของ สสวท. วิชาวิทยาศาสตร์ ว 101 (ฉบับปรับปรุง) เรื่อง สารรอบตัว

แผนการสอนครั้งที่ 1 (2 คาบ)

ความรู้ควมยอก

1. สารรอบตัวมีสถานะต่างกัน คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ
2. เมื่อใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนก สามารถจำแนกสารได้เป็น 2 พวก คือ สารเนื้อเดียว และสารเนื้อผสม
3. สารเนื้อเดียวเป็นสารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน อาจประกอบด้วยสารเพียงอย่างเดียวหรือหลายอย่างก็ได้
4. สารเนื้อผสมเป็นสารที่มองไม่เห็นเป็นเนื้อเดียวกัน ประกอบด้วยสารมากกว่าหนึ่งอย่าง
5. การแยกองค์ประกอบของสาร เนื้อผสมที่ไม่ละลายในน้ำทำได้โดยการกรอง
6. การแยกองค์ประกอบของสาร เนื้อผสมที่ละลายในน้ำได้ทำได้โดยการระเหยจนแห้ง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม การกรอง การระเหยจนแห้ง
2. จำแนกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้
3. ทดลองและสรุปเกณฑ์ที่ใช้ในการแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาข้อความรู้ (วน. 1) พร้อมหิ้งทอยคำถามประกอบ

เช่น ให้นักเรียนจำแนกสารต่อไปนี้ โดยกำหนดเกณฑ์การจำแนกเอง
คือ น้ำปลา ก๊าซในลูกโป่ง น้ำพริก ข้าวคั๊ก เมล็ดข้าวสุก แป้งมัน เกลือแกง น้ำตาล
ทราย ด่าน น้ำเกลือ น้ำหวาน กิน น้ำส้มสายชู ออกของน้ำกะทิ ส้มตำ

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมารวบรวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปเป็นแนวความคิดที่คล้ายกันในหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษาคือลักษณะของสารรอบตัว

1.2 นักเรียนศึกษาข้อความรู้ (วน. 2) พร้อมหิ้งทอยคำถามประกอบ

เช่น มีน้ำตาลทรายอยู่ด้วยหนึ่ง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เอาไปละลายน้ำใสแก้วไว้ ส่วนที่ 2 คลุกกับพริกป่น ให้นักเรียนพิจารณาสารที่ได้ทั้ง 2 ส่วน ว่ามีลักษณะเป็นสารชนิดใด เพราะเหตุใด

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมารวบรวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปเป็นแนวความคิดที่คล้ายกันในหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา คือ การจำแนกสารรอบตัว โดยใช้คุณลักษณะเบื้องต้นสารเป็นเกณฑ์

1.3 นักเรียนศึกษาข้อความรู้ (วน. 3) พร้อมหิ้งทอยคำถามประกอบ

เช่น ถ้าใช้เกณฑ์วิธีการแยกส่วนประกอบของสารเมื่อผสมเป็นสิ่ง
จำแนกสาร จะได้สารเมื่อผสมเป็นกี่พวก อะไรบ้าง (ยกตัวอย่างประกอบ)

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมารวบรวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปเป็นแนวความคิดที่คล้ายกันในหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา คือ การแยกองค์ประกอบของสารเมื่อผสมบางลักษณะ

1.4 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญที่ได้ในตอนแรกทั้งหมดนั้นมาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม เมื่อได้ข้อตกลงร่วมกันภายในกลุ่มแล้วนำผลที่ได้นั้นมารวบรวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความต่อเนื่องของเนื้อหาในคาบเรียนนี้ให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (ค.ค.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากเนื้อหานั้นในการร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเกี่ยวกับความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญนั้น ๆ

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมารวบรวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบว่าความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ เรื่อง การจำแนกสารรอบตัว และการแยกองค์ประกอบของสารเบื้องต้น นั้นเป็นจริงตามที่ได้ศึกษาไว้หรือไม่ อย่างไร

2.5 นักเรียนแต่ละคนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อหาแนวร่วมความคิดในการวางแผนการทดสอบ

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนที่ได้ไปรับแก่แล้วของกลุ่มมาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครูอีกครั้งหนึ่ง เพื่อปรับแนวทางการศึกษาให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนการทดสอบที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้ให้ความหมายไว้แล้วในตอนต้น

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลเอง

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะได้นำผลไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

ถ้านักเรียนนำน้ำฝนมา 1 แก้ว แล้วใส่เกลือลงไป 1 ช้อน คนจนกระทั่งละลายหมด น้ำในแก้วนี้ควรจัดว่าเป็นสารชนิดใด เพราะเหตุใด

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมาย และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรกกับผลที่ได้จากการทดลองและการอภิปรายผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้รับความรู้ใหม่ที่มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาให้มากขึ้น

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (ส.ค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองมาแล้ว นำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ได้ เช่น

เมื่อบอกว่า "กลั้วขมิ้น" นักเรียนควรจัดกลั้วขมิ้นนี้ไว้เป็นสารประเภทใด เพราะเหตุใดมีวิธีการอย่างไรในการตรวจสอบ และมีวิธีการใดแยกส่วนประกอบเหล่านั้นได้

แผนการสอนกลุ่มควบคุม

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง

- 1.1 ครูซักถามทบทวนความรู้ที่เป็นพื้นฐานของเรื่องสารรอบตัว เช่น รวบรวมสิ่งที่นักเรียนพบเห็นทั้งในที่ในนอนจนเข้านอนและของจำแนกสิ่งเหล่านี้ โดยใช้เกณฑ์ของนักเรียนแต่ละคนเป็นเกณฑ์ในการแบ่งประเภทของสาร
- 1.2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย อธิบาย ซักถาม ปัญหาที่เกี่ยวข้อง เรื่อง ลักษณะของสารรอบตัวและการแยกองค์ประกอบของสาร เพื่อให้นักเรียนมีข้อมูลและเหตุผลที่จะสามารถกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ที่เหมาะสมได้
เช่น มีสารอะไรบ้างที่นักเรียนบอกได้ว่า มีสารปนกันอยู่มากกว่าหนึ่งอย่าง และมีสารอยู่เพียงชนิดเดียว

1.3 ให้นักเรียนอ่านและศึกษาวิธีทำการทดลองในหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ (ว 101)

- 1.4 ครูเป็นผู้อธิบายเพิ่มเติม แนะนำ และให้ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติ การระดมทำการทดลอง เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

2. การทดลอง

- 2.1 นักเรียนทำการทดลอง กิจกรรมที่ 3.1 และกิจกรรมที่ 3.2 ตอนที่ 1 และบันทึกผลการทดลอง

- 2.2 นักเรียนส่งตัวแทนของกลุ่มมาบันทึกผลการทดลองบนกระดานดำ

- 2.3 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่ได้ของทุกกลุ่มโดยครูเป็นผู้ตั้งคำถามถึงผลการทดลองของทุกกลุ่ม เช่น

นักเรียนใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่าสารใดเป็นพวกเดียวกัน และสารใดอยู่ต่างพวก

3. การอภิปรายหลังการทดลอง

3.1 นักเรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่มเพื่อตอบคำถาม เช่น
น้ำเชื่อมในถ้วยที่ทิ้งทิ้งไว้มีฝุ่นผงลงไปเจือปนอยู่ เราควรจะแยกฝุ่น
ผงออกจากน้ำเชื่อมได้ด้วยวิธีการใด ทำไมจึงต้องเลือกใช้วิธีการดังกล่าว

3.2 ครูรวบรวมข้อสรุปของนักเรียน เขียนบนกระดานดำ หลังจากนั้นครู
และนักเรียนอภิปรายร่วมกันถึงข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

(หมายเหตุ แผนการสอนครั้งที่ 2 ถึง ครั้งที่ 12 ของกลุ่มควบคุมนั้นศึกษาได้จาก
คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ว101)

บัตรความรู้

วน 1/1

ไม่ว่าเราจะอยู่ที่ใด รอบ ๆ ตัวเราจะมีสิ่งต่าง ๆ อยู่มากมาย ซึ่งมีทั้งสิ่งที่มีประโยชน์ และไม่มีประโยชน์ หรืออาจเป็นโทษกับเราก็ได้ โดยที่สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั้นประกอบด้วย สารอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ดังนั้นรอบ ๆ ตัวเรา จึงมีสารชนิดต่าง ๆ อยู่ มากมาย เราจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับสารต่าง ๆ เหล่านี้ โดยเฉพาะสารที่เกี่ยวข้องกับการ ดำรงชีวิตของเรา เพื่อที่จะได้สามารถเลือกใช้สารต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ และสามารถใช้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม

สารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรานั้น แต่ละชนิดมีคุณสมบัติและลักษณะแตกต่างกันไป เรา สามารถจำแนกสารต่าง ๆ เหล่านั้นเป็นพวก ๆ ได้โดยใช้ลักษณะต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ เช่น ใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ในการจำแนก จะแบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ แต่การจำแนกสารโดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์บอกเราเพียงว่าสารนั้นอยู่ในสถานะใด เท่านั้น เช่น สารที่อัดอยู่ในลูกโป่งมีสถานะเป็นก๊าซ สารในถังก๊าซหุงต้มมีสถานะเป็นของเหลว เป็นต้น

คำถามประกอบ

1. ให้นักเรียนจำแนกสารต่อไปนี้ โดยใช้เกณฑ์เป็นของและไม่เป็นของ แฉ่งมัน น้ำมันพืช น้ำตาลทราย พริกไทยป่น ผงซักฟอก พริกแห้ง กะปิ หัวหอม น้ำปลา
 สารที่เป็นของ คือ
 สารที่ไม่เป็นของ คือ
2. ให้นักเรียนจำแนกสารต่อไปนี้โดยใช้เกณฑ์ เป็นสารธรรมชาติและไม่มีในธรรมชาติ
 ฝ้าย ทองคำ นาก เงิน มรกต พลาสติก ถ่านหิน
 สารที่มีในธรรมชาติ คือ
 สารที่ไม่มีในธรรมชาติ คือ

3. ให้นักเรียนจำแนกสารต่อไปนี้ โดยกำหนดเกณฑ์การแบ่งเอง
 น้ำปลา ก๊าซในลูกโป่ง น้ำพริกกะปิ ข้าวผัด เมล็ดข้าวสุก แป้งมัน เกลือแกง
 น้ำตาลทราย ถ่าน น้ำเกลือ น้ำหวาน น้ำส้มสายชู กิน ออกของน้ำกะทิ ส้มตำ
 เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก คือ
4. จากที่นักเรียนอ่าน และตอบคำถามประกอบ สรุปได้ว่าที่กล่าวมาทั้งหมดนั้นเป็นเรื่องใด

คำถาม คำตอบของการอภิปรายกลุ่ม

จากที่อ่าน ตอบคำถาม และการอภิปรายภายในกลุ่ม สรุปหัวเรื่องในตอนนี้ได้ว่าอย่างไร

คำถาม คำตอบของการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

จากที่อ่าน ตอบคำถาม และอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สรุปหัวเรื่องในตอนนี้ได้ว่าอย่างไร

บัตรความรู้

วน 1/2

การจำแนกสารโดยใช้อัตลักษณ์ของเนื้อ สารเป็นเกณฑ์ เป็นวิธีที่ทำให้เรารู้ว่าสารนั้นมีสารอื่นเจือปนอยู่หรือไม่ มีสารเจือปนอยู่กี่ชนิด อะไรบ้าง ซึ่งเราสามารถจำแนกสารชนิดต่าง ๆ ออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

1. สารเนื้อเดียว คือ สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียว เช่น น้ำกลั่น น้ำเชื่อม ทองคำ นก เป็นต้น สารเนื้อเดียวนี้อาจเป็นสารที่มีส่วนประกอบเป็นสารเพียงอย่างเดียวนั้นหรือมากกว่าหนึ่งอย่างก็ได้ มีอยู่ได้หลายสถานะ และด้านน้ำหนักส่วนหนึ่งมาพิจารณาจะต้องมีคุณสมบัติเหมือนกันหมด

2. สารเนื้อผสม คือ สารที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำแข็ง น้ำโคลน น้ำกะทิ เป็นต้น สารเนื้อผสมนี้จะมีสารมากกว่าหนึ่งอย่างปนกันอยู่ มีอยู่ได้หลายสถานะ และทุก ๆ ส่วนของสารจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

คำถามประกอบ

1. สารที่สังเกตุเนื้อสารผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกสารนี้ว่าอย่างไร
.....
2. น้ำแข็งที่หุ้บจะแยกข้าง เป็นก้อนข้างปะปนกันอยู่ เป็นสารเนื้อเดียวหรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
3. ถ้าสารมีส่วนผสมมากกว่าหนึ่งอย่าง มองเห็นเป็นส่วน ๆ ของเนื้อสาร เรียกสารนี้ว่าอย่างไร
.....
.....

4. มีน้ำตาทรายอยู่ด้วยหนึ่ง แฉ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 เอาไปละลายน้ำใส่แก้วไว้ ส่วนที่ 2 คลุกกับพริกป่น ส่วนไหนที่เป็นสารเนื้อมสม เทราบะเหตุใด
-
-
5. รายชื่อสารต่อไปนี้ อะไรบ้างที่เป็นสารเนื้อเคี้ยว น้ำหวาน น้ำตาทราย กิน น้ำปลา แฉ่ง ผงซักฟอก ข้าวต้มปลา
-
-
6. มีสารอะไรบ้างที่มักเรียบบอกโก้นันท์ว่า มีสารปนกันอยู่มากกว่าหนึ่งอย่าง และสารที่ปนกันนั้น คืออะไร (ไม่ให้ซ้ำกับชื่อสารในข้อ 5) ให้บอกมา 5 ชื่อสาร
-
-
7. มีสารอะไรบ้างที่มักเรียบบอกไม่ได้ว่ามีสารปนอยู่มากกว่าหนึ่งอย่างในหินสีที่มอง (ไม่ให้ซ้ำกับชื่อสารในข้อ 5)
-
-
8. การตัดสินใจว่า สารใดเป็นสารเนื้อเคี้ยว หรือสารเนื้อมสม ใช้เกณฑ์ใดพิจารณา
-
-

คำตอบของการอภิปรายกลุ่ม

จากที่อ่าน ทบทวนคำถาม และการอภิปรายภายในกลุ่ม สามารถจำแนกสารออกเป็นกี่ประเภท ใช้เกณฑ์ใดในการตัดสินใจ

.....

.....

คำตอบของการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

จากที่อ่าน ทอคำตอบ และผลการอภิปรายระหว่างกลุ่มทดลองร่วมกับครู สามารถจำแนก
 สรรออกได้เป็นที่ประเภท ใช้เกณฑ์ใดในการตัดสิน

.....

.....

.....

.....

.....

บทความรู้

วน 1/3

จากลักษณะของสารเนื้อผสม นักเรียนพิจารณาว่าสารนั้นประกอบด้วยสารใดบ้าง และจะมีวิธีการแยกสารออกจากกันได้ เช่น ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งไม่ละลายในของเหลว เช่น การกรองน้ำกะทิออกจากกาก เป็นต้น สามารถที่จะแยกส่วนประกอบของสารออกได้โดยวิธีการกรอง ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งละลายในของเหลว เช่น การหั่นาเกลือ เป็นต้น สามารถที่จะแยกส่วนประกอบของสารออกได้โดยวิธีการระเหยจนแห้ง

คำถามประกอบ

1. ให้อีกตัวอย่างของสารเนื้อผสมที่สามารถแยกส่วนประกอบของสารออกได้ โดยวิธีการกรอง มา 3 ชื่อสาร
.....
2. ให้อีกตัวอย่างของสารเนื้อผสมที่สามารถแยกส่วนประกอบของสารออกได้โดยวิธีการระเหยจนแห้ง มา 3 ชื่อสาร
.....
.....
.....
.....
3. จากที่อ่าน และตอบคำถามประกอบ สรุปได้ว่า สารเนื้อผสมมีวิธีการแยกส่วนประกอบได้โดยวิธีใดบ้าง ใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง
.....
.....
.....

คำทอของกรอปรายภายในกลุ่ม

จากที่อ่าน ทอคำตอบ และอปรายภายในกลุ่ม สรุปหัวข้อสำคัญในทอนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

คำทอของกรอปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

จากที่อ่าน ทอคำตอบ และอปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สรุปหัวข้อสำคัญในทอนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

วน. 1/4

จากที่นักเรียนได้ศึกษาในใบความรู้ที่ผ่านมาแล้วนั้น ในแต่ละตอนนักเรียน
สามารถที่จะสรุปหัวข้อสำคัญในแต่ละตอนได้จากการตอบคำถามประกอบ ดังนั้นในใบความรู้
ที่ผ่านมา นั้น นักเรียนนำหัวข้อสำคัญในแต่ละตอนมาจัดทำเกี่ยวกับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้ว่า
หัวข้อสำคัญใดควรเรียนรู้ก่อน และหัวข้อใดที่ควรจะเรียนรู้ในลำดับต่อไป มา คือ

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

การจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาจากการอภิปรายภายในกลุ่ม ในตอนของ
ใบความรู้นี้ คือ

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

การจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู
ในตอนของใบความรู้นี้ คือ

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

ก. ก.

จากการศึกษาและจับคู่กับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

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

จากการศึกษาและจับคู่กับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่ม
แล้วสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

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

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมเรียนรู้ สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

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

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำเป็นการทดลองตามขั้นตอนการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. ประสาทสัมผัสที่นักเรียนนำมาใช้ในการทดลอง เพื่อจำแนกชนิดของสารคือส่วนใด
.....
2. นักเรียนใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่า สารใดเป็นสารเนื้อเคี้ยว และสารใดเป็น
สารเนื้อผสม
.....
3. ถ้านักเรียนนำน้ำปลา 1 แก้ว แล้วใส่เกลือลงไป 1 ช้อน คนจนกระทั่งละลายหมด
น้ำในแก้วนี้ควรจัดว่าเป็นสารชนิดใด
.....
4. สารเนื้อเคี้ยวอาจมีสารมากกว่า 1 ชนิดผสมกันอยู่ได้หรือไม่ อย่างไร
.....
5. สารเนื้อผสมอาจมีสารเพียงชนิดเดียวได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
6. สารที่เป็นเนื้อเคี้ยวมีสถานะอะไรบ้าง
.....
7. สารที่เป็นเนื้อผสมมีสถานะอะไรบ้าง
.....
8. ถ้าน้ำน้ำเกลือ ผสมกับน้ำส้มสายชู ของ 2 อย่างรวมกันจะเป็นสารเนื้อเคี้ยวหรือสาร
เนื้อผสม
.....
.....

9. สารรอบตัวนักเรียนมี 3 สถานะ คืออะไรบ้าง
.....
10. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเนื้อเหลวที่ไม่มีในกิจกรรมมา 3 ชนิด บอกด้วยว่าอยู่ใน
สถานะใด
.....
11. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเนื้อสมที่ไม่มีในกิจกรรมมา 3 ชนิด บอกด้วยว่าใช้
ประโยชน์อะไรได้บ้าง
.....
.....
12. สารหมายเลข 1 มีลักษณะเนื้อสารอย่างไรบ้าง
.....
.....
13. ส่วนประกอบแต่ละอย่างของสารหมายเลข 1 มีสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
ทราบได้อย่างไร
.....
.....
14. สารหมายเลข 1 หลังจากผสมกับน้ำแล้วเอาไปกรอง ผลปรากฏว่าเป็นอย่างไร
.....
15. ของเหลวที่เหลือจากการกรอง เมื่อนำไปต้มจนแห้ง จะได้ผลเป็นอย่างไร
.....
16. การแยกสาร ไม่จะได้น้ำออกจากสารที่ละลายน้ำได้อย่างไร
.....

17. จะแยกสารที่ละลายน้ำออกได้อย่างไรบ้าง
.....
18. วิธีต้มจนระเหยแห้งนั้นจะใช้แยกสารประเภทใดบ้าง
.....
19. ถ้าสารสีขาวในสารหมายเลข 1 เป็นน้ำคาซทรวาย จะใช้วิธีการเหล่านี้ได้หรือไม่
.....
20. วิธีต้มจนแห้งมีข้อจำกัดไม่ให้ใช้ในสารประเภทใด
.....
21. จากประสบการณ์ของการทดลองนี้ ถ้านักเรียนต้องการแยกกากออกจากน้ำกะทิ ควรใช้วิธีการใด
.....
22. ถ้าน้ำเชื่อมในถ้วยที่ทิ้งทิ้งไว้มีฝุ่นผงลงไปเจือปนอยู่ เราควรแยกฝุ่นออกจากน้ำเชื่อม ด้วยวิธีการใด
.....
23. การทำนาเกลือ เป็นการแยกสารส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม
.....
24. นักเรียนคงเคยเห็นคนงานก่อสร้างใช้กระตังเป็นตะแกรงร่อนเอาเศษอิฐเศษหินออกจากทราย การทำเช่นนี้เป็นการแยกส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวหรือสารเนื้อผสม
.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจากการทดลองไว้ว่าอย่างไร

.....

.....

ชค. 1/5

เพื่อเป็นการนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาเหตุผล ทักสินใจในการ
แก้ปัญหา หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ให้นักเรียนพิจารณาลักษณะของสารในแต่ละข้อ
แล้วตอบคำถาม

เมื่อบอกว่า "กล้วยบวชชี" ให้นักเรียนพิจารณาว่า

1. ควรจัดเป็นสารประเภทใด

.....

2. ใช้วิธีการใดตรวจสอบว่าเป็นลักษณะนั้นจริง

.....

3. จะมีวิธีการใดแยกส่วนประกอบได้

.....

.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 2 (2 คาบ)

ความคิดรวบยอด

1. การแยกองค์ประกอบของสาร เนื้อผสมที่มีองค์ประกอบหนึ่งถูกแม่เหล็กดูดได้ ทำได้โดยการใส่แม่เหล็กดูดสารนั้นแยกออกมา
2. การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิด ทำได้โดยอาศัยสมบัติการเปลี่ยนสถานะ ของสารต่างชนิดกันจะมีสมบัติต่างกัน หรืออาจกล่าวได้สั้นๆ อย่างหนึ่งว่า เราสามารถแยกสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งบางชนิดได้โดยอาศัยสมบัติการระเหิด
3. การระเหิด หมายถึง ปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นก๊าซหรือไอ โดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน
4. การแยกสารเนื้อผสมออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ นั้น โดยทั่วไปทำได้โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพขององค์ประกอบและวิธีการนี้ เรียกว่า การแยกสารโดยวิธีทางกายภาพ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของการระเหิด การแยกสารโดยวิธีทางกายภาพได้
2. ทดลองและสรุปหลักการแยกองค์ประกอบในสารเนื้อผสม โดยอาศัยสมบัติทางกายภาพได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการทวนคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนแล้ว

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งทบทวนค่าตามประเภท

เช่น ถ้าต้องการจำแนกสารเนื้อผสมออกเป็นพวก ๆ โดยยืมวิธีการแยกองค์ประกอบของสาร จะแบ่งสารเนื้อผสมนี้ออกได้เป็นที่พวก อะไรบ้าง

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมารวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปเป็นแนวความคิดที่คล้ายกันในหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา คือ การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อผสมบางลักษณะ

1.2 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญที่ได้ มาจัดทำกับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม เมื่อได้ข้อตกลงร่วมกันภายในกลุ่มแล้ว นำผลที่ได้นั้นมารวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความต่อเนื่องของเนื้อหาในคาบเรียนนี้ให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คค.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากเนื้อหาขึ้นในการร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

2.2 นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเกี่ยวกับความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญนั้น ๆ

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมารวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบว่า ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ เรื่องการแยกองค์ประกอบของสารเบื้องต้น โดยวิธีทางกายภาพนั้นเป็นไปได้หรือไม่

2.5 นักเรียนแต่ละคนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวร่วมความคิดในการวางแผนการทดสอบ

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนที่ได้ปรับแก้ แล้วของกลุ่มมาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครูอีกครั้งหนึ่ง เพื่อปรับแนวทางการศึกษาให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนการทดสอบที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้ให้ความหมายไว้แล้วในตอนต้น

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลเอง

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะให้นำผลไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

สารเบื้องต้นในการทดลองนี้เมื่อไรเป็นส่วนประกอบบ้าง ใช้วิธีการใดในการแยกส่วนประกอบเหล่านั้นออกจากกัน

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรกกับผลที่ได้จากการทดลองและการอภิปรายผล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ได้ความรู้ใหม่ที่มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาให้มาก

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองมาแล้ว นำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ได้ เช่น

สารที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อยู่ในถ้วยกระเบื้องย้ายไปอยู่ในฉีกเกอร์ไค เพราะสารมีการเปลี่ยนแปลงสถานะได้อย่างไร

ในช่วงเวลาที่แล้ว นักเรียนทราบว่า การแยกสารเนื้อผสม เมื่อพิจารณาจาก ลักษณะของสารที่เป็นส่วนประกอบแล้ว พบว่า ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็ง ไม่ละลายในของเหลว สามารถแยกส่วนประกอบออกได้โดยวิธีการกรอง และส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งละลายในของเหลว สามารถแยกส่วนประกอบของสารออกได้โดยวิธีการระเหยจนแห้ง

นอกจากนี้การแยกสารเนื้อผสมยังมีวิธีการอื่น ๆ อีก โดยขึ้นอยู่กับสมบัติของสารที่เป็นส่วนประกอบ และเมื่อแยกแล้วสารที่ได้จะมีคุณสมบัติเหมือนเดิม เรียกวิธีการเหล่านี้ว่า การแยกสารโดยวิธีทางกายภาพ อันได้แก่

1. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็ง และมีขนาดใหญ่ แยกได้โดยใช้วิธีเลือกหยิบหรือเลือกหยิบ หรือร่อนเอาส่วนประกอบนั้นออกจากสารเนื้อผสม เช่น หยิบหรือเลือกก้อนอิฐ ก้อนหิน ที่อยู่ปนกับกองทรายออก ร่อนเศษอิฐเศษหินออกจากกองทราย เป็นต้น

2. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของเหลวไม่รวมกัน แยกได้โดยใช้วิธีแยกแต่ละชั้นออกโดยวิธีการทิ้งสารเนื้อผสมนั้นทิ้งไว้ปล่อยให้ส่วนประกอบแยกจากกันเป็นชั้น ๆ แล้วจึงหาวิธีแยกแต่ละชั้นออกมา เช่น ตั้งน้ำกะทิผสมกับน้ำ หรือน้ำมันผสมกับน้ำ ทิ้งไว้จนส่วนประกอบแยกเป็นชั้น ๆ แล้วจึงหาวิธีแยกแต่ละชั้นออก เป็นต้น

3. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งที่แม่เหล็กดูดได้ แยกได้โดยใช้แม่เหล็กดูด เช่น ใช้แม่เหล็กดูดผงตะไบเหล็กที่ปนอยู่ในทรายหรือดิน เป็นต้น

4. ส่วนประกอบของสารเนื้อผสมที่เป็นของแข็งที่ระเหิดได้ แยกได้โดยใช้วิธีให้ความร้อนช่วยให้ของแข็งนั้นเกิดการระเหิด จึงเป็นปรากฏการณ์ที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นก๊าซหรือไอ โดยไม่เปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวก่อน ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลา และจะเกิดขึ้นกับสารเพียงไม่กี่ชนิด เช่น การบูรที่ผสมอยู่กับเกลือ เป็นต้น

คำถามประกอบ

1. การแยกสารเนื้อผสมจะใช่วิธีใดนั้น ต้องพิจารณาสิ่งใดของสารเนื้อผสม
.....
2. การแยกสารเนื้อผสมออกเป็นส่วนประกอบของสารต่าง ๆ นั้น โดยที่ยังมีคุณสมบัติเหมือนเดิม เราเรียกวิธีการเหล่านี้ว่าอย่างไร
.....
.....
3. ถ้าต้องการจำแนกสารเนื้อผสมออกเป็นพวก ๆ โดยยึดเกณฑ์วิธีการแยกสาร จะแบ่งสารเนื้อผสมออกได้เป็นกี่พวก อะไรบ้าง
.....
.....
.....
.....
.....
4. จากที่นักเรียนอ่าน และทหาคำถามประกอบ สรุปหัวข้อสำคัญในตอนนี้ไว้ว่าอย่างไรบ้าง
.....
.....
.....
.....
5. นักเรียนสามารถนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไร
.....
.....
.....
.....

คำถามของการอภิปรายภายในกลุ่ม

1. จากที่อ่าน ทบทวนคำถาม และอภิปรายภายในกลุ่ม สรุปหัวข้อสำคัญนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. นำหัวข้อสำคัญเหล่านี้มาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามของการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

1. จากที่อ่าน ทบทวนคำถาม และอภิปรายร่วมกับครูแล้ว สรุปหัวข้อสำคัญของตอนนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. นำหัวข้อสำคัญเหล่านี้มาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไร

.....

.....

.....

คค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

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

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นั้มาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว
สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

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

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

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

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

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

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

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

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

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

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

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

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

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

คำถามประกอบหลังพำภิกรณ์

1. สารพมายเลข 2 มีลักษณะเนื้อสารอย่างไร
.....
2. ส่วนประกอบแต่ละอย่างของสารพมายเลข 2 มีสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไร
.....
3. จากข้อ 2 ทราบไ้้อย่างไรว่าเป็นไปคณนั้นจริง
.....
4. นักเวินคึกว่าสารเนื้อสมพมาย เลข 2 มีอะไรเป็นส่วนประกอบบ้าง
.....
5. ในการทดลองนี้ เหตุไคจึงไม่ใช่แห่งแม่เหล็กถูกจากสารพมายเลข 2 โดยตรง แต่ใช้วิธีคณน้นนกระคณที่วางห้อยบนสารพมายเลข 2
.....
.....
6. ถ้าไม่มีแห่งแม่เหล็ก นักเวินคึกว่าการแยกสารพมายเลข 2 น่าจะใช้วิธีไคอีกไคบ้าง
.....
7. เศษวัสดุเหลือใช้ต่อไปนี้ คือ กระป๋องนมช้นหวาน กระป๋องอะลูมิเนียม ตะปู ขวคแก้ว เหล็กสเทนเลส ทองแคง เหล่านี้แม่เหล็กถูกอะไรไคบ้าง
.....
.....
8. บ้างครั้งในร้าวสารมีตะปูและลวคเขียนกระคณป่นอยู่ จะแยกออกหึ่งไค้อย่างไรบ้าง
.....
.....

9. ในการแยกสารด้วยแม่เหล็กนี้ ถ้าใช้แม่เหล็กมีแรงอ่อนมากจะได้อะไรหรือไม่ อย่างไร
.....
10. ก่อนเผา ในด้วยกระบือมีสารอะไรบ้าง มีลักษณะเนื้อสารอย่างไร
.....
.....
11. หลังเผา มีสารเหลืออยู่ในด้วยกระบือหรือไม่ ปรากฏลักษณะอย่างไรในด้วยกระบือ
.....
.....
12. ถ้าหลังเผา มีสารเหลืออยู่ในด้วยกระบือ สารนั้นคือสารใด เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
.....
.....
13. จากข้อ 12 นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไรบ้าง
.....
14. ในการทดลองนี้ ถ้าไม่ใช่บิกเกอร์วางบนแผ่นกระดาษแข็งเจาะรู จะใช้วิธีใดได้บ้าง ให้อาจารย์ครูหรือผู้สอนมาหนึ่งวิธี พร้อมอธิบาย
.....
.....
15. สารที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อยู่ในด้วยกระบือ ย้ายไปอยู่ในบิกเกอร์ได้ เพราะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะอย่างไร
.....
.....
16. ลูกเหม็นที่เราใส่ไว้ในตู้เสื้อผ้านาน ๆ ลูกเหม็นจะมีขนาดเล็กลงหรือหายไป เพราะเหตุใด
.....

17. วิธีนี้จะใช้แยกสารสัมพันธ์กับเกลือออกจากกันได้หรือไม่อย่างไร

.....

18. วิธีนี้จะใช้แยกของแข็งกับของแข็งออกจากกัน ของแข็งชนิดหนึ่งจะต้องมีสมบัติอย่างไร

.....

จากการทบทวนคำถามประกอบหลังพหุกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
 ของหัวข้อสำคัญที่กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่หลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้ว
 อย่างไร

.....

9. ในการแยกสารด้วยแม่เหล็กนี้ ถ้าใช้แม่เหล็กมีแรงอ่อนมากจะไต่ขดหรือไม่ อย่างไร
.....
10. ก่อนเผา ในด้วยกระบือมีสารอะไรบ้าง มีลักษณะเนื้อสารอย่างไร
.....
.....
11. หลังเผามีสารเหลืออยู่ในด้วยกระบือหรือไม่ ปรากฏลักษณะอย่างไรในด้วยกระบือ
.....
.....
12. ถ้าหลังเผามีสารเหลืออยู่ในด้วยกระบือ สารนั้นคือสารใด เหตุใดจึงคิดเช่นนั้น
.....
.....
13. จากข้อ 12 นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไรบ้าง
.....
14. ในการทดลองนี้ ถ้าไม่ใช่บิกเกอร์คว่ำลงบนแผ่นกระดาษแข็งเจาะรู จะใช้วิธีใดได้บ้าง ให้อาจารย์ครูหรือครูผู้สอนมาหนึ่งวิธี พร้อมอธิบาย
.....
.....
15. สารที่มีสถานะเป็นของแข็งที่อยู่ในด้วยกระบือ ข้ายไปอยู่ในบิกเกอร์ได้ เพราะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะอย่างไร
.....
.....
16. ลูกเหม็นที่เราใส่ไว้ในตู้เสื้อผ้านาน ๆ ลูกเหม็นจะมีขนาดเล็กลงหรือหายไป เพราะเหตุใด
.....

17. วิธีนี้จะใช้แยกสารสัมพันธ์กับเกลือออกจากกันได้หรือไม่อย่างไร

.....

18. วิธีนี้จะใช้แยกของแข็งกับของแข็งออกจากกัน ของแข็งชนิดหนึ่งจะต้องมีสมบัติอย่างไร

.....

จากการทบทวนคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
 ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่หลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้ว
 อย่างไร

.....

เพื่อเป็นการนำความรู้ที่ได้ใหม่มาเป็นเกณฑ์พิจารณาหาเหตุผล ตัดสินใจในการ
แก้ปัญหา หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ให้นักเรียนพิจารณาข้อความและหาวิธีการ
แก้ปัญหา

1. นักเรียนลองหาดู โดยนำการบูรณาการลงในชีวิตประจำวันและหา
ให้สนิทนำไปทั้งทั้งไว้กลางแถมสักครู่

1.1 จะพบว่าเกิดสิ่งใดขึ้นในชีวิต

.....

1.2 สิ่งไหนส่วนใหญ่อยู่วิธีการของชีวิต

.....

1.3 ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการลองหาดูนี้ อธิบายได้อย่างไร

.....

2. ในชีวิตประจำวันมีสารอะไรบ้างที่ระเหิดได้

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 3 (2 คาบ)

ความคิดรวบยอด

1. สารเนื้อเดียวอาจมีสารที่เป็นองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งอย่าง
2. สารที่เป็นองค์ประกอบในสารเนื้อเดียวอาจมีสถานะต่างกัน
3. การแยกสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเป็นของแข็งละลายในของเหลว อาจแยกออกจากกันได้โดยการระเหยจนแห้ง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. ทดลองและสรุปวิธีการแยกองค์ประกอบของสารเนื้อเดียวโดยการระเหยจนแห้งได้
2. สรุปเกี่ยวกับสมบัติทางประการขององค์ประกอบของสารเนื้อเดียวได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบเช่น การจะแยกส่วนประกอบของสารเนื้อเดียว จะต้องพิจารณาสิ่งใดบ้าง แล้วนำมารายงานร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความึกของแต่ละกลุ่มและนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมารวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความึกของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง ส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวและวิธีแยกส่วนประกอบที่เป็นของแข็งละลายในของเหลว

1.2 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญที่ได้มาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำมารายงานภายในกลุ่มและอภิปรายข้อบกพร่องหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คณ.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากเนื้อหาในบัตรความรู้ (วน. 1)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญมารายงานร่วมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่สรุปไว้มารวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการอภิปรายร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ เรื่อง ส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวและวิธีการแยกส่วนประกอบที่เป็นของแข็งละลายในของเหลว

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบ

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนั้นมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการทดสอบที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนทดลองที่ไ้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลด้วย

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น
วิธีการระเหยแห้ง เป็นวิธีเหมาะสำหรับใช้ในการแยกสารเนื้อเยื่อที่มีส่วนประกอบเป็นลักษณะใด

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ไ้กำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการทดลองและอภิปรายผลเพื่อสรุปความรู้ใหม่จากที่ไ้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้วมาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ได้ เช่น

ในชีวิตประจำวันใ้ค้นหาหลักเกณฑ์การทดลองนี้ไปใช้หาประโยชน์อะไร ไ้บ้าง

บัตรความรู้

วน 3/1

จากที่ศึกษาย้อนมาทำให้ทราบว่า สารเนื้อเดียวเป็นสารที่เรามองเห็นเนื้อสารเป็นเนื้อเดียวกัน โดยส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวอาจเป็นสารเพียงอย่างเดียว หรือหลายอย่าง และในส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวอาจเป็นสารที่มีสถานะเหมือนกันหรือต่างกัน

ในคุณลักษณะของส่วนประกอบของสารเนื้อเดียว นักเรียนสามารถพิจารณาว่า สารนั้นประกอบด้วยสารกี่อย่าง และจะมีวิธีการแยกสารออกจากกันได้ตามความเหมาะสมกับสมบัติของสารที่เป็นส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวนั้น ๆ ตัวอย่างเช่น ในการแยกส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเป็นของแข็งละลายในของเหลว ซึ่งทำได้โดยนำสารเนื้อเดียวนั้นไปต้มจนของเหลวระเหยแห้งออกไปหมด เหลือแต่ส่วนประกอบที่เป็นของแข็ง เช่น หอหิ เป็นสารเนื้อเดียวที่มีส่วนประกอบเป็นน้ำและน้ำตาลเป็นส่วนใหญ่ หากนำไปต้มจนน้ำระเหยไปหมด ก็จะเหลือน้ำตาล เป็นต้น

คำถามประกอบ

1. สารเนื้อเดียว หมายถึง สารที่มีลักษณะอย่างไร

.....

2. การจะแยกส่วนประกอบของสารเนื้อเดียว จะต้องพิจารณาสิ่งใดบ้าง

.....

3. วิธีการจะแยกส่วนประกอบของสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเป็นของแข็งละลายในของเหลวเรียกว่าวิธีการอย่างไร

.....

4. ยกตัวอย่างสารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบเป็นของแข็งละลายในของเหลวมาอย่างน้อย

5 ชื่อสาร ชื่อสาร ประกอบด้วย.....

.....

.....

5. จากที่อ่าน ทบทวนคำถาม นักเขียนสามารถสรุปหัวข้อสำคัญของเรื่องได้หรือไม่ อย่างไร

.....

คำถามค่าทวนของการอภิปรายภายในกลุ่ม

1. จากที่อ่าน ทบทวนคำถาม และอภิปรายภายในกลุ่ม สามารถสรุปหัวข้อสำคัญได้เหมือนหรือต่างไปจากของตัวนักเขียนเองอย่างไร

.....

คำถามค่าทวนของการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

1. จากที่อ่าน ทบทวนคำถาม และอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สรุปหัวข้อสำคัญได้เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

บัตรความรู้

วน 3/2

จากที่ได้ศึกษาในใบความรู้ที่ผ่านมาแล้ว ให้นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาว่า หัวข้อสำคัญใดควรเรียนรู้ก่อน และหัวข้อใดที่ควรจะเรียนรู้ในลำดับต่อมา คือ

.....

ให้ในกลุ่มช่วยกันอภิปราย และจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้ ดังนี้ คือ

.....

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่การจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา ได้ดังนี้ คือ

.....

กค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

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

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักฆาอภิปรายภายใน
กลุ่ม แล้วสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

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

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

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

จากทฤษฎีและทฤษฎีของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความ
สัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและทบทวนคำถาม คือ

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

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

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

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

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

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำใบ้การทดลองตามขั้นตอนคำใบ้การที่จะตรวจสอบทฤษฎีการ
จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. จากการสังเกต สมบัติของสารทั้ง 3 ชนิด คือ สารละลายโซเดียมคลอไรด์ น้ำกลั่น และ สารละลายแอมโมเนีย เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

2. หลังจากต้มสารในข้อ 1 แล้ว ผลของสารทั้ง 3 ชนิด เป็นอย่างไร

3. จากกิจกรรมการเขย่าสารนี้ สารละลายทั้งกล่าวประกอบด้วยสารสถานะใดผสมกันบ้าง

4. สารใดที่เกิดจากของแข็งละลายในของเหลว และนักเรียนทราบได้อย่างไร

5. วิธีการระเหยแห้งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการแยกสารเพื่อศึกษา วัสดุส่วนประกอบ เป็นลักษณะใด

6. ในชีวิตประจำวันได้นำหลักเกณฑ์การทดลองนี้ไปใช้ทำอะไรได้บ้าง

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้ตรวจสอบ
แล้ว อย่างไร

.....

สค. 3/3

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้นี้มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุผล ในการแก้ปัญหา หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

1. เมื่อรินน้ำปลาใส่ถ้วยทิ้งไว้ 1 คืน รุ่งเช้ามาดู ปรากฏว่า มีเกล็ดของแข็ง เหลืออยู่ อธิบายทราบว่าเกล็ดของแข็งนั้นคืออะไร ได้นี้มาจากวิธีการใด

.....

.....

2. น้ำแดงส้มเป็นสารเนื้อเคี้ยวหรือสารเนื้อผสม จะทดสอบได้อย่างไร

.....

.....

3. ประโยชน์ของการแยกสารเนื้อเคี้ยวด้วยวิธีการระเหยจนแห้งนำมาใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 4 (2 คาบ)

ความถี่รวมยอด

สารเนื้อเดียวอาจมีองค์ประกอบได้มากกว่าหนึ่งอย่าง ซึ่งแยกออกจากกันได้โดยให้ผ่านรอกกรองอย่าง ละเอียดวิธีนี้ เรียกว่า วิธีโครมาโทกราฟี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. ทดลองและสรุปวิธีการแยกสาร เพื่อศึกษาโดยวิธีโครมาโทกราฟีได้
2. อธิบายความหมายของวิธีโครมาโทกราฟีในการแยกสารได้

ชื่อการเขียนการชอน

1. กลุ่มหลักของ ไร่ปศุสัตว์รายย่อย อุดมการณ์ตามอุดมคติ
2. กลุ่มความสนใจ ไร่ปศุสัตว์รายย่อย

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการทบทวนคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

- 1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งทบทวนคำตามประกอบ เช่น
ถ้าเรามีสารเนื้อเคี้ยวแต่ไม่แน่ใจว่ามีของแข็งละลายในของเหลว

นั้นมีที่ชนิก เราควรจะใช้วิธีการใดในการแยกส่วนประกอบ

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคึกของแทะะกลุ่ม
และนำผลสรุปที่ได้ในแทะะกลุ่มมารวมกันอภิปรายกับครู เพื่อสรุปความคึกของหัวข้อสำคัญ
เกี่ยวกับเรื่อง การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อเคี้ยวที่มีส่วนผสมอยู่มากกว่าสองอย่างขึ้นไป

- 1.2 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านี้มาจัดทำกับความต่อเนื่องของเนื้อหา
แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และอภิปรายข้อคึกของหัวข้อสำคัญของแทะะกลุ่มร่วมกันกับครู
เพื่อสรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. ขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (กล.)

- 2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ
จากเนื้อหาในบัตรความรู้ (วน. 1)

- 2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญมาอภิปรายร่วมกัน

- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ
ที่สรุปไว้มาาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

- 2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการ
อภิปรายร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
เรื่อง การแยกองค์ประกอบของสารเนื้อเคี้ยวที่มีส่วนผสมอยู่มากกว่าสองอย่างขึ้นไป

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบ

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนี้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกันครู เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการทดสอบที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนทดลองที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลด้วย

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรมเพื่อที่จะนำไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

สิ่งที่กลุ่มของรักและกระซางรอง หมายถึงสิ่งใด

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้ศึกษาและกำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการทดลองและอภิปรายผล เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่ จากที่ได้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

ถ้านำแผ่นแก้วขนาดเท่า ๆ กัน 2 แผ่น มาประกบกันให้แน่น แล้วนำไปจุ่มของผสมของผงชอล์กละเอียดกับน้ำ เสร็จแล้วแยกแผ่นแก้วนี้ไปใช้แทนกระซางรองผลการทดลองที่ได้จะเหมือนกันกับที่ไรซ์ชอล์ก หรือกระซางรองหรือไม่ เพราะเหตุใด

สารเนื้อเคี้ยวยังมีคุณสมบัติอีกอย่างหนึ่ง คือ มีส่วนประกอบของสารมากกว่า 2 อย่าง หรือหลายอย่าง แต่ก็ยังมองเห็นสารนั้นเป็นเนื้อเคี้ยวกัน ซึ่งส่วนประกอบเหล่านั้นเป็นของแข็งที่สามารถละลายในของเหลวได้ เมื่อใช้วิธีการต้มจนระเหยแห้ง จะได้สารอยู่รวมกันที่ภาชนะไม่สามารถแยกออกจากกันได้ จึงได้ใช้วิธีการให้สารเนื้อเคี้ยวขึ้น ชิมด้วยวัตถุบางอย่าง เช่น ซอสถั่ว กระจกกรอง เป็นต้น โดยเรียกวิธีการในลักษณะนี้ว่า วิธีโครมาโทกราฟี จะสามารถแยกส่วนประกอบของของแข็งที่ละลายอยู่ในของเหลวได้ในแต่ละชนิดนั้น ขึ้นอยู่กับสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. สมบัติเฉพาะตัวของสารที่เป็นส่วนประกอบของสารเนื้อเคี้ยว
2. สมบัติเฉพาะตัวของของเหลวที่ทำให้เกิดการซึมได้
3. สมบัติเฉพาะตัวของวัตถุที่ให้ของเหลวซึมผ่าน

คำถามประกอบ

1. วิธีการต้มจนระเหยแห้งนั้น เป็นวิธีที่ใช้แยกสารเนื้อเคี้ยวที่มีของแข็งละลายในของเหลว 1 ชนิด เพราะเหตุใด
.....
.....
2. ถ้าเรามีสารเนื้อเคี้ยว แต่ไม่แน่ใจว่ามีของแข็งละลายในของเหลวชนิดใด เราควรจะใช้วิธีการใดในการแยกส่วนประกอบ
.....
3. วิธีการแยกส่วนประกอบของสารเนื้อเคี้ยวที่มีของแข็งละลายอยู่ในของเหลวมากกว่า 2 อย่าง หรือหลายอย่าง โดยการชิมด้วยวัตถุบางอย่าง เรียกวิธีการนั้นว่าวิธีใด
.....

4. จากที่อ่าน ทบทวนคำตอบ นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญของเรื่องนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

คำคมของการอภิปรายภายในกลุ่ม

จากที่อ่าน ทบทวนคำตอบ และอภิปรายภายในกลุ่ม สรุปหัวข้อสำคัญได้เหมือนหรือต่างกับของตัวนักเรียนเอง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

คำคมของการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

จากที่อ่าน ทบทวนคำตอบ และอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สรุปหัวข้อสำคัญได้เหมือนหรือต่างกับ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

งาน 4/2

จากที่ไต้ศึกษาในใบความรู้ที่ผ่านมาแล้ว ให้นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้น มา
จัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาว่า หัวข้อสำคัญใดควรเรียนรู้ก่อน และหัวข้อใดที่ควรจะ
เรียนรู้ในลำดับต่อมา คือ

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

ให้ในกลุ่มช่วยกันอภิปราย และจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา ไต้ดังนี้ คือ

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

ครู และนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อนำไปสู่การจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา
ไต้ดังนี้ คือ

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

คณ.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

.....

.....

.....

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

.....

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

.....

.....

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนกำกับการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา กันคว่ำ โดยกลวงอ่านและทบทวนคำถาม คือ

.....

.....

.....

การวางแผนชั้นตอนคำเป็นการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ หัดจน) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

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

การวางแผนชั้นตอนคำเป็นการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญ โดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

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

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคำเป็นการทดลองตามชั้นตอนคำเป็นการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากทฤษฎีอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

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

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

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

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. บนแท่งชอล์กและกระดานกรอมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เกิดขึ้นบ้าง

2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแท่งชอล์กและกระดานกรอ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

3. หนักสีที่มีสารรวมกันอยู่อย่างน้อยกี่สาร ทราบได้อย่างไร

4. สีที่ติดอยู่บนชอล์กและกระดานกรอ หมายถึงอะไร

5. ถ้าสีที่ปรากฏบนกระดานกรอมีสีเดียว จะมีความหมายว่าอย่างไร

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณา ความหมาย ความสัมพันธ์
 ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้
 ทดลองแล้ว อย่างไร

.....

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาเป็นเกณฑ์ ในการพิจารณาหาเหตุผล ในการแก้ปัญหา หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

1. ถ้าใช้กระดาษขึ้นแทนกระดาษกรอง จะได้ผลการทดลองที่แตกต่างกันหรือไม่
อย่างไร

.....
.....

2. ถ้าใช้แอลกอฮอล์แทนน้ำ จะได้ผลการทดลองที่แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....
.....

3. ถ้านำแผ่นแก้วขนาดเท่า ๆ กัน 2 แผ่น มาประกบกันให้แน่น แล้วนำไปจุ่มในของ
ผสมชั้นของผงชอล์กละเอียดกับน้ำ เสร็จแล้วแยกแผ่นแก้วทั้ง 2 ออกจากกัน
วางคานที่เคลือบด้วยผงชอล์กชั้น หิ้งไว้จนแห้งนำแผ่นแก้วนี้ไปใช้แทนกระดาษกรอง
ผลการทดลองที่ได้จะเหมือนกันกับที่ใช้แผ่นชอล์กหรือกระดาษกรองหรือไม่
เพราะเหตุใด

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

4. ประโยชน์ของการใช้วิธี โครมาโทกราฟี คืออย่างไร

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

แผนการสอนครั้งที่ 5 (2 คาบ)

ความทึบของกระดาษ

1. ถ้าใช้การละลายน้ำเป็นเกณฑ์จะจำแนกสารได้เป็น 2 ประเภท คือ สารที่ละลายได้ในน้ำ และสารที่ไม่ละลายน้ำ
2. สารละลายเป็นสารเนื้อเดียวที่ประกอบไปด้วยตัวทำละลายและตัวถูกละลาย
3. เกณฑ์กำหนดว่าสารใดเป็นตัวทำละลายหรือถูกละลาย พิจารณาจากสถานะและปริมาณขององค์ประกอบ
4. ตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะเดียวกัน สารที่มีปริมาณน้อยกว่าเป็นตัวถูกละลาย สารที่มีปริมาณมากกว่าเป็นตัวทำละลาย
5. ตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเหมือนกับสารละลายจึงเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลายเป็นตัวถูกละลาย
6. สารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ต่างกัน
7. สารต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกันได้ต่างกัน
8. การละลายของสารขึ้นอยู่กับชนิดของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย
9. ปริมาณของตัวถูกละลายในสารละลาย เรียกว่า ความเข้มข้นของสารละลาย
10. การบอกความเข้มข้นของสารละลายนิยมบอกเป็นปริมาตรหรือมวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 กรัมหรือ 100 มิลลิเมตร
11. สารละลายอิ่มตัว หมายถึง สารละลายที่มีตัวถูกละลายอยู่เต็มที่จะไม่สามารถละลายได้อีกแล้วในอุณหภูมิขณะนั้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. ทดลองและเปรียบเทียบผลการละลายของสารต่าง ๆ ในน้ำได้
2. อธิบายคำว่า สารละลาย ตัวถูกละลาย ตัวทำละลาย ความเข้มข้นของสารละลาย สารละลายเจือจาง สารละลายเข้มข้น และสารละลายอิ่มตัวได้

3. ชีบงั่วหัวลละลายและหัวกลละลายได้
4. คำนวณความเข้มข้นเป็นร้อยละของสารในสารละลายได้
5. ทดลองและสรุปผล เกี่ยวกับการละลายของสารในหัวลละลายต่างชนิดกันได้
6. เขียนแผนภูมิแสดงการละลายของสารในหัวลละลายต่างชนิดกันได้
7. สรุปหลักการเกี่ยวกับการละลายของสารต่าง ๆ ได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใ้ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใ้ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

- 1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น เราสามารถแบ่งจำพวกสารออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง ใช้เกณฑ์

ใดในการพิจารณา

แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความลึกของ แต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มนี้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุป ความลึกของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง สารละลาย

- 1.2 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 2) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น น้ำเชื่อมนี้จัดเป็นสารละลายจะประกอบด้วยสารอะไรบ้าง และแต่ละตัว

จะทำหน้าที่อย่างไร

แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความลึกของ แต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มนี้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความลึก ของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง ส่วนประกอบของสารละลาย

- 1.3 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 3) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น การที่สารเกิดการละลายกลายมาเป็นสารละลายได้เร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับ

องค์ประกอบใดบ้างของสารละลาย

แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความลึกของ แต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มนี้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุป ความลึกของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับ เรื่อง ชนิดของตัวถูกละลาย และตัวทำละลาย

- 1.4 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 4) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น ความเข้มข้นของสารละลายเป็นการบอกปริมาณของสารที่ทำหน้าที่อย่างไร

แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มนั้นมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

1.5 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน 5) พร้อมทั้งทบทวนคำถาม เช่น

ในชีวิตประจำวันเรามักพบว่า สารละลายเข้มข้น สารละลายเจือจาง ซึ่งมีความหมาย ถึงสิ่งใดของสารละลาย

แล้วนำมาอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนภายในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มนั้นมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง สารละลายเข้มข้นและสารละลายเจือจาง

1.6 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญทั้งหมดที่ได้จากการศึกษาในตอนต้นชั่วโมง มาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และนำผลที่ได้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่แนวเดียวกัน

2. ขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คค.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากเนื้อหาในบัตรความรู้ที่ได้ศึกษามาแล้ว (วน 1 - วน 5)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญมาอภิปรายร่วมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่สรุปไว้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการอภิปรายร่วมกับครู มาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ เรื่อง สารละลาย

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบ

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแบบกำหนดการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญนั้นมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกัน เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการทดสอบที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนทดลองที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลด้วย

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อจะนำผลไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

จากการทดลอง นักเรียนสามารถแย่งสารละลายออกได้เป็นที่ประเทอะไรบ้าง ใช้แก๊สอะไรในการจำแนกพวกของสารละลาย ยกตัวอย่างประกอบ

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการทดลองและอภิปรายผลเพื่อสรุปความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้วมาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

นักเรียนคิดว่าควรวางสารสีชมพูแอลกอฮอล์หรือฟาสวคแอลกอฮอล์ไว้บนพื้นหรือโต๊ะที่หาคั่วย เซลแล็ก หรือไม่เพราะเหตุใด

บัตรความรู้

วน 5/1

ในตอนต้นเราทราบแล้วว่า การจำแนกสารโดยใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. สารเนื้อเดียว
2. สารเนื้อผสม

และในขณะนี้เรามีความรู้แล้วว่า สารใดก็ตามที่มีสารอย่างน้อย 2 ชนิด ละลายปนกันอยู่ จะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่สามารถบอกได้ว่าส่วนใดเป็นสารใด เราก็เรียกสารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกันนี้ว่า สารละลาย ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว สารละลายจะปรากฏอยู่ในสถานะที่ต่างกันไป ไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ เช่น น้ำเชื่อม นาก (มีทองคำและทองแดงผสมกันอยู่) อากาศ เป็นต้น และยังมีสารอีกประเภทหนึ่ง เป็นสารที่ไม่ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน แต่ผสมอยู่เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่ยังมองเห็นลอยปนอยู่ในของเหลว เช่น น้ำ ในแก้วที่มีฝุ่นผงลอยอยู่ เป็นต้น เราไม่เรียกน้ำในแก้วนั้นว่า สารละลาย

คำถามประกอบ

1. สารละลาย หมายถึงอย่างไร
.....
2. เราสามารถแบ่งจำนวนสารออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง ใช้เกณฑ์ใดในการพิจารณา
.....
.....
.....
.....

สารละลาย คือ สารที่มีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ชนิดละลายปนกัน จนมองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งจะปรากฏอยู่ทั้งในสถานะของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งในสารละลายหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย ตัวถูกละลายและตัวทำละลาย โดยจะใช้เกณฑ์พิจารณาว่า สารใดที่เป็นตัวถูกละลาย และสารใดที่เป็นตัวทำละลาย ใ้ทั้งนี้ คือ

1. ถ้าตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะเดียวกัน เช่น นก (ทองคำและทองแดง อยู่ในสถานะของแข็ง) น้ำส้มจืด (น้ำส้มและน้ำปลา อยู่ในสถานะของเหลว) อากาศ (ก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน อยู่ในสถานะก๊าซ) เป็นต้น เราจะพิจารณาว่า สารที่มีปริมาณน้อยกว่า คือ ตัวถูกละลาย และสารที่มีปริมาณมากกว่า คือ ตัวทำละลาย

2. ถ้าตัวถูกละลายและตัวทำละลายมีสถานะต่างกัน เช่น น้ำเชื่อม (น้ำเป็นของเหลว และน้ำตาลเป็นของแข็ง) เป็นต้น เราจะพิจารณาว่า สารที่มีสถานะเหมือนกันกับสารละลายจัดว่าเป็น ตัวทำละลาย และสารที่มีสถานะต่างไปจากสารละลายจัดว่าเป็น ตัวถูกละลาย

คำถามประกอบ

1. สารละลายหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วย สารที่มีลักษณะอย่างไรบ้าง

.....

2. ให้อยกตัวอย่าง สารละลายที่นักเรียนรู้จักมา 5 ชื่อสาร พร้อมทั้งแยกกันว่าสารละลายนั้นประกอบด้วยสารใดบ้าง และสารใดเป็นตัวทำละลาย และสารใดเป็นตัวถูกละลาย

ชื่อสาร

ประกอบด้วย

ทั่วทุกสถานะ

ทั่วทั้งสถานะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

จบ 5/3

สารละลายอาจมีน้ำ หรือสารอื่น ๆ เป็นตัวทำละลายก็ได้ ซึ่งในสารชนิดเดียวกัน
ละลายได้ในตัวทำละลายต่างชนิดกันก็ต่างกัน เช่น สีนํ้ามันสามารถละลายได้ในน้ำมันสน
และทินเนอร์ เป็นต้น และสารต่างชนิดกันละลายได้ในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน
ก็ต่างกัน เช่น น้ำตาล เกลือแกง สามารถละลายได้ในน้ำเหมือนกัน เป็นต้น และการที่สารจะ
เกิดการละลาย ได้เร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับ ชนิดของตัวถูกละลายและตัวทำละลาย ซึ่งจะเป็น
ตัวบ่งบอกถึงความเข้มข้นของสารละลายนั้น

คำถามประกอบ

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่มีสารชนิดเดียวกันละลายได้ในตัวทำละลายที่
ต่างชนิดกันไป มา 3 ชื่อสาร
.....
2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่มีสารต่างชนิดกันที่ละลายได้ในตัวทำละลายที่
เหมือนกันมา 3 ชื่อสาร
.....
.....
3. การที่สารจะเกิดการละลายกลายมาเป็นสารละลายได้เร็วหรือช้า จะขึ้นอยู่กับ
องค์ประกอบใดบ้างของสารละลาย
.....
.....
4. ความเข้มข้นของสารละลาย นักเรียนคิดว่าจะเป็นการบอกปริมาณของสารที่ทำหน้าที่
อย่างไร
.....
.....

บัตรความรู้

วบ 5/4

การบอกปริมาณของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลายนั้น เรียกว่า ความเข้มข้นของสารละลาย ซึ่งมีอยู่หลายวิธี ดังนี้คือ

1. กรณีสารละลายและตัวถูกละลายต่างก็เป็นของเหลว นิยมบอกความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละของตัวถูกละลายในสารละลาย โดยปริมาตร เช่น สารละลายแอลกอฮอล์ 70% โดยปริมาตร หมายถึง สารละลายนี้ 100 (ลูกบาศก์เซนติเมตร) มีเอทิลแอลกอฮอล์ละลายอยู่ 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. กรณีสารละลายและตัวถูกละลายต่างก็เป็นของแข็ง นิยมบอกความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละของตัวถูกละลายในสารละลายโดยมวล เช่น ทองเหลือง 60% หมายถึง ทองเหลือง 100 กรัม มีทองแดงอยู่ 60 กรัม และมีสังกะสี 40 กรัม เป็นต้น
3. กรณีสารละลายเป็นของเหลว และตัวถูกละลายเป็นของแข็ง นิยมบอกความเข้มข้นของสารละลายเป็นมวล (น้ำหนักเป็นกรัม) ของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เช่น เกลือแกง 10 กรัม ต่อสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นต้น

คำถามประกอบ

1. ความเข้มข้นของสารละลายเป็นการบอกปริมาณของสารที่ทำหน้าที่อย่างไร
.....
2. ให้ยกตัวอย่างชื่อสารละลายในกรณีสารละลายและตัวถูกละลายเป็นของเหลว มา 3 ชื่อสาร
.....
.....

3. ให้ยกตัวอย่างชื่อสารละลายในกรณีที่มีสารละลายและตัวถูกละลายเป็นของแข็ง มา 3 ชื่อสาร

.....

4. ให้ยกตัวอย่างชื่อสารละลายในกรณีที่มีสารละลายเป็นของเหลว และตัวถูกละลายเป็นของแข็งมา 3 ชื่อสาร

.....

.....

.....

5. ถ้าน้ำโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง) 1 กรัม ละลายในน้ำ ทำให้เป็นสารละลาย 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร สารละลายโซเดียมคลอไรด์ มีความเข้มข้นร้อยละเท่าใด

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

..... 5/6

จากที่ได้ศึกษา และตอบคำถามประกอบในชั่วโมงนี้ ทั้งยังได้อภิปรายภายในกลุ่ม
 และมีการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู นักเรียนสามารถจับความสำคัญของเนื้อหาของ
 หัวข้อสำคัญของท่อนี้ได้ว่าอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

ค.ค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

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

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว
สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

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

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

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

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า โดยการอ่านและทบทวนคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ, พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบการทดลองตามขั้นตอนคำใบการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. จากการทดลอง นักเรียนสามารถแบ่งสารละลายออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง ใช้เกณฑ์อะไรในการจำแนกพวกของสารละลาย ยกตัวอย่างประกอบภายในแต่ละประเภท

2. สารชนิดใด ละลายน้ำได้ดีที่สุด

3. หยาดไคอย่างไรว่ สารชนิดใดละลายไคดีกว่ากัน

4. บอกให้หรือไม่ว่ สารละลายแต่ละชนิดมีสารใดเป็นตัวถูกละลายและสารชนิดใดเป็นตัวทำละลาย

สารละลาย	ส่วนประกอบ	ตัวถูกละลาย	ตัวทำละลาย
น้ำเกลือ น้ำเชื่อม น้ำยาล้างตา แอลกอฮอล์เช็ดแผล นาก ทองเหลือง น้ำโซดา อากาศ เหล็กสแตนเลส ทองบรอนซ์			

5. สารแต่ละชนิดละลายได้ในตัวทำละลายต่าง ๆ เหมือนหรือต่างกัน อย่างไร

.....

.....

.....

6. สารต่าง ๆ ละลายในตัวละลายชนิดเดียวกันได้มากน้อยต่างกัน อย่างไร

.....

.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรมและพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้
ตรวจสอบแล้ว อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุผลในการ
แก้ปัญหาหรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

1. ในการดำรงชีวิตของนักเรียน นักเรียนใช้สารละลายอะไรบ้าง
(ยกตัวอย่างมาสัก 5 - 7 ชื่อสารละลาย) และบอกได้หรือไม่ว่าสารใดเป็น
ตัวถูกละลายและสารใดเป็นตัวทำละลาย เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
2. นักเรียนคิดว่าควรวางส่วลิ้นหรือปากหรือฟันไว้บนพื้น
หรือโต๊ะที่หาคำย เชอแล็ก หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
3. การหาความสะอาดรด ทำไมจึงไม่ใช่หินเนอรัชคูลัมบริเวณที่มีความสกปรก
.....
.....
4. มีผู้กล่าวว่า ถ้าจะทำไข่เค็มจะต้องใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ (เกลือแกง)
ชนิดเข้มข้นเท่านั้น จากคำกล่าวนี้ นักเรียนคิดว่า ทุกคนจะสามารถเตรียมสาร
ละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่มีความเข้มข้นเท่ากันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
.....
.....
.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 6 (2 คาบ)

ความคิดรวบยอด

1. เมื่อสารละลายเข้มข้นที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวถูกละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้น
2. เมื่อสารละลายเข้มข้นที่มีอุณหภูมิสูงเป็นของแข็งจะแยกตัวเป็นของแข็งออกจากสารละลาย
3. ของแข็งที่แยกออกมาที่มีรูปร่างเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุม เรียกว่า ผลึก
4. ผลึกของสารทางชนิดกันมีรูปร่างต่างกัน และเรียกปรากฏการณ์ที่ของแข็งที่เป็นตัวถูกละลายแยกตัวออกจากสารละลายเข้มข้นที่ว่า การตกผลึก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบหนังสือแล้ว จะมีความสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำว่า ผลึก การตกผลึก และผลึกสมบูรณ์ได้
2. ออกแบบและทดลองทดลองจนสรุปเกี่ยวกับการละลายเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครูที่ได้เสนอแนะ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชีวีวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาชีวิตความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
 สาธิตฉายโฆษณา และสาธิตฉายเจ๊อจาง จะเกิดการเปลี่ยนแปลง
 เป็นสารที่อยู่ในลักษณะเดียวกันได้อย่างไร

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิของแต่ละกลุ่ม
 และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความคิของหัวข้อสำคัญ
 เกี่ยวกับเรื่อง การตกผลึก

1.2 นักเรียนศึกษาชีวิตความรู้ (วน. 2) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
 สาธิตฉายจากท่อน้ำสายขาดแรงออกไคเป็นที่ประเท อะไรวาง
 ใซอะไร เป็นเทพีในการแบ่งประเทของสาธิตฉาย

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิของแต่ละกลุ่ม
 และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความคิของหัวข้อสำคัญ
 เกี่ยวกับเรื่อง สารบริสุทธิ์

1.3 นักเรียนศึกษาชีวิตความรู้ (วน. 3) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
 สารบริสุทธิ์จะประกอบคยสารอยางเดียวกันเท่านั้น ถ้ามี 2 อยาง คือ
 น้ำ และสารส้ม ซึ่งต่างก็เป็สารบริสุทธิ์ เอามาผสมกัน สาธิตฉายนั้นยังเป็นสารบริสุทธิ์
 หรือไม่อยางไร

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิของแต่ละกลุ่มและ
 นำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความคิของหัวข้อสำคัญ
 เกี่ยวกับเรื่อง ลักษณะที่ปรากฏในธรรมชาติของสารบริสุทธิ์

1.4 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านี้มาจัดทำคัยความคองเนื่องของเนื้อหาแล้วนำ
 มาอภิปรายภายในกลุ่มและอภิปรายขอทลงหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มรวมกันกับครู เพื่อสรุปความ
 คองเนื่องของเนื้อหาให้อยู่ในแนวเดียวกัน

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้อาจจากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว มาแก้ปัญหาหรือ
สถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

นักเรียนเคยเห็นเหตุการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการทกดึงอย่างไร

บัตรความรู้

วน.6/1

ในชีวิตประจำวันของคนเราจะบอกลักษณะของความเข้มข้นของสารในรูปของสารละลาย
เข้มข้น และสารละลายเจือจาง แต่สารละลายทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถที่จะละลายตัวถูกละลายได้อีก
จนกระทั่งตัวถูกละลายไม่สามารถจะละลายต่อไปได้อีก แล้วในอุณหภูมิขณะนั้น เรียกว่า สารละลาย
อิ่มตัว เช่น น้ำเชื่อม เมื่อนำน้ำตาลมาเติมเรื่อย ๆ ที่อุณหภูมิห้องขณะนั้น ปรากฏว่า น้ำตาลไม่สามารถ
ละลายต่อไปอีกได้ ฉะนั้นในขณะนี้จะเรียกน้ำเชื่อมในลักษณะนี้ว่า สารละลายอิ่มตัว เป็นต้น แต่เมื่อ
สารละลายอิ่มตัวนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ตัวถูกละลายจะละลายได้เพิ่มขึ้นอีก และเมื่อสารละลายอิ่มตัว
ที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นอง ตัวถูกละลายที่เป็นของแข็งจะแยกตัวเป็นของแข็งออกจากสารละลายและ
ของแข็งที่แยกตัวออกมานี้จะมีรูปร่างเรขาคณิต ที่มีเหลี่ยมมุม

ของแข็งที่มีรูปร่างเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุม และมีผิวหน้าเรียบ เรียกว่า ผลึก ผลึกของ
สารทางชนิดที่มีรูปร่างต่างกัน และเรียกปรากฏการณ์ของตัวถูกละลายที่เป็นของแข็งแยกตัว เป็น
ของแข็งออกจากสารละลายอิ่มตัว ที่อุณหภูมิสูง แล้วเย็นลงว่า การตกผลึก เช่น น้ำเกลือ
เมื่อนำไปทิ้งไฟ อุณหภูมิจะสูงขึ้น และมีความสามารถละลายตัวถูกละลายได้เพิ่มขึ้น และเมื่อนำ
น้ำเกลือนี้มาทิ้งทิ้งไว้ในเย็นจะเกิดปรากฏการณ์ของการตกผลึกซึ่งเกิดมาเพราะโดยจะมีผลึกของ
เกลือแกงนั้นเกิดขึ้น

คำถามประกอบ

1. สารละลายเข้มข้น หมายความว่าอย่างไร

.....
.....

2. สารละลายเจือจาง หมายความว่าอย่างไร

.....
.....

3. สารละลายเข้มข้น และสารละลายเจือจางจะเกิดการเปลี่ยนแปลงมาเป็นสารที่อยู่ในลักษณะเดียวกันได้อย่างไร
.....
.....
4. สารละลายอิ่มตัว หมายความว่าอย่างไร
.....
.....
5. สารละลายอิ่มตัวในขณะที่มีอุณหภูมิเย็นลงจะมีสารลักษณะใดเกิดขึ้น
.....
.....
6. ลักษณะของแข็งที่มีรูปทรงเรขาคณิต มีเหลี่ยมมุม และมีผิวหน้าเรียบ เรียกว่าอย่างไร
.....
.....
7. ปรากฏการณ์ที่ทำให้เกิดอีกชั้นใด เรียกว่าอย่างไร และจะมีวิธีการทำให้เกิดปรากฏการณ์ในลักษณะนี้ได้อย่างไรบ้าง
.....
.....
8. ในอธิบายการตกผลึกของสารละลายเจือจางของสารส้มว่า นักเรียบมีวิธีการอย่างไรบ้างที่จะทำให้เกิดการแยกตัวของสารส้มออกมาจากสารละลายนั้น
.....
.....
9. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญในตอนนี้ได้อย่างไรบ้าง
.....
.....

สารเนื้อเคี้ยว คือ สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเคี้ยวกัน ซึ่งอาจเป็นสารที่มีส่วนผสมเป็น
สารเพียงอย่างเคี้ยว เช่น หงค้ำ แกล้ง แกล้ง น้ำตาล ถ่าน เป็นต้น โดยจัดว่าเป็น
สารบริสุทธิ์ หรือสารเนื้อเคี้ยวอาจมีส่วนประกอบมากกว่าหนึ่งอย่างก็ได้ เช่น น้ำเกลือ นาก
ทองเหลือง เป็นต้น โดยจัดว่าเป็น สารละลาย

คำถามประกอบ

1. สารเนื้อเคี้ยวจากตอนนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภท อะไรบ้าง ใส่อะไรเป็นเกณฑ์
ในการแบ่งประเภทของสารเนื้อเคี้ยว
.....
.....
2. สารบริสุทธิ์ หมายความว่าอย่างไร
.....
.....
3. สารละลาย หมายความว่าอย่างไร
.....
.....
4. สารพวกที่ไม่จัดว่าเป็นสารบริสุทธิ์ หมายความว่าอย่างไร
.....
.....
5. ยกตัวอย่างสารบริสุทธิ์ที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมา 3 ชื่อสาร
.....
.....
6. ยกตัวอย่างสารละลายที่พบเห็นในชีวิตประจำวันมา 3 ชื่อสาร
.....
.....

คำถามประกอบของทฤษฎีการขยายในกลุ่ม

จากที่อ่าน ทบทวน และมีการอภิปรายภายในกลุ่ม สามารถสรุปหัวข้อสำคัญและจัดทำกับความ
ต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

วณ.6/3

โคกทั่วไปสารต่าง ๆ รอบตัวเรามักจะไม่อยู่ในสภาพของสารบริสุทธิ์ เพราะมักมีสารอื่นเจือปนอยู่ เช่น ใบไม้จะมีก๊าซออกซิเจน และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เจือปนกันอยู่ ถ้าน้ำนั้นของไหลบางตัวต่าง ๆ เช่น ไนโตรเจนเหลวที่เย็น น้ำนั้นก็ละลายเอาสารแคลเซียมไฮดรอกไซด์ การบดแตกเจือปนอยู่ด้วยและเมื่อนำไนโตรเจนเหลวมารวมกันเป็นแผ่นน้ำ น้ำในแผ่นน้ำก็มีสารชนิดต่าง ๆ เจือปนอยู่มาก เป็นต้น

ตัวอย่างอีกตัวอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่า สารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติมักไม่อยู่ในสภาพเป็นสารบริสุทธิ์ โคน้ำ หินดำ เพราะเมื่อน้ำจะเป็นสารที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีหรือรวมกับสารอื่น ๆ โดยยาก มีสารเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีหรือรวมกับทองคำโค เช่น กรดบางชนิด ปรัช เป็นตน แมกนีเซียมทองคำที่พบในธรรมชาติก็มักจะมีสารอื่น ๆ เจือปนอยู่ด้วย

การที่มนุษย์ค้นพบสารบางอย่างที่ทำปฏิกิริยาทางเคมีหรือรวมกับทองคำโคนี้มนุษย์จึงได้นำความรู้เหล่านี้มาพัฒนาซึ่งเป็นการนำทองคำจากธรรมชาติ เช่น ปรอทซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์ เมื่อสัมผัสกับทองคำสารทั้ง 2 ก็จะบดและผสมกัน จึงได้นำความรู้นี้ไปใช้ เป็นวิธีหาทองคำที่อยู่ในแผ่นน้ำโดยนำเอาปรอทใส่บนแผ่นน้ำที่ปนตะกั่วกรรอน นำไปร่อนหาทองคำในแผ่นน้ำใส เมื่อปรอทสัมผัสกับเกลือทองคำก็จะบดและผสมกับทองคำ ทำให้อัตราทองคำมารวมตัวกัน จากนั้นก็นำไอระเหยของปรอทและทองคำไปทำในร่อน ปรอทจะระเหยออกไป เหลือแต่ทองคำบริสุทธิ์ไว้ อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสม เพราะปรอทเป็นสารพิษ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อตัวผู้ทำเองและยังทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ เพราะปรอทก็ตกค้าง

คำถามประกอบ

1. สารละลาย และสารบริสุทธิ์ต่างกันอย่างไร

.....

2. สารบริสุทธิ์จะประกอบด้วย สารอย่างเดียวกันเท่านั้น ถ้ามีของ 2 อย่าง คือ น้ำ และสารส้ม ซึ่งต่างก็เป็นสารบริสุทธิ์ เปรียบเทียบสารละลายชนิดนั้นยังเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ อย่างไร
.....
.....
3. สารเนื้อเดียวทุกอย่างจะเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ อย่างไร
.....
.....
4. การรวมกันของสารต่างๆ ที่จะนำมาใช้ จะให้ประโยชน์ต่อผู้ใช้อย่างไรบ้าง
.....
.....
5. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญในตอนนี้ได้ว่าอย่างไร
.....
.....

คำตอบของการอภิปรายภายในกลุ่ม

จากที่อ่าน ทหาคำถาม และอภิปรายภายในกลุ่ม สรุปหัวข้อสำคัญและนำมาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

วน. 6/4

เมื่อนักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าจากใบความรู้ และอภิปรายภายในกลุ่มแล้วให้หัวข้อสำคัญ และจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาวิชาแล้ว ให้นำมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู ซึ่งสรุป หัวข้อสำคัญและนำมาจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาวิชา อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

กค

จากการศึกษาและจัดทำความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

.....

จากการศึกษาและจัดทำความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว
สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
รวมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนคำใบ้ในการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษาคนควา โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนคำใบ้ในการที่จะทดสอบ (ทราจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนคำใบ้ในการที่จะทราจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญ โดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการที่จะตรวจสอบตามวิธีการ
จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. ในการทดลองที่นักเรียนออกแบบการทดลองไว้ เมื่อนำสารละลายย้อมทั่วทั้งนักเรียนคนหนึ่ง
อุณหภูมิสูงแล้วมาทิ้งไว้ให้เย็นลง มีก๊าซเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในสารละลายหรือไม่อย่างไร
.....
.....
2. ให้ใ้แว่นขยายส่องดูผลิตภัณฑ์จากการทดลองของนักเรียนที่ทำทำการทดลอง แล้ววาดรูป
แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ของสารนั้น ๆ ให้ระบุชื่อสารด้วย
.....
.....
3. สารละลายย้อมทั่วจะสามารถละลายทั่วถูกละลายได้เพิ่มมากขึ้นเป็นเพราะเหตุใด
.....
.....
4. เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้กับสารละลายและเพิ่มทั่วถูกละลายไปในสารละลายอีก ผลจะเป็น
อย่างไร
.....
.....
5. นำสารละลายย้อมทั่วกับสารละลายไม่ย้อมทั่ว มาทำให้อุณหภูมิเย็นลง นักเรียนคิดว่าผลิตภัณฑ์ได้
จะเหมือนกันหรือต่างกัน อย่างไร
.....
.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้อ่านไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้อ่านและ
แล้ววาทะอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

สค. 6/5

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มา เป็น เกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุอันในการแก้ปัญหา
หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

นักเรียนเคยเห็นเหตุการณ์อะไรในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับการตกผลึกบ้าง
อย่างไร

.....

แผนการสอนครั้งที่ 7 (2 คาบ)

ความคิดรวบยอด

1. สมบัติของสารที่ทำให้กระบวนการเคมีเปลี่ยนแปลง อาจใช้ เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารได้
2. สารที่เปลี่ยนสีกระบวนการเคมีจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงจัดว่ามีสมบัติเป็นกรด
3. สารที่เปลี่ยนสีกระบวนการเคมีจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินจัดว่ามีสมบัติเป็นเบส
4. สารที่ไม่เปลี่ยนสีของกระบวนการเคมีทั้งสอง สีจัดว่ามีสมบัติเป็นกลาง
5. การจำแนกสารเมื่อใช้สมบัติความเป็นกรดและเบสเป็นเกณฑ์ จะจำแนกสารได้ 3 ประเภท คือ สารที่มีสมบัติเป็นกรด เบส และเป็นกลาง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. จำแนกสารที่ใช้สีน้ำเงินโดยใช้ประโยชน์และสมบัติความเป็นกรด - เบส เป็นเกณฑ์ได้
2. ทดลองและสรุปสมบัติของสาร เมื่อทำปฏิกิริยากับกระบวนการเคมีได้
3. ทดสอบความเป็นกรด เบส ของสารได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งทบทวนคำถามประกอบ เช่น การใช้กระดาษลิตมัสทดสอบกับสาร เป็นการทดสอบสิ่งใด แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเกี่ยวกับ เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำเสนอสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อสำคัญ เกี่ยวกับเรื่อง ความเป็นกรด-เบสของสาร

1.2 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมาจัดทำกับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และอภิปรายข้อบกพร่องหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มรวมกันกับครู เพื่อสรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. ขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คณ.)

2.1 นักเรียนให้ความหมาย และเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ จากเนื้อหาในบัตรความรู้ (วน. 1)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ มาอภิปรายร่วมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ มาอภิปรายร่วมกันกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนั้น

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการอภิปรายร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่อง ความเป็นกรด - เบสของสาร

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบ

2.6 นักเขียนแต่ละกลุ่มนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนั้น มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการทดสอบที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเขียนแต่ละกลุ่มดำเนินการการตรวจสอบขั้นตอนทดลองที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเขียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลด้วย

2.9 นักเขียนทบทวนคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำผลไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

ในกรณีที่นักเขียนมีสารที่อยู่ในสภาพที่เป็นของแข็ง ถ้าต้องการนำมาตรวจสอบกับกระดาษลิตมัส นักเขียนจะต้องทำอย่างไรกับสารนั้น

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรกกับผลการทดลอง และอภิปรายผลเพื่อสรุปความรู้ใหม่ จากที่ได้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้วมาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเมื่อถูกกรดจะเปลี่ยนเป็นสีแดง กระดาษลิตมัสแผ่นนี้ถ้านำไปถูกเบสอีกครั้ง จะเปลี่ยนกลับเป็นสีน้ำเงินอีกครั้งได้หรือไม่ อย่างไร

บัตรความรู้

วน 7/1

นักเรียนได้เรียนการจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ โดยใช้สมบัติการละลายในอีกสารหนึ่งเป็นเกณฑ์ และโดยใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์มาแล้ว ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ลักษณะ

ในสารรอบตัวเรานี้ สารต่าง ๆ จะมีคุณสมบัติความเป็นกรด-เบส อย่างใดอย่างหนึ่ง คือ มีสมบัติเป็นกรด หรือมีสมบัติเป็นเบส หรือมีสมบัติเป็นกลาง

วิธีง่าย ๆ ในการทดสอบสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารใด ๆ ทำได้โดยใช้กระดาษลิตมัสซึ่งเป็นกระดาษที่ทำขึ้นเพื่อใช้ทดสอบในเรื่องนี้โดยเฉพาะ กระดาษลิตมัสมีอยู่ 2 สี คือ สีแดง และสีน้ำเงิน สำหรับวิธีทดสอบความเป็นกรด - เบส ของสารโดยใช้กระดาษลิตมัส มีดังนี้

1. เมื่อใช้กระดาษลิตมัสสีแดงทดสอบกับสารใด ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า สารนั้นมีสมบัติเป็นเบส
2. เมื่อใช้กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินทดสอบกับสารใด ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนเป็นสีแดง แสดงว่า สารนั้นมีสมบัติเป็นกรด
3. เมื่อใช้กระดาษลิตมัสทั้ง 2 สี ทดสอบกับสารใด ถ้ากระดาษลิตมัสทั้ง 2 สี ไม่มีการเปลี่ยนสี แสดงว่าสารนั้นมีสมบัติเป็นกลาง

คำถามประกอบ

1. การจำแนกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์ สามารถแยกออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
.....
2. การจำแนกสารโดยใช้สมบัติของการละลายในอีกสารหนึ่งเป็นเกณฑ์ สามารถแยกออกได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
.....

3. การจำแนกสารโดยใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ สามารถแยกออกได้เป็นที่ประเภท
อะไรบ้าง
.....
4. กระจกฉลิมส์มีกี่สี อะไรบ้าง
.....
5. การใช้กระจกฉลิมส์ทดสอบกับสาร เป็นการทดสอบสิ่งใด
.....
6. ถ้าใช้การทดสอบด้วยกระจกฉลิมส์ มาเป็นวิธีการแย่งสาร จะใช้เกณฑ์อะไรเป็นตัวแย่งสาร
และแย่งได้กี่ประเภท อะไรบ้าง
.....
.....
7. กระจกฉลิมส์สีแสดทดสอบกับสารแล้วเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่า สารนั้นมีคุณสมบัติ
อย่างไร
.....
.....
8. กระจกฉลิมส์สีน้ำเงินทดสอบกับสารแล้วเปลี่ยนสีเป็นสีแสด แสดงว่า สารนั้นมีคุณสมบัติ
อย่างไร
.....
9. เมื่อทดสอบสารแล้วปรากฏว่า กระจกฉลิมส์ทั้ง 2 สีนั้น ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่า
สารนั้นมีคุณสมบัติอย่างไร
.....
10. นักเขียนสรุปหัวข้อสำคัญ และจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไรบ้าง
.....

บัตรความรู้

วน 7/2

จากที่ศึกษาและตอบคำถามในช่วงนี้ นักเรียนร่วมอภิปรายกับกลุ่มและแลกเปลี่ยน
ความคิดเห็นกับครู นักเรียนสามารถจับคู่กับความต่อเนื่องของเนื้อหาของหัวข้อสำคัญได้อย่างไร
บ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

.....

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถามคือ

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ หาคำตอบ) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญ โดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค่าเป็นการทดลองตามขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. ถ้านักเรียนจะแบ่งสารที่นำมาทดสอบโดยอาศัยผลจากการทดสอบ จะจำแนกสารได้กี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

2. การแบ่งสารในข้อ 1 นักเรียนใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร

.....

3. ในกรณีที่มีนักเรียนมีสารที่อยู่ในสภาพที่เป็นของแข็ง ถ้าต้องการนำมาตรวจสอบกับกระดาษลิตมัสนักเรียนจะต้องทำอย่างไร

.....

.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อมูลสรุปที่เป็นความรู้ใหม่หลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้ว อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

สค. 7/3

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุผลในการ
แก้ปัญหานี้ออกไปปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้คือ

1. กระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเมื่อถูกกรดจะเปลี่ยนเป็นสีแดง กระดาษแผ่นนี้ถ้านำไปถูก
กับเบสจะเปลี่ยนกลับเป็นสีน้ำเงินอีกครั้งได้หรือไม่ อย่างไร

.....
.....

2. สารละลายที่เป็นกรดชนิดหนึ่ง และสารละลายที่เป็นเบสชนิดหนึ่ง แล้วนำสารละลาย
ทั้ง 2 ชนิดผสมกัน ตรวจด้วยกระดาษลิตมัส ของผสมที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
จากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ของผสมนี้มีสมบัติเป็นอย่างไร

.....

3. นักเรียนรู้จัก สารอินทรีย์บางอย่างที่ใช้ในบ้าน และคิดว่าจะมีผลต่อกระดาษลิตมัส
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ 8 (2 คาบ)

ความกิริยวบออก

1. กรกมีสมบัติโดยทั่วไป คือ มีรสเปรี้ยว เมื่อถูกกับสังกะสีและหินปูนจะเกิดฟองก๊าซ ทำให้เกิดการบูกร่อนทั้งยังกัดกร่อนโลหะและเนื้อเยื่อ
2. การบรรจุกรกในภาชนะต่าง ๆ ต้องเลือกภาชนะที่กรกไม่กัดกร่อน
3. กรกที่ได้จากพืช ได้แก่ กรกอะซิติก น้ำมะนาว น้ำมะขาม น้ำตะกรูด และจะมีสมบัติไม่เปลี่ยนสีของเงินเขียวไวโอเลต
4. กรกที่ได้จากแร่ธาตุ ได้แก่ กรกซัลฟูริก กรกไฮโดรคลอริก จะเปลี่ยนสีของเงินเขียวไวโอเลตจากสีม่วงเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน
5. อาจจำแนกประเภทของกรกโดยใช้การทดสอบกับสารละลายเงินเขียวไวโอเลตเป็นเกณฑ์ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ
1. ทดลองและสรุปสมบัติที่ทดสอบอย่างง่าย ๆ ของกรกได้
 2. เลือกสารบางชนิดที่ใช้ในบ้านได้โดยอาศัยสมบัติของกรก
 3. ทดสอบเพื่อชี้บ่งประเภทของกรกที่ได้จากพืชและแร่ธาตุ
 4. ทดสอบน้ำส้มสายชูอย่างง่ายได้
 5. นำสมบัติความเป็นกรกของสารไปใช้ในวิถีประจำวันได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการทบทวนคำถามหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

- 1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไร เพื่อให้ทราบว่ากรกมีสมบัติเปลี่ยนสี

ของกระดาษฉิมจากสีน้ำเงินเป็นสีแกง

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม
และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกันกับครู เพื่อสรุปความคิดของ
หัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง สมบัติของสารที่เป็นกรก

- 1.2 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 2) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
สารเจนเจียนไวโอเลตนอกจากเป็นตัวทดสอบแหล่งที่มาของกรก

แล้วยังมีประโยชน์อย่างไรอีกได้บ้าง

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละ
กลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกันกับครู เพื่อสรุปความคิดของ
หัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง แหล่งที่มาของกรก

- 1.3 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 3) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
นักเรียนมีวิธีการอย่างใดที่ใช้ทดสอบกรกที่ได้มาจากพืช

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม
และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกันกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อ
สำคัญเกี่ยวกับเรื่อง คุณสมบัติของกรกที่ได้จากพืช

- 1.4 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 4) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
นักเรียนมีวิธีการอย่างใดที่ใช้ทดสอบกรกที่ได้มาจากแร่ธาตุ

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคึกของแต่ละกลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคึกของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง คุณสมบัติของกรรทที่ไ้จากแร่ธาตุ

1.5 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านี้มาจกัค่าความท่เนื่องของเนื้อหา แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และอภิปรายข้อคกของหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความท่เนื่องของเนื้อหาให้อยู่แนวเดียวกัน

2. ช้ันคั่นคว่ำสังเคราะห้ (คค.)

2.1 นักเรียนให้คว่ำหมายและเขียนแผนภาพคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากเนื้อหาในไ้ตรคว่ำ (วน 1 - วน 4)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำคว่ำหมายของคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญมาอภิปรายกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำคว่ำหมายและคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่สรุปไ้มาาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของคว่ำหมายและคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำคว่ำหมายและคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการอภิปรายร่วมกับครู มาวางแผนก่ำหนดขั้นท่อนการทดสอบคว่ำหมายและคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่องสมบัติของสารที่เป็นกรรทและแหล่งที่มาของกรรท

2.5 นักเรียนนำแผนก่ำหนดขั้นท่อนการทดสอบมาอภิปรายภายในกลุ่มอีคครั้ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนก่ำหนดขั้นท่อนการทดสอบ

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนก่ำหนดขั้นท่อนการทดสอบคว่ำหมายและคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อนี้มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาแนวทางขั้นท่อนการทดสอบที่เป็นแนวเดียวกัน และให้ส่อกคค้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำเนิการตรวจสอบขั้นท่อนทดลองที่ไ้ร่วมกันวางแผนไ้ เพื่อตรวจสอบคว่ำหมายและคว่ำสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลคว่ำ

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

จากผลการทดลองสามารถใช้ผลการเปลี่ยนแปลงของเงินเขียนไว้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของกรดได้หรือไม่ อย่างไร

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการทดลองและอภิปรายผล เพื่อสรุปความรู้ใหม่จากที่ได้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

ถามที่มีชื่อว่า ฟีนอลีนอ่อนที่ระเหยง่ายมีลักษณะบูดกร่อนเราจะมีภาชนะที่เก็บปรากฏการณ์นี้ได้ว่าอย่างไร

บัตรความรู้

วน. 8/1

สารที่มีสมบัติเป็นกรด โดยทั่วไป จะมีสมบัติ ดังนี้

1. เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
2. มีรสเปรี้ยว
3. ทำให้โลหะและหินปูนสึกกร่อน เช่น เมื่อถูกด้วยสังกะสีหรือหินปูน จะเกิดฟองก๊าซ และทำให้สังกะสีและหินปูนบุกร่อน
4. สามารถกัดกร่อนสารหลายชนิดได้ก็ เช่น โลหะต่าง ๆ หินปูน พลาสติก เนื้อเยื่อ เป็นต้น

ฉะนั้นสารที่ใช้ในบ้านหลายชนิดก็มีสมบัติเป็นกรด ซึ่งมีสมบัติที่อาจเป็นอันตรายต่อคน จึงต้องใช้ด้วยความระมัดระวังในการเลือกใช้ภาชนะที่กรกไม่กัดกร่อนสำหรับบรรจุสารที่มีสมบัติเป็นกรด เช่น ภาชนะที่ทำด้วยแก้ว ภาชนะที่ทำด้วยกระเบื้องเคลือบ เป็นต้น ไม่ควรใช้ภาชนะที่ทำด้วยพลาสติก หรือโลหะ เพราะภาชนะอาจจะถูกกรรกกัดกร่อนจนเสียหายได้ นอกจากนี้สารที่ใช้ทำภาชนะประเภทนี้บางอย่างอาจมีพิษ ซึ่งอาจจะละลายอยู่ในกรดได้ เมื่อเรานำกรรคนั้นไปปรุงแต่งอาหารหรือเครื่องดื่ม จะทำให้เราบริโภคเอาพิษเหล่านั้นเข้าไป ทำให้ร่างกายได้รับอันตรายได้ ดังนั้นตามร้านอาหารที่ใช้ถ้วยพลาสติกใส่น้ำส้มพริกดอง และใช้ช้อนโลหะตักจึงเป็นการกระทำที่ไม่ถูกต้อง

คำถามประกอบ

1. จากการทดสอบสารที่ใช้ในบ้านเราพบว่า สารที่มีสมบัติเป็นกรดเหล่านั้นมีคุณสมบัติอย่างไรกับกระดาษลิตมัส
.....
2. สารที่มีสมบัติเป็นกรดเหล่านี้จากการใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน มีรสชาดเป็นอย่างไร
.....
3. นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไร เพื่อให้ทราบว่ากรกที่มีสมบัติเปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัส จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง
.....

4. นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไร เพื่อให้ทราบว่ากรกมีรสเปรี้ยว
.....
5. นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไร เพื่อให้ทราบว่ากรกมีสมบัติที่สามารถทำให้โลหะและหินปูน
บุกร่อน
.....
6. นักเรียนมีวิธีทดสอบได้อย่างไร เพื่อให้ทราบว่ากรกมีสมบัติที่สามารถกัดกร่อนสารบางชนิด
ได้ ให้ให้นักเรียนยกตัวอย่างมาด้วย
.....
7. นักเรียนคิดว่า ภาชนะจะมีลักษณะใดเมื่อใช้กับสารที่มีสมบัติเป็นกรก
.....
8. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ได้ว่าอย่างไร
.....

คำถามประกอบของการอภิปรายภายในกลุ่ม ระหว่างกลุ่มร่วมชั้น

นักเรียนสามารถสรุปหัวข้อสำคัญและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

บัตรความรู้

วน 8/2

สารเจนเขียนไวโอเลต เป็นสารที่มีสีม่วง เป็นสารชนิดเดียวกับสารที่ใช้ทำน้ำยา สีม่วงป้ายปาก หรือบางคนนำไปใช้รักษาโรคน้ำกัดเท้า เราสามารถนำสารนี้มาทดสอบกับกรก ชนิกต่าง ๆ ที่ใช้ในชีววิทยาประจำวัน เพื่อจำแนกว่ากรกชนิดนั้น ๆ ได้จากพืชหรือได้จากแร่ธาตุ ดังนี้

1. ถ้ากรกที่นำมาทดสอบ ไม่เปลี่ยนสี ของเจนเขียนไวโอเลต จักเป็น กรกที่ได้จาก
พืช

2. ถ้ากรกที่นำมาทดสอบ เปลี่ยนสี ของเจนเขียนไวโอเลต จากสีม่วงเป็นสีเขียว หรือสีน้ำเงิน จักเป็น กรกที่ได้จากแร่ธาตุ

แหล่งที่มาของกรกต่างกัน จึงทำให้มีชื่อเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ซึ่งกรกที่ได้จาก แร่ธาตุนั้นจะเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ เช่น กรกซัลฟิวริก (หรือกรกก้ามะถัน) นำมาใช้ ยสมทำเป็นน้ำส้มสายชูปลอม โดยสังเกตุได้จาก ผักที่แช่อยู่นั้นจะมีลักษณะเปื่อยยุ่ยและน้ำส้มจะข้น แต่ถ้าใช้กรกที่ได้จากพืช เช่น กรกแอสติค (หรือกรกน้ำส้ม) ได้จากการหมักแป้ง น้ำตาล หรือ น้ำผลไม้ จะไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์ สังเกตได้จากผักที่แช่อยู่จะสดเหมือนเดิม และ น้ำส้มจะใส แต่ทั้งกรกซัลฟิวริก และกรกแอสติค มีคุณสมบัติทุกอย่างของสารที่มีสมบัติเป็นกรก ค่าตามประกอบ

1. นักเรียนสามารถทดสอบสารที่มีสมบัติเป็นกรกได้โดยใช้สิ่งใดเป็นตัวทดสอบ

.....

2. นักเรียนจะทดสอบสารที่มีสมบัติเป็นกรกที่มีแหล่งที่มาต่างกัน โดยใช้สิ่งใดเป็นตัวทดสอบ

.....

3. สารเจนเขียนไวโอเลตนอกจากเป็นตัวทดสอบแหล่งที่มาของกรกแล้วยังมีประโยชน์ อย่างไรอีก

.....

4. นักเรียนแบ่งสารที่มีสมบัติเป็นกรรออกได้เป็นกี่พวก อะไรบ้าง ใช้สิ่งใดเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสาร

.....

5. กรดที่ได้จากพืช มีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

.....

6. กรดที่ได้จากแร่ธาตุ มีคุณสมบัติอย่างไรบ้าง

.....

7. นักเรียนมีวิธีทดสอบอย่างไรว่า กรดชนิดใดได้มาจากพืชและกรดชนิดใดได้มาจากแร่ธาตุ

.....

8. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

บัตรความรู้

วน 8/3

กรรที่ไ้จากพืช เป็นกรรที่อื่นหรือจำพวกหนึ่ง ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สามารถสังเคราะห์กรรประเภทนี้ขึ้นจากแร่ธาตุ โดยมีสมบัติเช่นเดียวกันได้ โดยเรียกว่า กรรสังเคราะห์ โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1. ไม่เปลี่ยนสีของเงินเขียนไวโอเลต
2. ส่วนใหญ่จะเป็นกรรที่อ่อน
3. เป็นกรรที่ใช้ในการปรุงแต่งอาหารหรือเครื่องสำอาง

คำถามประกอบ

1. นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะทดสอบกรรที่ไ้มาจากพืช
.....
2. กรรสังเคราะห์ หมายความว่าอย่างไร
.....
3. กรรที่ไ้จากพืชเหมือนหรือต่างกับกรรสังเคราะห์ อย่างไร
.....
4. กรรที่ไ้จากพืช มีคุณสมบัติอย่างไร
.....
5. นักเรียนคิดว่ากรรที่ไ้จากพืชมีอันตรายต่อผู้บริโภคหรือไม่ อย่างไร
.....
6. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ไ้ว่าอย่างไร
.....
.....
.....

บัตรความรู้

วน. 8/4

กรรทที่ได้จากแร่ธาตุ เราอาจเรียกกรรทประเภทนี้ว่า "กรรทแร่ หรือ กรรทแร่ธาตุ" ก็ได้ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เปลี่ยนสีของเงินเขียนไวโอเลตจากสีม่วงเป็นสีเขียวหรือสีน้ำเงิน
2. ส่วนใหญ่จะเป็นกรรทที่รุนแรง หรือที่เรียกว่า กรรทแก่
3. ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งอาหาร เพราะจะมีอันตรายมาก กรรทประเภทนี้ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าต่าง ๆ ของโรงงาน

คำถามประกอบ

1. นักเรียนมีวิธีการอย่างไรที่จะทดสอบกรรทที่ได้มาจากแร่ธาตุ
.....
2. กรรทแร่ หรือกรรทแร่ธาตุ หมายความว่าอย่างไร
.....
3. กรรทที่ได้จากสีช เหมือนหรือต่างกับกรรทที่ได้จากแร่ธาตุ อย่างไร
.....
4. นักเรียนคิดว่า กรรทที่ได้จากแร่ธาตุมีอันตรายต่อผู้บริโภคอย่างไร
.....
5. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ได้ว่าอย่างไร
.....
.....
.....
.....
.....

บัตรความรู้

ว. 8/5

จากที่ศึกษาและตอบคำถาม นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และแลกเปลี่ยน
ความคิดเห็นกับกลุ่มอื่น ร่วมกับครูแล้ว นักเรียนสามารถจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหา
ของหัวข้อสำคัญได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

กค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

.....

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้วสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่าง
กลุ่มร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

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

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ วิสัจจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม.....

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

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

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

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ที่จะตรวจสอบตามวิธีการ
จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. เหตุใดจึงต้องใช้กระดาษลิตมัสทั้ง 2 สี
.....
2. กรกที่ใช้ในการทดลองให้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีกระดาษลิตมัส เหมือนหรือต่างกัน
อย่างไรบ้าง
.....
3. ขณะที่นักเรียนใส่สังกะสี หรือหินปูนลงในกรก สังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น
.....
4. เมื่อหึ่งสังกะสีและหินปูนไว้ในกรกชั่วเวลาหนึ่ง ลักษณะของสังกะสีและหินปูนเปลี่ยนแปลง
อย่างไร
.....
.....
5. แท่งแก้วคนที่ใช้ผสมสารละลายกรกชนิดหนึ่งแล้ว เมื่อจะนำไปผสมสารละลายกรกอีกชนิดหนึ่ง
ควรทำอย่างไรก่อน
.....
6. สารใดที่ให้ผลการทดสอบกับเงินเขียนไวโอเลตเหมือนกัน
.....
7. เรามีวิธีใช้สารละลายเงินเขียนไวโอเลตทดสอบกับกรกชนิดต่าง ๆ เพื่อหาแหล่งที่มา
ของกรกนั้นได้อย่างไร
.....
8. จากผลการทดลอง สามารถใช้ผลการเปลี่ยนแปลงของเงินเขียนไวโอเลตเป็นเกณฑ์ในการ
จำแนกประเภทของกรกได้หรือไม่ อย่างไร
.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้ตรวจสอบ
แล้วอย่างไร

.....

สค. 8/6

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุผลในการแก้ปัญหา หรืออภิปรายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

1. ทำไมพื้นโต๊ะหกคลองในห้องวิทยาศาสตร์ถึงไม่ทำด้วยหินปูนหรือโลหะ

.....

2. นักเรียนคิดว่า โลหะอื่น ๆ หินชนิดอื่น ๆ เครื่องใช้ต่าง ๆ หรือแม้แต่ร่างกายของคนเราเมื่อถูกกรรกจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

3. ทานที่มีชื่อว่า ฟอสฟอรัสที่ระเหยง่ายนั้นผสมมากจะมีลักษณะดุกร่อน เราจะอธิบายสาเหตุที่เกิดปรากฏการณ์นี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

4. เมื่อกรรกมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน นักเรียนคิดว่าภาชนะที่เหมาะสมสำหรับบรรจุกรรกที่สุดควรเป็นประเภทใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

แผนการสอนครั้งที่ ๑ (๒ คาบ)

ความคิกรวมย่อ

1. เบสมีสมบัติทั่วไป คือ เปลี่ยนสภาวะจากของแข็งเป็นน้ำเงิน เมื่อทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียในเตาจะเกิดก๊าซที่มีกลิ่นฉุน คล้ายแอมโมเนีย เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืช หรือน้ำมันหมูจะเกิดสารละลายขุ่นมีฟองคล้ายสบู่ เมื่อทำปฏิกิริยากับอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมจะดูและเกิดฟองก๊าซขึ้น
2. เบสจะกัดเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและโลหะ เมื่อร่างกายถูกกับเบสต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันที
3. เบสบางชนิดมีสมบัติรุนแรง บริโภคแล้วจะเกิดอันตรายจึงควรหลีกเลี่ยง
4. การบริโภคเบสควรใช้เพียงเล็กน้อย ถ้าใช้มากจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. ทดลองและสรุปสมบัติโดยทั่วไปของเบสได้
2. นำสมบัติความเป็นเบสของสารไปใช้ในชีววิทยาประจำวันได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

- 1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งคำถามประกอบ เช่น
สารรอบตัวเมื่อทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีแดงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

หมายความว่าอย่างไร

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคึกของแต่ละกลุ่ม
และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคึกของหัวข้อ
สำคัญเกี่ยวกับเรื่อง สารที่มีสมบัติเป็นเบส

- 1.2 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน. 2) พร้อมทั้งคำถามประกอบ เช่น
ทำไมจึงแนะนำว่าไม่ควรใช้ภาชนะที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมเก็บสาร

ที่มีคุณสมบัติเป็นเบส

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคึกของแต่ละ
กลุ่ม และนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคึกของ
หัวข้อสำคัญเกี่ยวกับ เรื่อง ประโยชน์และโทษของสารที่มีสมบัติเป็นเบส

- 1.3 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมาจัดทำกับความต่อเนื่องของเนื้อหา
แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และอภิปรายข้อตกลงหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มร่วมกันกับครู เพื่อ
สรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่แนวเดียวกัน

2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คค.)

- 2.1 นักเรียนทำความเข้าใจและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจาก
เนื้อหาในบัตรความรู้ (วน. 1 - วน. 2)

- 2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ
มาอภิปรายร่วมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่สรุปไว้มาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการอภิปรายร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทบทวนความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่อง สารที่มีสมบัติเป็นเบสและประโยชน์ โทษของสารนั้น

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทบทวนมาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนกำหนดขั้นตอนการทบทวนร่วมกัน

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนกำหนดขั้นตอนการทบทวนความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนั้นมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการทบทวนที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนทั้งหมดที่ทำการทดลองจากแนวที่ได้วางแผนร่วมกัน เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลด้วย

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำผล ไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

นักเรียนคิดว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองเหมือนกันกับที่นักเรียนใช้สารโคมาใช้น้ำบ้าง

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการทดลองและอภิปรายผล เพื่อสรุปความรู้ใหม่จากที่ได้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

ภาพนะที่มีความสลับปรกมาก ๆ จัดหาความสะอาดไค้ยาก เมื่อนำมาอยู่ใน
โซดาไฟสักครู่ พบว่าชาวสะอาดขึ้น นักเรียนคิดว่าความสะอาดนี้เกิดจากอะไร

เมื่อทศวรรษต่าง ๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน พบว่า น้ำปูนใส น้ำขี้เถ้า สารละลาย
ผงซักฟอก สารละลายยาสีฟัน สารละลายสบู่ เป็นสารที่มีสมบัติเป็นเบส จากการทดสอบของ
กระดาษลิตมัส ซึ่งสารที่มีสมบัติเป็นเบสเหล่านี้ โค้บหัวไปแล้วจะมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เปลี่ยนสีของกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน
2. มีรสฝาด
3. เมื่อถูกับมือจะรู้สึกลื่น
4. กัดกร่อนเนื้อเยื่อของคนหรือสัตว์
5. เมื่อทำปฏิกิริยากับโลหะอะลูมิเนียม อะลูมิเนียมจะถูกร่อนและเกิดฟองก๊าซขึ้น
6. เมื่อทำปฏิกิริยากับแอมโมเนียมไนเตรต จะได้ก๊าซที่มีกลิ่นฉุนคล้ายแอมโมเนีย
7. เมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำมันพืชหรือน้ำมันจากสัตว์ จะได้สารละลายขุ่นที่มีฟองคล้ายสบู่

คำถามประกอบ

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารรอบตัวที่มีคุณสมบัติเป็นเบส ที่พบเห็นอยู่ในชีวิตประจำวัน
.....
2. สารรอบตัว เมื่อทดสอบกับกระดาษลิตมัสสีแดงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน หมายความว่าอย่างไร
.....
3. นักเรียนเคยมีประสบการณ์เกี่ยวกับสารรอบตัวที่เมื่อนำมาถูกับมือแล้วจะรู้สึกลื่นบ้างหรือไม่
อย่างไร
.....
4. นักเรียนคิดว่า สารละลายผงซักฟอกนั้นมีคุณสมบัติเป็นเบสได้ในลักษณะใดบ้าง โค้บข้อ
ประสบการณ์ของนักเรียน
.....

5. นักเรียนคิดว่าในช่วงนี้รูปหัวข้อสำคัญได้เป็นอย่างดี

.....

.....

เบสมีอยู่หลายชนิด บางชนิดมีฤทธิ์รุนแรง เช่น โซเดียมคาร์บอเนต (โซดาซักผ้า) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (โซดาซักจานหรือโซดาไฟ) เป็นต้น เบสที่มีฤทธิ์รุนแรงเหล่านี้จะกัดทำลายผิวหนังและเนื้อเยื่อของร่างกายได้ ดังนั้นเมื่อร่างกายสัมผัสกับเบสเหล่านี้จึงต้องรีบใช้น้ำล้างให้หมด และต้องไม่ใช่เบสเหล่านี้มาปรุงแต่งอาหารสำหรับรับประทานเด็ดขาด

สารที่ใช้ปรุงแต่งอาหารสำหรับรับประทานมีหลายชนิด ที่มีสมบัติเป็นเบส เช่น ผงฟู น้ำปูนใส น้ำสีเด้า เป็นต้น สารเหล่านี้เมื่อนำมาปรุงแต่งอาหารก็ควรใช้แต่น้อย หากใช้ปริมาณมากก็อาจเป็นโทษแก่ร่างกายได้ นอกจากนี้การเก็บสารที่มีสมบัติเป็นเบสไว้ในบ้านควรเก็บไว้ในภาชนะที่ไม่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม และเก็บไว้ให้มิดชิดพ้นจากมือของเด็ก

คำถามประกอบ

1. จะทดสอบว่าเบสที่มีฤทธิ์รุนแรง กัดทำลายผิวหนังและเนื้อเยื่อของร่างกายได้ ควรทำการทดสอบกับมนุษย์หรือไม่ อย่างไร
.....
.....
2. เมื่อร่างกายสัมผัสกับเบส ควรรีบล้างออกด้วยน้ำให้หมด เพราะเหตุใด
.....
.....
3. ทำไมจึงแนะนำให้ไม่ควรใช้ภาชนะที่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมเก็บสารที่มีคุณสมบัติเป็นเบส
.....
.....
4. นักเรียนคิดว่าจะสรุปหัวข้อสำคัญได้อย่างไรบ้าง
.....
.....

บัตรความรู้

วน. 9/3

จากที่อ่านศึกษาและตอบคำถาม นักเรียนร่วมอภิปรายภายในกลุ่ม และแลกเปลี่ยน
ความคิดเห็นกับกลุ่มอื่น ร่วมกับครูแล้ว นักเรียนสามารถจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาของ
หัวข้อสำคัญได้ท้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านี้ได้ คือ

.....

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว
สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา กันคว่ำ โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำเป็นการทดลองตามขั้นตอนการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. แอมโมเนียมไนเตรดถูกกับเบสแล้วเกิดอะไรขึ้น ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น
.....
2. เมื่อเขย่าน้ำมันหมู หรือน้ำมันพืชกับเบสเกิดอะไรขึ้น
.....
.....
3. นักเรียนคิดว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทดลอง เหมือนกับนักเรียนใช้สารใดมาใส่
ในน้ำ
.....
4. โซเดอะลูมิเนียมเมื่อถูกกับเบสจะเกิดอะไรขึ้น และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรที่เศษ
อะลูมิเนียมบ้าง
.....
.....
.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้สรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้
ตรวจสอบแล้วอย่างไร

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

ศค. 9/4

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุผลในการแก้ปัญหา หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

1. ภาชนะที่มีความสกปรกมาก ๆ ชักทำความสะอาดได้ยาก เมื่อนำมาแช่ใน โซดาไฟสักครู่ พบว่า ภาชนะสะอาดขึ้น นักเรียนคิดว่าความสะอาดนี้เกิดจากอะไร
.....
.....
2. เมื่อใส่เศษอะลูมิเนียมลงในเบส พบว่า มีฟองก๊าซเกิดขึ้นเรื่อย ๆ แขนอะลูมิเนียม นั้น นักเรียนคิดว่าฟองที่เกิดขึ้นคืออะไร และจะตรวจสอบได้อย่างไร
.....
.....
.....
3. ถ้านักเรียนจำเป็นต้องใช้สารที่เป็นเบส นักเรียนจะทำอย่างไรบ้าง จึงจะใช้ สารพวกเบสนี้ได้อย่างปลอดภัย
.....
.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 10 (2 คาบ)

ความสักรวณบอก

1. น้ำมันพืชหรือน้ำมันหมูไม่ละลายในน้ำ
2. สบู่ ผงซักฟอก และแชมพู มีสมบัติทำให้น้ำมันละลายได้ในน้ำ จะได้สารละลาย

ขุนขาว

3. สาเหตุที่ร่างกายหรือเสื้อผ้าสกปรก เนื่องจากร่างกายขับไขมันออกจากผิวหนัง จึงมีไขมันเกาะที่ผิวหนังและเสื้อผ้าที่สวมใส่ เมื่อฝุ่นผงมาเกาะกับไขมัน ทำให้ร่างกายและเสื้อผ้าสกปรก ซึ่งไม่สามารถซักด้วยน้ำธรรมดาได้ จึงต้องใช้สบู่ ผงซักฟอก หรือแชมพู ไม่ช่วยให้ไขมันละลายในน้ำ เสื้อผ้าและร่างกายจึงสะอาดได้

4. สารทำความสะอาดห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์ที่จำหน่ายในประเทศมีสมบัติเป็นกรด จะกัดกร่อนพื้นห้องน้ำ นอกจากนี้ยังกัดเนื้อเยื่อและเสื้อผ้าอีกด้วย

5. สารทำความสะอาดห้องน้ำเป็นกรดที่เป็นไอได้ง่าย ถ้าสูดดมหายใจเข้าไป จะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินของลมหายใจ

6. การใช้สารทำความสะอาดห้องน้ำต้องระมัดระวังไม่ให้ถูกร่างกาย เสื้อผ้า และไม่สูดดมหายใจเอาไอของสารเข้าไป ต้องอ่านพื้นห้องน้ำให้ดีหลังจากใช้สารทำความสะอาดแล้ว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. ทดลอง เปรียบเทียบและสรุปเกี่ยวกับการละลายของน้ำมันพืชในน้ำก่อน และหลังการเติมสารทำความสะอาดบางชนิดได้
2. อธิบายสาเหตุที่สบู่ ผงซักฟอก แชมพู และสารทำความสะอาดห้องน้ำและเครื่องสุขภัณฑ์สามารถทำความสะอาดได้
3. อธิบายถึงหลักการง่าย ๆ ของการทำความสะอาดของสารบางชนิดได้

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ อุปกรณ์ตามคู่มือครู
2. กลุ่มควบคุม ใช้อุปกรณ์ตามคู่มือครู

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาศัพท์ความรู้ (วน. 1) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น เพราะเหตุใดจึงใช้น้ำธรรมชาติาร่างสิ่งสกปรกบางอย่างได้ยาก เช่น ร่างกาย เสื้อผ้า ของใช้ พื้นหรือผนัง เป็นต้น

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่มและนำเสนอสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่ม มาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวกับเรื่อง สารที่ใช้ทำความสะอาดในบ้าน

1.2 นักเรียนศึกษาศัพท์ความรู้ (วน. 2) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น การจำแนกสารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์ ออกเป็น 2 ประเภทนั้น ใช้คุณสมบัติอะไรของสาร เป็นเกณฑ์

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำเสนอสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวกับเรื่อง ชนิดของสารที่ใช้ทำความสะอาดในบ้าน

1.3 นักเรียนศึกษาศัพท์ความรู้ (วน. 3) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น เมื่อสารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์เปราะเปื้อน ร่างกายควรทำอย่างไร

แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความคิดของแต่ละกลุ่ม และนำเสนอสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความคิดของหัวข้อสำคัญที่เกี่ยวกับเรื่อง วิธีใช้สารทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์

1.4 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมาจำเกี่ยวกับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อสรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่ในแนวเดียวกัน

2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คค.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากเนื้อหาในบัตรความรู้ (วน 1- วน 2)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญมาอภิปรายร่วมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่สรุปไว้มาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากการอภิปรายร่วมกับครูมาวางแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ เรื่อง สารที่ใช้ทำความสะอาดในบ้าน

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบมาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้ง

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนกำหนดขั้นตอนการทดสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนี้อภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการทดสอบที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ที่มีอยู่

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำเป็นการตรวจสอบขั้นตอนทดลองที่ได้ร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการทดลองโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลด้วย

2.9 นักเรียนทอบบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

นักเรียนคิดว่าน้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก และสารละลายขมิ้น ทำหน้าที่อย่างไรบ้าง

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการทดลองและอภิปรายผล เพื่อสรุปความรู้ใหม่ จากที่ได้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการทดลองแล้ว

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว
มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น
การอาบน้ำแล้วใช้สบู่ถูตัว สามารถทำให้ร่างกายสะอาดมากกว่าการอาบน้ำ
โดยไม่ใช้สบู่ถูตัว เป็นเพราะเหตุใด

บัตรความรู้

วน 10/1

ด้วยเหตุที่สิ่งสกปรกที่อยู่ตามร่างกาย ทั่ว เช่น ร่างกาย เสื้อผ้า ของใช้ พื้นหรือผนัง เป็นต้น สิ่งสกปรกบางอย่างอาจระคายเคืองต่อผิวหนังและตาได้ยาก จึงต้องใช้สารบางอย่างช่วยในการชำระล้าง สารเหล่านี้ที่ใช้อยู่ตามบ้าน เราเรียกว่า "สารที่ใช้ทำความสะอาดในบ้าน"

สารที่ใช้ทำความสะอาดในบ้านจำพวกสบู่ ผงซักฟอก และแอมโมเนีย ใช้ทำความสะอาดร่างกายและเสื้อผ้าได้ก็ เพราะสารจำพวกนี้มีส่วนทำให้ไขมันละลายในน้ำได้คือ ไม่ว่า ผิวหนัง เส้นผม หรือเสื้อผ้า ทั่วจะมีไขมันที่ร่างกายขับออกมาติดอยู่ ซึ่งเป็นตัวการจับฝุ่นผง ทั่ว ๆ ให้ติดอยู่จึงทำให้ร่างกาย และเสื้อผ้าสกปรก ซึ่งไม่สามารถชำระล้างออกได้ด้วย น้ำธรรมดา จึงต้องใช้สบู่ ผงซักฟอก หรือแอมโมเนีย ไม่ช่วยให้ไขมันละลายในน้ำ สิ่งสกปรก ที่ติดอยู่ตามร่างกายและเสื้อผ้าจึงถูกชำระล้างออกได้ นอกจากนี้ยังใช้ในการชำระล้าง เครื่องใช้ อื่น ๆ ที่มีไขมันติดอยู่ ทั่ว ๆ ติดอยู่ด้วยก็ได้

คำถามประกอบ

1. เพราะเหตุใดจึงใช้น้ำธรรมดาชำระล้างสิ่งสกปรกบางอย่างได้ยาก เช่น ร่างกาย เสื้อผ้า ของใช้ พื้นหรือผนัง เป็นต้น
.....
2. สบู่ ผงซักฟอก และแอมโมเนีย จักให้เป็นสารประเภทใด
.....
3. เพราะเหตุใด สบู่ ผงซักฟอก และแอมโมเนีย สามารถใช้ทำความสะอาดร่างกายและเสื้อผ้าได้
.....
4. ผิวหนัง เส้นผม หรือเสื้อผ้า สิ่งเหล่านี้มีผลต่อการติดตัวการสกปรกในการจับฝุ่นผงให้ติดอยู่
.....
5. นักเขียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ได้ว่าอย่างไร
.....

บัตรความรู้

วน.10/2

สารที่ใช้ทำความสะอาดในยานอวกาศหรือที่หนึ่งที่นิยมใช้กันมาก คือ สารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์ (เช่น อ่างน้ำ อ่างล้างหน้า โถส้วม เป็นต้น) สารเหล่านี้อาจมีสมบัติเป็นกรกหรือเบสก็ได้ แต่ที่ขายกันอยู่ในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่เป็นสารละลายของกรกไฮโดรคลอริก (กรกเกลือ) และบางชนิดก็มีกรกซัลฟูริก (กรกกำมะถัน) อยู่ด้วย โดยเฉลี่ยอยู่ 2 ประเภท ที่มีจำหน่ายกันอยู่ในขณะนี้ คือ

1. ประเภทผงซัก ประเภทยกด้วยสารที่มีหน้าที่ซัก รวมกับสบู่และสารที่มีสมบัติเป็นกรกซึ่งหาปฏิกิริยากับหินปูนได้
2. ประเภทของเหลว มักเป็นสารละลายของกรกไฮโดรคลอริก (กรกเกลือ) ซึ่งหาปฏิกิริยากับหินปูนได้

คำถามประกอบ

1. ให้ยกตัวอย่างสารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ หรือเครื่องสุขภัณฑ์ มาอย่างน้อย 1 ชื่อ
.....
2. สารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ หรือเครื่องสุขภัณฑ์ มีสมบัติเป็นอย่างไร
.....
3. สารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ หรือเครื่องสุขภัณฑ์ที่พบว่าจำหน่ายในประเทศไทยเป็นสารชนิดใดบ้าง
.....
4. การจำแนกสารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ หรือเครื่องสุขภัณฑ์ ออกเป็น 2 ประเภทนั้น ใช้คุณสมบัติอะไรของสารเป็นเกณฑ์
.....
5. นักเขียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ได้ควาอย่างไร
.....

บัตรความรู้

วัน 10/3

สารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ หรือเครื่องสุขภัณฑ์ เป็นสารที่มีสมบัติเป็นกรก
เราจึงต้องใช้สารเหล่านี้ด้วยความระมัดระวัง ดังนี้คือ

1. อย่าให้สัมผัสกับร่างกายหรือเสื้อผ้า เพราะอาจจะกัดเนื้อเยื่อและเสื้อผ้าได้
2. สารประเภทที่เป็นของเหลว เมื่อใช้ราดห้องน้ำจะมีไอของกรกคลุ้งขึ้นมา ต้อง
ระวังไม่สูดหายใจเอาไอกรกนี้เข้าไป เพราะจะเป็นอันตรายต่อทางเดินของลมหายใจได้
3. ไม่ใช้สารเหล่านี้มากหรือมากเกินไป เพราะกรกจะไปกัดกร่อนหินปูน ทำให้
ส่วนผิวของหินปูนหรือปูนขาวที่เป็นตัวยึดท่อกระเบื้องและเหล็กต้องหลุดออกไปทุกครั้ง ถ้าหลุดออก
ไปมาก ๆ กระเบื้องและเหล็กจะขาดตัวยึดถือ ก็จะหลุดออกได้ง่ายกว่า
4. เมื่อใช้สารเหล่านี้แล้ว ต้องรีบล้างพื้นห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์ด้วยน้ำให้สะอาด
ทุกครั้ง ไม่ปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ

คำถามประกอบ

1. เรามีวิธีใช้สารทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพและปลอดภัยได้
อย่างไร
.....
2. เมื่อใช้สารทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์แล้ว ต้องทำอะไรบ้าง
.....
3. เมื่อสารที่ใช้ทำความสะอาดห้องน้ำหรือเครื่องสุขภัณฑ์เปื้อนระเบือนร่างกาย ควรทำอะไร
.....
4. นักเรียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ไว้ได้อย่างไร
.....

บัตรความรู้

ว.น. 10/4

จากที่ศึกษา และตอบคำถาม นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และแลกเปลี่ยน
ความคิดเห็นกับกลุ่มอื่น ร่วมกับครูแล้ว นักเรียนสามารถจัดลำดับความต่อเนื่องของ
เนื้อหาของหัวข้อสำคัญได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

ค.ค.

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านี้ได้คือ

.....

จากการศึกษาและจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้วสามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความ
สัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญโดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการที่จะตรวจสอบตาม
วิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผลการทดลอง

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. เมื่อเติมน้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์ลงไปในน้ำแล้ว ผลเป็นอย่างไร
.....
2. เมื่อเติมน้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก และสารละลายแอมทูลงไปในน้ำที่มีน้ำมันพืชอยู่แล้ว
ผลจะเป็นอย่างไร
.....
ต่างจากขณะที่ไม่ได้เติมน้ำสบู่ หรือผงซักฟอกหรือไม่ อย่างไร
.....
3. นักเรียนคิดว่าน้ำสบู่ สารละลายผงซักฟอก และสารละลายแอมทูล ทำหน้าที่อะไร
.....
4. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุทำให้ร่างกายของนักเรียนหรือเสื้อผ้าที่สวมใส่สกปรก
.....
.....
5. เหตุใดเมื่อชำระร่างกายและซักฟอกเสื้อผ้าด้วยสบู่หรือผงซักฟอกแล้วจึงทำให้ร่างกาย
และเสื้อผ้าสะอาดได้
.....
6. นักเรียนจะอธิบายให้ผู้ฟังถึงสาเหตุที่สระผมด้วยสบู่ หรือแชมพูแล้วทำให้ผมสะอาด
ได้อย่างไร
.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมาย ความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดในคอนแทกทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้ตรวจสอบ
แล้วอย่างไร

.....

สค. 10/5

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้อาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหาเหตุผลในการแก้ปัญหา หรืออภิปรายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ คือ

1. การอาบน้ำแล้วใช้สบู่ถูตัว สามารถทำให้ร่างกายสะอาดมากกว่าอาบน้ำโดย
ไม่ใช้สบู่ถูตัวเป็นเพราะอะไร

.....

2. ทำไมเราจึงไม่ใช้สบู่สระผมทั้ง ๆ ที่มีคุณสมบัติในการชำระล้างทำความสะอาดได้เหมือนกัน

.....

แผนการสอนครั้งที่ 11 (2 คาบ)

ความคิกรวบรวม

สารต่าง ๆ มีทั้งคุณและโทษ ถ้าใช้โดยขาดความระมัดระวังหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์จะเกิดอันตรายแก่ตัวเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อมได้ จึงต้องศึกษาดังพิษและอันตรายของสาร ตลอดจนวิธีการใช้สารอย่างถูกต้องปลอดภัย และหากหลีกเลี่ยงการใช้สารได้ก็ควรหลีกเลี่ยง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. อธิบายถึงพิษหรืออันตรายของสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. อธิบายถึงพิษ อันตรายและการได้รับสารพิษ และทางที่สารพิษเข้าสู่ร่างกายได้
3. อธิบายการใช้สารต่าง ๆ ใช้อย่างปลอดภัยและป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายแก่ตนเอง

และสิ่งแวดล้อม

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง ใช้บัตรความรู้ประกอบ หนังสือประกอบในห้องสมุด
2. กลุ่มควบคุม ใช้หนังสือประกอบในห้องสมุด

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการศึกษาค้นคว้าในห้องสมุด
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ขั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษามิตรความรู้ (วน.1) พร้อมทั้งตอบคำถามประกอบ เช่น
ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารประเภทต่าง ๆ มาอย่างน้อยประเภทละ 2 ชื่อสาร
แล้วอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนในกลุ่มเดียวกัน เพื่อสรุปความลึกของแต่ละกลุ่ม และ
นำข้อสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความลึกของหัวข้อสำคัญ
เกี่ยวกับเรื่อง การจำแนกสารรวมตัวออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามเกณฑ์ประโยชน์การใช้งาน

1.2 นักเรียนศึกษามิตรความรู้ (วน.2) แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และ
นำข้อสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความลึกของหัวข้อสำคัญ
เกี่ยวกับเรื่อง ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่สารพิษสามารถแทรกซึมเข้าไปได้

1.3 นักเรียนศึกษามิตรความรู้ (วน.3) แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม และ
นำข้อสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความลึกของหัวข้อสำคัญ
เกี่ยวกับเรื่อง องค์ประกอบที่จะทำให้ร่างกายแสดงอาการผิดปกติเมื่อรับสารพิษเข้าไป

1.4 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านี้มาจับคู่กับความต่อเนื่องของเนื้อหา แล้วนำ
มาอภิปรายภายในกลุ่มและอภิปรายชอชของหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความต่อเนื่อง
ของเนื้อหาให้อยู่แนวเดียวกัน

2. ขั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คค.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจาก
เนื้อหาในมิตรความรู้ (วน.1 - วน.3)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญมา
อภิปรายร่วมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ ที่สรุป
ไว้มาร่วมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนแต่ละคนนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ จากการอภิปรายร่วมกับครู มาวางแผนกำหนดขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อเรื่อง สรรรอบทั่วทั้งแผนการประโยชน์การใช้งานที่จะมีผลต่อร่างกายของมนุษย์

2.5 นักเรียนนำแผนกำหนดขั้นตอนการศึกษาค้นคว้ามาอภิปรายภายในกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง เพื่อหาแนวร่วมในการวางแผนกำหนดขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า

2.6 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำแผนกำหนดขั้นตอนการค้นคว้าความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อนี้อภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู เพื่อหาแนวทางขั้นตอนการค้นคว้าที่เป็นแนวเดียวกัน และให้สอดคล้องกับหนังสือที่มอบ

2.7 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตรวจสอบขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าที่ใดร่วมกันวางแผนไว้ เพื่อตรวจสอบความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.8 นักเรียนแต่ละคนบันทึกผลการศึกษาค้นคว้าโดยออกแบบการบันทึกข้อมูลเองด้วย

2.9 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปประกอบในการสรุปและอภิปรายผล เช่น

นักเรียนคิดว่า แหล่งของสารพิษนี้มีอยู่ที่ใดบ้าง นก 5 แหล่ง

2.10 นักเรียนช่วยกันตรวจสอบข้อสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ ที่ได้กำหนดไว้ในตอนแรก กับผลการศึกษาค้นคว้า และอภิปรายผล เพื่อสรุปความรู้ใหม่จากที่ได้ศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบจากการศึกษาค้นคว้า

3. ขั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

ชาวบ้านในชนบทคนหนึ่งนำชกยาฆ่าแมลงมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำไปใส่อาหาร จะเกิดโทษอย่างไรบ้าง

ถ้าเรานำประโยชน์การใช้งานของสารมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนกสารรอบตัวแล้ว เราจะสามารถจำแนกสารรอบตัวออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้มากมาย เช่น

1. ประเภทสารที่เป็นอาหารและที่ใช้ปรุงแต่งอาหาร
 2. ประเภทสารที่ใช้ทำความสะอาดต่าง ๆ
 3. ประเภทสารที่ใช้ในการรักษาโรค
 4. ประเภทสารที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง
 5. ประเภทสารที่ใช้กำจัดแมลงในบ้าน
 6. ประเภทสารที่ใช้ในการเพาะปลูกต้นไม้ และการเกษตรต่าง ๆ
 7. ประเภทสารที่ใช้ในยานอื่น ๆ เช่น วัสดุเชื้อเพลิง สีหมึก ของเล่น เป็นต้น
- สารต่าง ๆ รอบตัวเรามีทั้งคุณและโทษ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีเก็บรักษา วิธีใช้ และวิธีป้องกัน

พิษ หรืออันตรายจากสารเหล่านั้น ถ้าใช้โดยขาดความรู้ระวังหรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ จะเกิดอันตรายแก่ตัวเอง ผู้อื่น และสิ่งแวดล้อมได้ จึงต้องศึกษาถึงพิษและอันตรายของสาร ตลอดจนวิธีการใช้สารอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และหาหนทางหลีกเลี่ยงการใช้สารใดก็ควรหลีกเลี่ยง

การจะใช้สารต่าง ๆ รอบตัวให้เป็นประโยชน์แก่เรามากที่สุด ขณะเดียวกันก็ไม่เป็นพิษ หรืออันตรายแก่เรา หรือผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม จำเป็นที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับสารนั้น ๆ ในด้านการเก็บรักษา การใช้ประโยชน์และการป้องกันพิษ หรืออันตรายจากสารต่าง ๆ เหล่านั้น

คำถามประกอบ

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารประกอบประเภทต่าง ๆ มากอย่างน้อย ประเภทละ 2 ชื่อสาร
 - 1.1 ประเภทสารที่เป็นอาหารและที่ใช้ปรุงแต่งอาหาร เช่น
 - 1.2 ประเภทสารที่ใช้ทำความสะอาดต่าง ๆ เช่น
 - 1.3 ประเภทสารที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น
 - 1.4 ประเภทสารที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง เช่น
 - 1.5 ประเภทสารที่ใช้กำจัดแมลงในบ้าน เช่น
 - 1.6 ประเภทสารที่ใช้ในการเพาะปลูกต้นไม้ และการเกษตรต่าง ๆ เช่น

1.7 ประเภทสารที่ใช้ในบ้านอื่น ๆ (ไม่ให้ซ้ำกับพื้กตัวอย่างมาให้)

เช่น

2. ให้ยกตัวอย่างชื่อสารของแต่ละประเภทในข้อ 1 เพียง 1 ชื่อสาร โดยให้บอก โทษ และทางที่สารพิษจะเข้าสู่ร่างกาย

2.1 ประเภทสารที่เป็นอาหารและที่ใช้ปรุงแต่งอาหาร เช่น

มีโทษ คือ.....

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง

2.2 ประเภทสารที่ใช้ทำความสะอาดต่าง ๆ เช่น

มีโทษ คือ

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง.....

2.3 ประเภทสารที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น

มีโทษ คือ

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง

2.4 ประเภทสารที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง เช่น

มีโทษ คือ

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง

2.5 ประเภทสารที่ใช้กำจัดแมลงในบ้าน เช่น

มีโทษ คือ.....

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง

2.6 ประเภทสารที่ใช้ในการเพาะปลูกต้นไม้ และการเกษตรต่าง ๆ เช่น .

.....

มีโทษ คือ

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง.....

2.7 ประเภทสารที่ใช้ในบ้านอื่น ๆ เช่น

มีโทษ คือ

และเข้าสู่ร่างกายได้ทางใดบ้าง

3. สารรอบตัวเรามีทั้งคุณและโทษ ซึ่งจะมีสิ่งใด (คุณหรือโทษ) มากกว่า ขึ้นอยู่กับ
 สิ่งใดบ้าง

4. สารรอบตัวเรา ถ้าใช้โดยไม่ต้องการให้เกิดโทษ ควรหาอย่างไรบ้าง

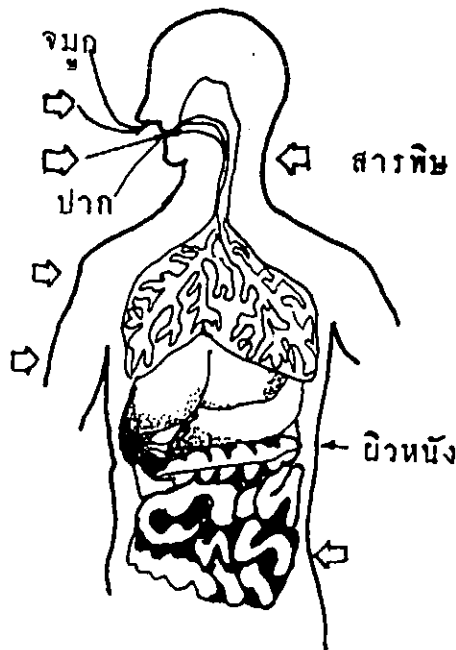
5. นักเขียนสรุปหัวข้อสำคัญตอนนี้ได้ว่าอย่างไรบ้าง

บทความ

วน 11/2

สารพิษต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา จะเป็นโทษแก่ร่างกายเราได้ เมื่อร่างกายไปสัมผัสหรือรับพิษนั้นไว้ ซึ่งส่วนใหญ่เราจะไม่รู้ตัว โดยสารเป็นพิษต่าง ๆ อาจเข้าสู่ร่างกายเราได้โดยทางต่าง ๆ ดังนี้

1. ทางผิวหนัง เช่น ผิวหนังไปสัมผัสวัตถุสกปรก ผิวหนัง ไปสัมผัสกับสารในเครื่องสำอางที่ทำให้แพ้ สารตกค้างซึมผ่านผิวหนังเข้าไปในร่างกาย เป็นต้น
2. ทางเดินอาหาร เช่น กินสารเป็นพิษที่ปนเปื้อนอยู่กับอาหารหรือเครื่องดื่มเข้าไป เป็นต้น
3. ทางเดินลมหายใจ เช่น สูดดมเอาสารพิษเข้าไป หายใจเอาควันพิษเข้าไป เป็นต้น



บัตรความรู้

วน 11/3

เมื่อร่างกายสัมผัสหรือรับเอาสารพิษเข้าไป ร่างกายจะเกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ ขึ้น เพราะระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้รับการกระทบกระเทือนจากสารเป็นพิษนั้น โดยแสดงอาการออกมาในลักษณะต่าง ๆ เช่น รู้สึกกระคายเคืองตรงส่วนที่สารเป็นพิษนั้นไปสัมผัสถูกหรือไปอยู่ เกิดแผลพุพอง อักเสบ เลือดออก หายใจไม่ออก อาเจียน ท้องเสีย กลายเป็นโรคมะเร็ง เป็นต้น ทั้งนี้ร่างกายจะแสดงอาการผิดปกติในลักษณะใด มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1. สมบัติของสารเป็นพิษนั้น เพราะสารเป็นพิษแต่ละชนิดมีสมบัติแตกต่างกัน
2. ปริมาณของสารเป็นพิษที่ร่างกายสัมผัสหรือรับเข้าไป ถ้าร่างกายสัมผัสถูกหรือรับสารเป็นพิษเข้าไปสะสมอยู่ในร่างกายมาก ระยะเวลาต่าง ๆ ของร่างกายก็จะมี ความผิดปกติรุนแรง เช่น สูญเสียการทำงาน จนทำให้พิการหรือเป็นอัมพาต หรือถึงตายได้ เป็นต้น
3. ความต้านทานของร่างกายของแต่ละคน ร่างกายของแต่ละคนมีความสามารถในการต่อต้านหรือทนกับสาร เป็นพิษแต่ละชนิดได้ต่างกัน เช่น ผู้ใช้เครื่องสำอางจากชาวเดียวกัน คนหนึ่งเกิดอาการแพ้แต่อีกคนหนึ่งไม่เกิดอาการใด หรือคนกินอาหารที่เป็นพิษจากหม้อเดียวกัน คนหนึ่งมีอาการท้องเสียรุนแรง แต่อีกคนหนึ่งมีอาการเพียงเล็กน้อย เป็นต้น

บัตรความรู้

วน 11/4

จากที่ศึกษา และตอบคำถาม นักเรียนร่วมอภิปรายในกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
กับกลุ่มอื่นร่วมกับครูแล้ว นักเรียนสามารถจัดลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาของหัวข้อสำคัญ
ได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

ค.ล.

จากการศึกษาและจัดจำกับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

.....

จากการศึกษาและจัดจำความต่อเนื่องของเนื้อหา นักฆาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว
สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอธิบายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญ โดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการที่จะตรวจสอบ
 ความวิธีการจากการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

บันทึกผล

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. มีสารใดหรือไม่ที่นำมาใช้แล้วไม่เกิดโทษกับเราเลย

.....

2. อันตรายที่เกิดจากการใช้สารต่าง ๆ น่าจะมีสาเหตุมาจากอะไร

.....

3. การป้องกันมิให้เกิดอันตรายขึ้นกับร่างกาย และสิ่งแวดล้อม นักเรียนคิดว่า ควรทำอย่างไร

.....

4. นักเรียนคิดว่า แหล่งของสารพิษนี้อยู่ที่ใดบ้าง บอกมา 5 แหล่ง

.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมายความสัมพันธ์ ของ
 หัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่ หลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้ว
 อย่างไรบ้าง

.....

บันทึกการศึกษาค้นคว้า

1. ประเภทสารที่เลือกศึกษา คือ.....
2. ชนิดของสารจากสารประเภทนี้ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา ได้แก่
 - (1).....
 - (2).....
3. รายละเอียดการศึกษาของสารแต่ละชนิดที่ใช้เป็นตัวอย่าง มีดังนี้
 - 3.1 สารชนิด.....
 - ซึ่งมีอยู่ใน (บอกชื่อสิ่งที่มีสารดังกล่าวอยู่).....
 - (1) พืชหรืออวัยวะของสารชนิดนี้ ได้แก่ ,.....
 - (2) เขาสุรางกายคนโดยทาง.....
 - (3) อาการผิดปกติที่ได้รับสารเป็นพิษนี้ คือ.....
 - (4) วิธีป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับพืชหรืออวัยวะจากสารนี้ คือ
 - 3.2 สารชนิด.....
 - ซึ่งมีอยู่ใน.....
 - (1) พืชหรืออวัยวะของสารชนิดนี้ ได้แก่.....

(2) เขาสร้างกายคนโดยทาง.....

(3) อาการนิคภกัฏฐ์ได้รับสาร เป็นพิษนี้ คือ.....

.....

.....

(4) วิธีป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับพิษหรืออันตรายจากสารนี้ คือ.....

.....

.....

3.3 สารชนิด.....

ซึ่งมีอยู่ใน.....

.....

(1) พิษหรืออันตรายของสารนี้ ได้แก่.....

.....

.....

(2) เขาสร้างกายคนโดยทาง.....

(3) อาการนิคภกัฏฐ์ได้รับสาร เป็นพิษนี้ คือ.....

.....

.....

(4) วิธีป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับพิษหรืออันตรายจากสารนี้ คือ.....

.....

.....

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

.....

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเหตุผลในการแก้ปัญหาหรือ
อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังนี้ คือ

1. ในงานวันแรกที่จัดขึ้น ณ สนามโรงเรียนหนองม่วงวิทยา อท.บุรีรัมย์ มีผู้ถือธงไปส่งสารภักดิ์
ชนิตบรรจุภาชชอยโคธามา ผู้ร่วมงานคนหนึ่งเอาบุหรี่จุดไปส่ง นักเรียนทราบหรือไม่ว่า
จะเกิดอันตรายอย่างไรบ้าง

.....
.....

2. ชาวบ้านในชนบทคนหนึ่งนำขากยาฆ่าแมลงมาล้างน้ำให้สะอาด แล้วนำไปใส่อาหารจะเกิด
โทษอย่างไรบ้าง

.....
.....

แผนการสอนครั้งที่ 12 (2 คาบ)

ความคิดรวบยอด

หลักปฏิบัติในการใช้สาร

1. ก่อนใช้สารใด ๆ ต้องศึกษาสมบัติ วิธีใช้ และการเก็บรักษาสารนั้น ๆ
2. ใช้สารตามข้อแนะนำในฉลากอย่างเคร่งครัด
3. ควรเลือกใช้สารที่ได้รับการรับรองคุณภาพจากหน่วยราชการที่เกี่ยวข้อง
4. การใช้สารต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อตัวเอง ครอบครัว และสิ่งแวดล้อม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียน เรียนจบบทเรียนนี้แล้ว จะมีความสามารถ

1. สรุปหลักการใช้สารโดยทั่วไปได้
2. อธิบายและเลือกใช้สารต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ปกติกับ และเกิดประโยชน์มากที่สุด

สื่อการเรียนการสอน

1. กลุ่มทดลอง วัสดุความรู้ประกอบ
2. ใ้หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 101)

การประเมินผล

1. สังเกตจากการเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มและในชั้นเรียน
3. สังเกตจากการตอบคำถามภายหลังจากกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนกลุ่มทดลอง

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ชั้นวิเคราะห์หน้า (วน.)

1.1 นักเรียนศึกษาบัตรความรู้ (วน.1) แล้วร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มและนำผลสรุปที่ได้ในแต่ละกลุ่มมาอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อสรุปความลึกซึ้งของหัวข้อสำคัญเกี่ยวกับเรื่อง หลักปฏิบัติในการใช้สารต่าง ๆ

1.2 นักเรียนนำหัวข้อสำคัญเหล่านั้นมาจัดทำกับความต่อเนื่องของเนื้อหาแล้วนำมาอภิปรายภายในกลุ่ม และอภิปรายข้อตกลงหัวข้อสำคัญของแต่ละกลุ่มรวมกันกับครู เพื่อสรุปความต่อเนื่องของเนื้อหาให้อยู่แนวเดียวกัน

2. ชั้นค้นคว้าสังเคราะห์ (คค.)

2.1 นักเรียนให้ความหมายและเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญจากเนื้อหาในบัตรความรู้ (วน.1)

2.2 นักเรียนแต่ละคนในกลุ่มนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญมาอภิปรายรวมกัน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มจะนำความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่สรุปได้มารวมกันอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู เพื่อหาข้อสรุปของความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ

2.4 นักเรียนตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม เพื่อที่จะนำไปประกอบในการสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญ เช่น

นักเรียนคิดว่าถ้าใช้สารโดยทั่วไปผิดวิธี จะเกิดผลเสียอย่างไรบ้าง

2.5 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่กำหนดไว้ในตอนแรก เพื่อสรุปให้ได้ความรู้ใหม่ที่เหมาะสม

3. ชั้นส่งเสริมความรู้ (สค.)

นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้จากการศึกษาโดยผ่านการตรวจสอบแล้ว มาแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ ๆ ได้ เช่น

การพิมพ์คำว่า "สารเคมีต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ไม่มีอันตราย ไม่ควรนำมาใช้"
 นักเรียนเห็นด้วยกับคำพูดนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

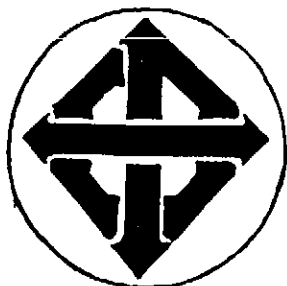
บัตรความรู้

ว. 12/1

ในการดำรงชีวิตของคนเราจะหลีกเลี่ยงการใช้สารต่าง ๆ ไม่ได้เลย ทั้ง ๆ ที่รู้ยู่
ว่าสารต่าง ๆ มีทั้งคุณและโทษก็ตาม แต่ถ้ามียุติภูมิในการใช้สารต่าง ๆ ที่ถูกต้องก็จะทำให้
เราได้รับประโยชน์จากสารนั้นเป็นส่วนใหญ่ ส่วนโทษจากการใช้สารนั้นอาจไม่เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้น
ก็แต่น้อย

หลักปฏิบัติในการใช้สารต่าง ๆ มีดังนี้

1. มีความรู้เกี่ยวกับสารที่ใช้ทั้งศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับสมบัติของสารที่จะใช้ เช่น
สมบัติความเป็นกรด - เบสของสาร ความเป็นพิษหรืออันตรายของสาร เป็นต้น
 2. ใช้ให้ถูกวิธี โดยเฉพาะสารที่เป็นพิษหรืออันตรายนั้น จะมีคำอธิบายวิธีใช้สารพิษ
ไว้ในฉลากที่ติดมาที่สารนั้น ซึ่งเราจำเป็นต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
 3. เลือกใช้สารที่มีคุณภาพดีมาตรฐาน สารที่มีคุณภาพดีไม่จำเป็นจะต้องมีราคาแพง
แต่เป็นสารที่เราพิจารณาแล้วเห็นว่า มีคุณภาพและเหมาะสมกับราคาและไม่เป็นโทษจากการใช้
ปัจจุบันนี้หน่วยงานของราชการบางแห่งให้การรับรองสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่หน่วยงานราชการนั้นได้
ตรวจสอบ และพิจารณาแล้วเห็นว่า มีคุณภาพดีมาตรฐาน เช่น
กระทรวงอุตสาหกรรม เมื่อได้ตรวจสอบและพิจารณาแล้วว่า สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ใด
ที่มีคุณภาพดีมาตรฐาน ก็จะอนุญาตให้ทำ "เครื่องหมายมาตรฐาน" พร้อม "หมายเลขมาตรฐาน"
ไปพิมพ์หรือแสดงไว้บนสินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้น โดยให้แสดงไว้ในตำแหน่งที่เด่นชัด เช่น บนกล่อง
ใส่บนฉลากปิดขวด เป็นต้น
- กระทรวงสาธารณสุข เมื่อได้ตรวจสอบและพิจารณาแล้วว่า สินค้าหรือผลิตภัณฑ์
ประเภทอาหารหรือยาใดที่มีคุณภาพดีมาตรฐาน ก็จะให้หมายเลขทะเบียนอาหาร ซึ่งต้องนำไป
แสดงไว้ในที่เด่นชัด และเห็นได้ง่าย เช่น บนกล่อง หรือภาชนะบรรจุอาหาร หรือยานั้น



วฟ/บค. 10/2531

มอก. 83 - 2527

เครื่องหมายมาตรฐานและหมายเลขมาตรฐาน

ตัวอย่างหมายเลขทะเบียนอาหาร

4. ใช้โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อตนเอง และสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้สารเคมีที่มีอันตรายมาก ๆ ต้องใช้ความระมัดระวังที่สุด หากหลีกเลี่ยงไปใช้สารอื่นที่ปลอดภัยกว่าได้ก็ควรหลีกเลี่ยง

บัตรความรู้

ว.น.12/2

จากที่ศึกษา และตอบคำถาม นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น
กับกลุ่มอื่นเรียบร้อยแล้ว นักเรียนสามารถจัดทำความต่อเนื่องของเนื้อหาของหัวข้อสำคัญได้
อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

จากการศึกษาและจับคู่กับความต่อเนื่องของเนื้อหา นักเรียนสามารถให้ความหมาย
และความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ เหล่านั้นได้ คือ

.....

จากการศึกษาและจับคู่กับความต่อเนื่องของเนื้อหา นำมาอภิปรายภายในกลุ่มแล้ว
สามารถให้ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญต่าง ๆ คือ

.....

ในการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู สามารถให้ความหมายและหาความสัมพันธ์ของ
หัวข้อสำคัญต่าง ๆ ได้ คือ

.....

จากความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการอภิปรายระหว่างกลุ่ม
ร่วมกับครู สามารถที่จะวางแผนกำหนดขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบความหมายและความสัมพันธ์
ของหัวข้อสำคัญที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า โดยการอ่านและตอบคำถาม คือ

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะทดสอบ (ตรวจสอบ พิสูจน์) ความหมายและ
ความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญโดยการอภิปรายภายในกลุ่ม

.....

การวางแผนขั้นตอนดำเนินการที่จะตรวจสอบ ความหมายและความสัมพันธ์ของหัวข้อ
สำคัญ โดยการอภิปรายระหว่างกลุ่มร่วมกับครู

.....

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการหาคอลงตามขั้นตอนคำใบ้การที่จะตรวจสอบตามวิธีการ
จากการอภิปรายระหว่างกลุ่มรวมกับครู

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผล (บอกให้เรารู้อะไรบ้าง)

.....

.....

.....

.....

.....

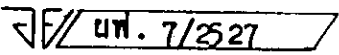
คำถามประกอบหลังทำกิจกรรม

1. นักเรียนคิดว่า ถ้าใช้สารโคยทั่วไปในครัว จะเกิดผลเสียอย่างไรบ้าง

.....

2. สารที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีทั้งที่มีพิษและไม่มีพิษต่อร่างกาย นักเรียนพอสรุปหลักการเลือกได้อย่างไรบ้าง

.....

3. อาหารที่ได้รับตราเครื่องหมาย  หมายความว่าอย่างไร

.....

จากการตอบคำถามประกอบหลังทำกิจกรรม และพิจารณาความหมายความสัมพันธ์ของหัวข้อสำคัญที่ได้กำหนดไว้ในตอนต้น ทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่หลังจากที่ได้ตรวจสอบแล้วอย่างไรบ้าง

.....

สค.12/3

นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มา เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาเหตุผลในการแก้ปัญหา หรืออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้ ดังนี้ คือ

1. การใช้ยาที่ว่า ต้องถูกกับโรค ถูกวิธี ถูกขนาด ถูกคน หมายความว่าอย่างไร

.....

2. มีคุณยายขายยาชาแมลงชนิดหนึ่ง กล่าวว่า ยานี้ไม่มีอันตรายต่อคนและสัตว์เลี้ยง นักเรียน จะเชื่อหรือไม่ อย่างไร

.....

3. ผงซักฟอกที่ใช้ซักผ้าควยเครื่องซักผ้า จะเอามาใช้ซักผ้าเมื่อจะดีหรือไม่ อย่างไร

.....

4. การห่มผ้าห่มที่ "สารเคมีต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ไม่ดี มีอันตราย ไม่ควรนำมาใช้" นักเรียนเห็น ควบกับคำพูดนี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

ประวัติย่อของบุญวิจัย

ชื่อ นางกนิษฐา ชื่อสกุล อุ่นอนันต์ ชื่อสกุลเดิม พรหมอิน

เกิดวันที่ 9 เดือนกันยายน พุทธศักราช 2503

สถานที่เกิด ศูนย์การทหารปืนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 69/54 หมู่บ้านฉัตรเกล้าวิลล่า ถนนสุขุมวิท 1

เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10230

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงาน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า

ถนนรามคำแหง (สุขุมวิท 3)

แขวงสะพานสูง เขตบางกะปิ

กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2518

ประโยคมัธยมศึกษาสายสามัญ

จากโรงเรียนสาธิตวิทยาดัชฎเทพสตรี ธนบุรี

พ.ศ. 2525

กศ.บ. (ชีววิทยา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

พ.ศ. 2532

กศ.บ. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร