

๕๐๗

๑๕๕๓ ก

๖ ๓

การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้
หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

ปริญญานิพนธ์

ของ

ภาณี โอภิชากรณ์

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ตงมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3921575 3915058

18
ธ.ค. 2527

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญามหาบัณฑิต

เมษายน 2527

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

154058

การศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนถาวรทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้
หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

บทคัดย่อ

ของ

ภาณี โอภิชากรณ์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2527

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์และความคงทนค่านักศึกษาระบบการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ 30 คน และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง 30 คน สุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำและสูงเข้ากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 15 คน ได้กลุ่มทดลอง 30 คน เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และกลุ่มควบคุม 30 คน เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องสมบัติของสาร ใช้เวลาเรียนกลุ่มละ 13 คาบ คาบละ 50 นาที วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนมาเปรียบเทียบกัน เพื่อศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ และใช้ χ^2 - test ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์และความคงทนค่านักศึกษาระบบการทางวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีพัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกัน ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงและความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนผลสัมฤทธิ์และความคงทนค่านักศึกษาระบบการทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงแตกต่างกันอย่างไม่เป็นนัยสำคัญทางสถิติ

A STUDY OF LEARNING DEVELOPMENT, ACHIEVEMENT AND RETENTION
IN SCIENCE PROCESS SKILLS OF MATTAYOM SUKSA I
STUDENTS THROUGH THE INSTRUCTIONAL MEANS
OF MASTERY LEARNING AND
NON-MASTERY LEARNING

AN ABSTRACT

BY

PANEE OPITHAKORN

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University
April 1984

The purpose of this study was to compare Matlayom Suksa I students learning development, achievement and retention in Science Process Skills through the Instructional Means of History Learning and Non-Mastery Learning.

The subjects were 60 Matlayom Suksa I students in the second semester of the 1983 academic year of Patthalung School, Patthalung Province. The subjects were 30 high learning ability students and 30 low learning ability students. They were randomly assigned into two groups. One was an experimental group, consist of 30 students, taught by History Learning and another was a controlled group with 30 students taught by Non-Mastery Learning. The Science content was "Property of Substance". Both of the two groups were taught for 15 periods which took 50 minutes each. The data was analysed by comparing the students who passed the criteria in each unit in order to study the learning development. χ^2 - test was used to evaluate achievement and retention in Science Process Skills differences.

The results of the study indicated that the experimental group had greater development learning than the controlled group and there was significant difference at the .05 level on achievement and retention in Science Process Skills for the low learning ability students, however there was no significant difference for the high ability students.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

คณะกรรมการสอบ

✓รับ อ.ร

ประธาน

✓รับ อ.ร

ประธาน

Dr. R. R.

กรรมการ

Dr. R. R.

กรรมการ

สมศักดิ์ สมบูรณ์

กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลืออย่างดียิ่ง จากอาจารย์ ดร.ปรีชา วงศ์ศิริ รองศาสตราจารย์บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำช่วยเหลือตลอดเวลา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์ อาจารย์ ดร.สุติมา วัชณะศิริ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาในหลาย ๆ เรื่องโดยตลอดมา

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ คณะอาจารย์ และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนพัทลุง จังหวัดพัทลุง ที่ได้ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการทดลองทดลองจนการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ พี่ เพื่อน น้อง รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่านซึ่งมีอาจกล่าวนามในที่นี้ ไ้หมด ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือในคานทาง ๆ ตลอดระยะเวลาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณที่วางรากฐานให้กับผู้วิจัย.

ภาณี โอภิชากรณ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้	4
ความสำคัญของการศึกษาครั้งนี้	5
ขอบเขตของการศึกษาครั้งนี้	5
กานิยามศัพท์เฉพาะ	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนเพื่อรอบรู้	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความคงทนในการเรียนรู้	16
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนเพื่อรอบรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	32
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนเพื่อรอบรู้กับความคงทนในการเรียนรู้	34
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	36
สมมุติฐานในการวิจัย	39
3 วิธีดำเนินการศึกษาครั้งนี้	40
ประชากร	40
กลุ่มตัวอย่าง	40
เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง	41
ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง	42
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	42

วิธีดำเนินการทดลอง	45
การวิเคราะห์ข้อมูล	49
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	49
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	53
เปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนที่เรียน โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	53
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับ ไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	56
เปรียบเทียบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	60
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	65
ความมุ่งหมายในการศึกษาครั้งนี้	65
วิธีดำเนินการวิจัย	66
การวิเคราะห์ข้อมูล	67
สรุปผลการค้นคว้า	67
อภิปรายผล	68
ข้อเสนอแนะทั่วไป	71
ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป	72
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	80

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง	41
2 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบย่อย ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ จาแนกตามระดับความสามารถในการ การเรียนรู้สูงและต่ำ	53
3 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	57
4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่ หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	58
5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้ หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	59
6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้ หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	60
7 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบ ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	61
8 เปรียบเทียบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่าง นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่ หลักการเรียนเพื่อรอบรู้	62

- 9 เปรียบเทียบความคงทนคานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดย
ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ 63
- 10 เปรียบเทียบความคงทนคานทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียน
โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียน
เพื่อรอบรู้ 64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ขั้นตอนการสอนโดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้	47
2 ขั้นตอนการสอนโดยไม่ใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้	48
3 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ในแต่ละหน่วย การเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	54
4 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ในแต่ละหน่วย การเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีความสามารถ ในการเรียนต่ำ	55
5 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ในแต่ละหน่วย การเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีความสามารถ ในการเรียนสูง	56

ภูมิหลัง

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการพัฒนา
 ตัวผู้เรียนไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าการถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนดังที่ยูเนสโกกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของ
 การสอนวิทยาศาสตร์ว่า ควรมุ่งพัฒนาความสามารถ ความสนใจ ความรู้สึกระลึกในตนเองให้แก่
 ผู้เรียน และเตรียมผู้เรียนให้รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างไม่มีสิ้นสุด เพื่อจะได้สามารถนำความรู้
 ไปใช้ปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ (UNESCO. 1975 : 11) สิ่งสำคัญที่เป็น
 องค์ประกอบในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะดังกล่าว ได้แก่ ทักษะการสืบเสาะหาความรู้
 ทักษะการแก้ปัญหา (สันทัด สังข์ทอง 2523 : 337) หรือก็คือการนำเอาทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์มาใช้นั่นเอง เนื่องจากกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ก็คือ กระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ ดังที่ กรอฟเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 568 - 573) กล่าวว่า กระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์เป็นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกาเบ กียันยันว่า ทักษะ
 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบรวมของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 ในขณะเดียวกันสามารถนำไปใช้ในวิชาอื่นได้อย่างกว้างขวาง (Gagne. 1965 : 65)
 เกี่ยวกับเรื่องนี้ โอเค ให้ความเห็นเห็นว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากประสบการณ์
 ที่ได้เรียนมาเป็นสิ่งที่มีค่าสูง เพราะว่ามันนักเรียนสามารถนำไปใช้หลังจากที่จบโรงเรียนแล้ว
 (Okey. 1972 : 57) นอกจากนี้ ยุพา วีระไวทยะ (ยุพา วีระไวทยะ 2517 : 2) ยังได้
 กล่าวเน้นถึงความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า ในชีวิตประจำวันเราทุกคนจะ
 ใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า สังเกตสิ่งแวดล้อมรอบตัวในหลายแง่มุมรวบรวมเป็นข้อมูลไว้ แล้วอาจ
 แบ่งแยกสิ่งที่สังเกตได้ออกเป็นพวกตามแต่จะเห็นประโยชน์ การแบ่งนี้มักจะใช้เกณฑ์หลายอย่าง
 นอกจากนั้นยังพยายามอธิบายสิ่งที่สังเกตได้ให้ผู้อื่นฟัง ซึ่งเรียกว่าการสื่อความหมาย สิ่งเหล่านี้
 ล้วนถือว่าเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งสิ้น

สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถานส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ใ้สอดแทรกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้มาก ทั้งผลงานวิจัยของ กิ่งแก้ว คูมรพัฒนะ
 (กิ่งแก้ว คูมรพัฒนะ 2524 : 61) ที่ใ้ทำการวิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 1 แล้วพบว่า ในบรรดาความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีทั้งหมด 5 ข้อ ความ
 มุ่งหมายข้อที่มุ่งพัฒนาใ้เด็กเรียนมีความสามารถทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือ
 ข้อที่กล่าววว่าเพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทาง วิทยาศาสตร์มีปรากฏอยู่มากที่สุด คือ
 คิดเป็นร้อยละ 65.24 แต่ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีปัญหาในการเรียนรู้ทางด้านนี้ ทั้งผลงาน
 วิจัยของ มาโนช วาตะพุกกะณะ (มาโนช วาตะพุกกะณะ 2523 : 51 - 52) ที่พบว่า
 ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 2 มีค่าเพียงร้อยละ 44.28

ปัญหาเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทาง
 วิทยาศาสตร์ใ้กับนักเรียนควรใ้เพิ่มความสนใจในการฝึกทักษะควบคู่ไปกับการใ้เนื้อหาความรู้
 (ทบทวนมหาวิทยาลัยของรัฐ 2520 : 3) ใ้มีความคิดใหม่ ๆ หลายประการที่เกี่ยวข้งกับการ
 จัดการเรียนการสอนใ้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ในบรรดาความคิดเหล่านี้ การเรียนเพื่อรอบรู้
 เป็นแนวความคิดหนึ่งที่น่าสนใจ (ณด ภูประเสริฐ 2522 : 15) หลักของการจัดการเรียน
 เพื่อรอบรู้มีอยู่ว่า นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตามที่สอนสั่งกันในโรงเรียนใ้โดย
 เท่าเทียมกัน ถ้านักเรียนประเภท "โจ - ชา" ใ้รับเวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ และ
 ใ้ได้รับการช่วยเหลือในด้านกรเรียนอย่างใ้จากครูสอนและเพื่อนนักเรียนที่มีพื้นเพทางการศึกษา
 มาอย่างก่ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2523 : 3)

วิธีการจัดการเรียนการสอนเพื่อรอบรู้ เริ่มต้นจากการสำรวจพื้นฐานก่อนเริ่มทาการสอน
 ว่านักเรียนมีพื้นฐานทางการเรียนเพียงพอหรือยัง เมื่อพบว่านักเรียนคนใ้ใ้ยังคงบกพร่องก่หาทาง
 แก่ใ้ใ้ให้นักเรียนผู้นั้นมีพื้นฐานเพียงพอ แล้วครูก็แจ้งจุดมุ่งหมายของวิชาที่ใ้เรียนในแต่ละหน่วย
 การเรียนใ้ให้นักเรียนทราบ รวมทั้งใ้แจ้งใ้ทราบถึงงานที่ใ้จะต้องทาใ้ใ้สัมฤทธิ์ผลตาม เกณฑ์ที่ใ้ใ้
 เมื่อการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยจบลงก็จะนาแบบทดสอบมาใ้ให้นักเรียนทา ถ้านักเรียนคนใ้ใ้
 ผลการเรียนไม่ถึง เกณฑ์ที่กำหนดใ้ใ้ก็จะใ้ได้รับการซ่อมเสริมใ้ใ้เสร็จสิ้นก่อนที่ใ้จะขึ้นบทเรียนใหม่ต่อไป

ไถ่ผู้นำหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ไปทดลองสอนเป็นจำนวนมาก การศึกษาทดลองส่วนใหญ่จะเป็นการเปรียบเทียบตัวแปรตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังที่ บล็อก และคนอื่น ๆ (Block and others. 1976 . 20) ได้รวบรวมผลการวิจัยที่มีผู้ทำไว้ 97 ราย แต่ละรายใช้จำนวนนักเรียนและวิชาที่สอนแตกต่างกัน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้วิธีนี้ถึง 82 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนครั้งที่เปรียบเทียบกัน และโดยเหตุที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังผลงานการวิจัยที่มีผู้ทำไว้หลายคน (น้อยทิพย์ ศีลธรรม 2522, รุจี โรจนประศาสตร์ 2523, เมกมาศ วรานุสันติกุล 2524, กมล หลีกภัย 2525) ฉะนั้น การจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้น่าจะทำให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทาง ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

และจากการสัมมนาเรื่องนวัตกรรมทางการศึกษา : กระบวนการเรียนการสอนเฉพาะเด็กที่มีความสามารถพิเศษ ซึ่งจัดขึ้นที่มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ระหว่างวันที่ 16 - 19 กรกฎาคม 2526 โดยคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ บลูม (Bloom. 1983 : 8) ได้กล่าวว่า การเรียนเพื่อรอบรู้นอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้นแล้วยังทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้ดีขึ้นด้วย นอกจากนี้ความคงทนในด้านการจัดการทางวิทยาศาสตร์ก็เป็นสิ่งสำคัญในการที่จะนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ และเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีจุดมุ่งหวัง เพื่อช่วยเหลือนักเรียนประเภท "โง่ - ซ้า" โดยเฉพาะ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาในแง่ที่ว่า การเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้จะส่งผลต่อพัฒนาการของการเรียนรู้ และผลสัมฤทธิ์ทาง ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหรือไม่ และสามารถทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่คงทนนานหรือไม่ โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 ประเภทตามระดับความสามารถในการเรียน

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้
 - 1.1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 1.2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 1.3 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 2.2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 2.3 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 3.2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 3.3 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

ความสำคัญของการ ศึกษาคนควา

ผลจากการ ศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงวิธีการ จัดการ เรียนการสอนที่ส่งผลต่อพัฒนาการของการเรียนรู้ และการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องในการ จัดการศึกษาค้างนี้

1. ในด้านบริหาร การศึกษา ผู้บริหารทราบแนวทางในการจัดการ ศึกษาแล้วนำวิธีการไปพัฒนาปรับปรุงใช้ในวิชาอื่นและชั้นอื่น ๆ ต่อไป
2. ในด้านการสอน ครูนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้

ขอบ เขตของการ ศึกษาคนควา

1. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน กลุ่มควบคุม 30 คน
2. ตัวแปรที่ศึกษา
 - 2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่
 - 2.1.1 วิธีสอน
 - 2.1.1.1 โดยใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้
 - 2.1.1.2 โดยไม่ใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้
 - 2.1.2 ระดับความสามารถในการ เรียนของนักเรียน
 - 2.1.2.1 นักเรียนที่มีความสามารถในการ เรียนต่ำ
 - 2.1.2.2 นักเรียนที่มีความสามารถในการ เรียนสูง
 - 2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่
 - 2.2.1 พัฒนาการของการเรียนรู้
 - 2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2.3 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

3. ระยะเวลาในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 13 คาบ คาบละ 50 นาที การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมบัติของสาร โดยแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ ดังนี้

- 4.1 ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร
- 4.2 สารเนื้อเดียวประกอบด้วยอะไรบ้าง
- 4.3 สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงได้อย่างไรบ้าง
- 4.4 ธาตุมีสมบัติอย่างไร

คานิยามศัพท์เฉพาะ

1. พัฒนาการของการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการทำแบบทดสอบย่อย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หลังจากเรียนจบเนื้อหาในหน่วยนั้นแล้ว ได้จำนวนผู้เรียนเกินมากกว่าหน่วยเดิม
2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง หลังจากเรียนจบเนื้อหาทั้งหมดแล้ว ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้
3. ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังจากการเรียนการสอนครั้งสุดท้ายสิ้นสุดลงเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ได้คะแนนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นฉบับเดิม
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างคล่องแคล่ว ชำนาญ ครอบคลุม 13 ทักษะ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ป.ป. : 1 - 13) ดังนี้

1.1 การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

1.2 การวัด หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

1.3 การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนหรือความแตกต่าง เป็นเกณฑ์ก็ได้

1.4 การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา
สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองซึ่งจะมีรูปร่าง เช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง
ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

1.5 การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาหาคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

1.6 การจักราะหาและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจักราะหาเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือกำหนดค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไลอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

1.7 การลงความึกเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความึกเห็นให้กับข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

1.8 การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคาดคะเนล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นมาแล้ว หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

1.9 การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การศึกษาคาดคะเนล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม อาจถูกหรือผิดก็ได้

1.10 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถทำการทดลองหรือทำการวัดได้

1.11 การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การชี้แจงและควบคุมตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

1.12 การทดลอง หมายถึง การปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

1.13 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ และสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

5. การเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ หมายถึง การเรียนที่ผู้เรียนต้องมีพื้นฐานพอที่จะเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้ โดยวัดจากแบบทดสอบพื้นฐาน ถ้านักเรียนคนใดมีพื้นฐานการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ต้องได้รับการซ่อมเสริมให้พื้นฐานถึงเกณฑ์พอที่จะเรียนได้ก่อน แล้วจึงเริ่มบทเรียน โดยผู้สอนแจ้งจุดมุ่งหมายของวิชา วิธีเรียน ตลอดจนเกณฑ์การผ่านในแต่ละหน่วยการเรียน เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้ว ผู้เรียนจะได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบย่อยและต้องผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ จึงจะถือว่ารอบรู้ในหน่วยการเรียนรู้ นั้น ๆ ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์จะได้รับการซ่อมเสริมก่อนและทดสอบอีกครั้ง เมื่อผ่านเกณฑ์จึง จะขึ้นไปเรียนในหน่วยการเรียนรู้ต่อไปได้

6. การเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ หมายถึง การเรียนโดยใช้เนื้อหาวิชา อุปกรณ์การเรียน และแผนการสอน เช่นเดียวกับกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้แตกต่างกัน

กันที่ก่อนการเรียนไม่มีการสอบวัดความรู้พื้นฐาน ไม่แจ้งจุดมุ่งหมายของวิชา และไม่มีเกณฑ์การผ่านจุดประสงค์ เมื่อสอนจบหน่วยการเรียนรู้มีการทดสอบย่อย เช่นเกี่ยวกับกลุ่มการเรียนรู้โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ แต่ไม่แจ้งผลการสอบและไม่มีการชมเชยเสริมสำหรับนักเรียนที่ทำคะแนนไม่ได้ตามเกณฑ์

7. หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง ขอบเขตของหลักสูตรที่กำหนดไว้ในหน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย เนื้อหา พฤติกรรม และการประเมินผล

8. การซ่อมเสริม หมายถึง กิจกรรมที่ครูจัดขึ้นเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนในกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ที่ได้รับการทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การแก้ไขข้อบกพร่องมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้ เสนอคำตอบอภิปรายข้อผิดพลาดรวมกันทั้งกลุ่ม แล้วทดสอบด้วยข้อสอบกุญชานเพื่อให้ได้เกณฑ์ที่จะเรียนในหน่วยการเรียนรู้ต่อไป

9. นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนต่ำ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.101) จากการประเมินผลของครูประจำวิชา เมื่อภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ได้คะแนนน้อยกว่าจุดคะแนนของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 35

10. นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนสูง หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.101) จากการประเมินผลของครูประจำวิชา เมื่อภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับจุดคะแนนของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 65

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแยกตามหัวข้อดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

- 1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้
- 1.2 เอกสารที่เกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้
- 1.3 เอกสารที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้กับความคงทนในการเรียนรู้
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้

แนวความคิดเกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1922 ในช่วงนั้นมีโครงการสอนที่จะทำให้นักเรียนมีความรอบรู้ในสิ่งที่ตนเรียนอยู่สองโครงการ คือ โครงการวินเนตกา (Winnetka Plan) ของ วอชเบิร์น และคนอื่น ๆ (Block. 1971 : 3 citing Washburne and others. 1922) อีกโครงการหนึ่งเป็นของศาสตราจารย์มอร์ริสัน (Block. 1971 : 3 citing Morrison. 1926)

หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีขั้นตอนดังนี้

1. นิยามคำว่ารอบรู้ในรูปของจุดประสงค์ทางการศึกษาที่คาดหวังจะให้นักเรียนได้เรียนรู้ ซึ่งของวอชเบิร์น เน้นทางค่านสติปัญญาอย่างเกี่ยว ส่วนของมอร์ริสัน เน้นทางค่านสติปัญญา จิตใจ และทักษะ

2. แบ่งเนื้อหาในการสอนออกเป็นตอน ๆ แต่ละตอนประกอบด้วยสื่อการสอนที่จัดไว้
อย่างเหมาะสมตามจุดประสงค์ที่กำหนด

3. นักเรียนต้องรอบรู้ในแต่ละตอน คือ ทาเคแนมได้ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ก่อนที่จะเรียน
เนื้อหาในตอนต่อไป เพราะถือว่าเนื้อหาเป็นลำดับขั้นของการเรียนรู้ (Hierarchy of
Learning) การเรียนในตอนต่อไปต้องใช้ความรู้ในตอนต้น ๆ ด้วย

4. หลังจากสอนจบแต่ละตอนให้แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
และจะทำให้ทราบว่านักเรียนมีความรอบรู้ในตอนนั้น ๆ หรือยัง คะแนนจากการสอบจะเป็นสิ่ง
เสริมแรงในการเรียนด้วย

5. ถ้าผู้เรียนยังไม่ถึงเกณฑ์ที่เรียกว่ารอบรู้ ก็จะมีการซ่อมเสริมด้วยวิธีต่าง ๆ
ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล จนผู้เรียนมีความรอบรู้ในแต่ละตอน

ในโครงการวินเนทกา ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองและมีการสอนเป็นกลุ่มสลับกันไปบ้าง
นักเรียนแต่ละคนจะได้รับอนุญาตให้ใช้เวลาเรียนแตกต่างกันไป

ส่วนของมอริสัน มีการแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนหลาย ๆ คนพร้อมกัน เช่นสอนใหม่
สอนพิเศษ ทากิจกรรมเพิ่มเติม ครูแนะนำเกี่ยวกับนิสัยการเรียนใหม่

วิธีการของมอริสันเป็นที่แพร่หลายในปี ค.ศ. 1930 หลังจากนั้นแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้
เพื่อรอบรู้ก็หายไปเนื่องจากขาดแคลนเทคโนโลยี จนกระทั่งปลายปี ค.ศ. 1959 และต้นปี ค.ศ. 1960
ได้มีสื่อการเรียนชนิดใหม่เกิดขึ้นเรียกว่าบทเรียนโปรแกรม แนวความคิดพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม
คือ การเรียนเรื่องใด ๆ ก็ตาม แม้ว่าเนื้อหาจะยากสักเพียงใด การเรียนให้เข้าใจต้องเรียน
เนื้อหาตอนต้น ๆ ก่อน (Block. 1971 4 citing Skinner. 1954) หลักการสร้างบทเรียน
โปรแกรมต้องวิเคราะห์พฤติกรรมยาก ๆ ให้เป็นพฤติกรรมย่อยที่เชื่อมโยงกัน เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจ
เนื้อหาที่ซับซ้อนได้ และนักเรียนก็สามารถศึกษาบทเรียนได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสื่อที่ช่วยลดปัญหา
ความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้อย่างหนึ่ง

ต่อมาในปี ค.ศ. 1963 แคโรล ไคเสนอรูปแบบที่เป็นแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้
เพื่อรอบรู้ (John B. Carroll's Model of School Learning) โดยเขียนในรูปสมการ
ฟังก์ชันได้ดังนี้ (Carroll. 1963 : 730)

$$\text{ระดับของการเรียนรู้} = f \left\{ \frac{\text{เวลาที่ใช้จริง}}{\text{เวลาที่ต้องการใช้}} \right\}$$

กล่าวคือ ถ้าให้เวลาแก่นักเรียนแต่ละคนตามที่เขาค้นหาเพื่อหาคะแนนให้ถึงเกณฑ์ และนักเรียนได้ใช้เวลาในการเรียนอย่างจริงจังแล้ว นักเรียนจะสามารถหาคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ถ้านักเรียนไม่ได้รับเวลาหรือใช้เวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ ระดับของการเรียนรู้ก็จะแปรผันตามสัดส่วนของเวลาที่ใช้ในการเรียนจริงต่อเวลาที่จำเป็นสำหรับการเรียน

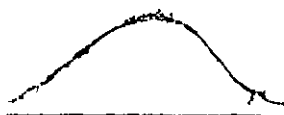
แคโรล ไคธอธิบายต่อไปว่า เวลาที่ใช้จริง หมายถึง เวลาที่นักเรียนใช้อย่างตั้งใจและพยายามเรียนในหน่วยนั้น ดังนั้นเวลาที่ใช้จริงจึงขึ้นอยู่กับความพากเพียรในการเรียนของนักเรียน กับโอกาสในการเรียนหรือเวลาที่ครูอนุญาตให้ใช้ ส่วนเวลาที่ต้องการใช้ หมายถึง เวลาที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้จึงจะสามารถบรรลุผลการเรียนนั้นได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความถนัดในการเรียนวิชานั้นของนักเรียน คุณภาพของการสอน และความสามารถในการเข้าใจการสอนของนักเรียน ดังนั้นรูปแบบการเรียนรู้ของแคโรล จึงเขียนเป็นสมการได้ใหม่ดังนี้

$$\text{ระดับของการเรียนรู้} = f \left\{ \begin{array}{cc} 1. \text{ ความพากเพียร} & 2. \text{ โอกาสในการเรียน} \\ 3. \text{ ความถนัด} & 4. \text{ คุณภาพของการสอน} \\ 5. \text{ ความสามารถในการเข้าใจการสอน} \end{array} \right\}$$

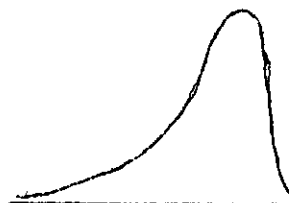
จากแนวคิดของแคโรลดังกล่าว บลูม (Bloom, 1976 : 4) ได้นำมาเป็นพื้นฐานในการสร้างรูปแบบการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ เขาอธิบายว่าถ้าความสามารถหรือความถนัดของนักเรียนมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ และนักเรียนทุกคนได้รับการสอนอย่างเดียวกัน ให้เวลาในการเรียนเท่ากันทุกคนแล้ว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีการแจกแจงเป็นโค้งปกติสัมพันธ์ระหว่างความถนัดกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าค่อนข้างสูง (ประมาณ .70) แต่ถ้าได้จัดคุณภาพของการสอนและเวลาที่ใช้ในการเรียนแตกต่างกันตามความเหมาะสมของแต่ละบุคคลแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่จะเรียนถึงเกณฑ์ที่รอบรู้ที่ตั้งไว้ได้ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างความถนัดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีค่าใกล้เคียงศูนย์ ดังแสดงในรูปกราฟต่อไปนี้



ความถนัดของนักเรียน
ที่จะเรียนวิชาหนึ่ง



ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เกิดจากการสอนให้เหมือนกัน
และใช้เวลาเท่ากัน



ผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการสอนที่
ต่างกันไปและให้เวลาต่างกัน
ตามความแตกต่าง

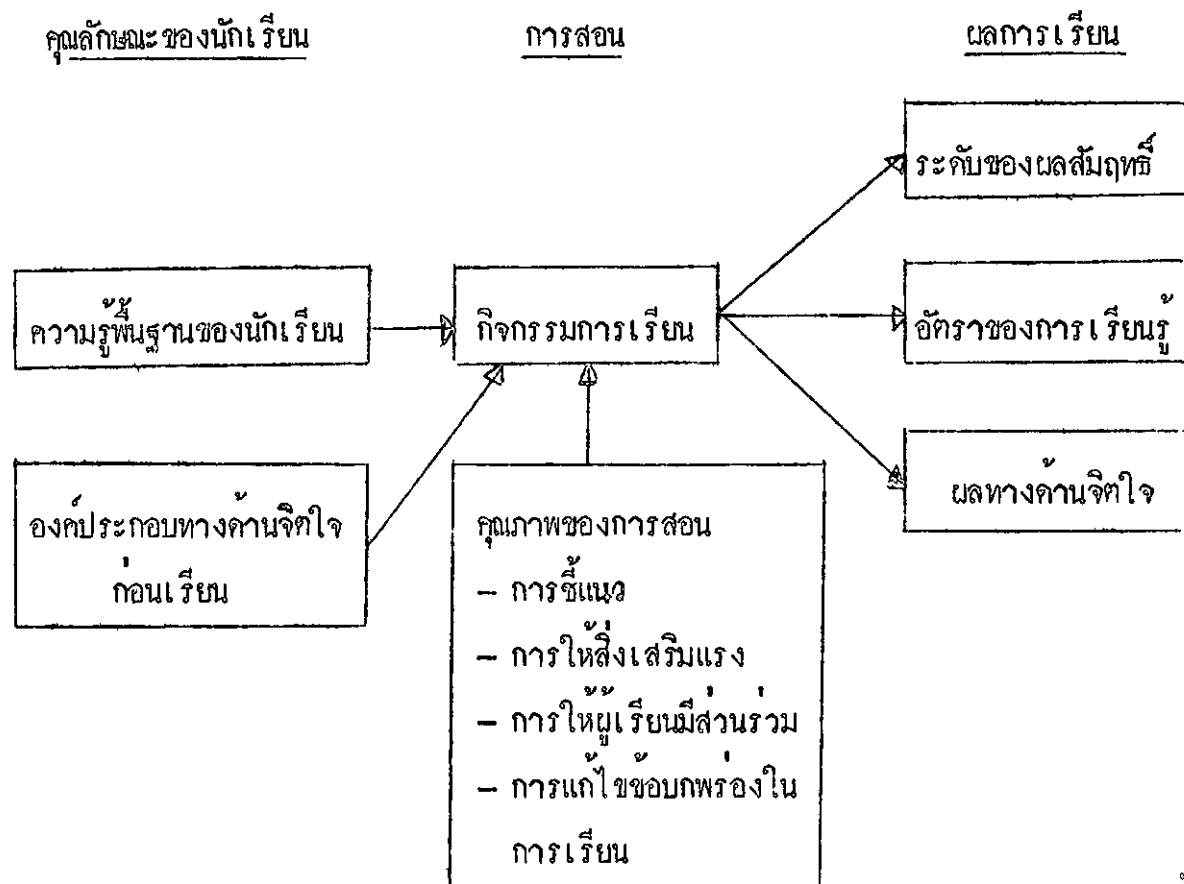
หลักการสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ บลูมได้สรุปว่าคนทุกคนหรือเกือบทุกคนสามารถเรียนวิชาที่จัดสอนในโรงเรียนจนถึงขั้นรอบรู้ได้ ถ้าสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับแต่ละคน ให้เวลาสำหรับเรียนวิชานั้น ๆ แก่เขาามากเพียงพอแก่ความสามารถที่จะเรียน และในระหว่างเรียนนั้นเขาได้รับความช่วยเหลือแก้ไขข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องในการเรียนอย่างทันทางที่

(Bloom. 1976 . 4)

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2523 : 3) ได้กล่าวถึงหลักการของการจัดการเรียนการสอนเพื่อรอบรู้ไว้ว่า

1. นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตามที่สอนสั่งกันในโรงเรียนได้อย่างเท่าเทียมกัน ถ้าจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม
2. นักเรียนทุกคนสามารถเรียนได้ผลสัมฤทธิ์เท่ากันก็ต่อเมื่อนักเรียนประเภท "โง่ - ช้า" ได้รับเวลาในการเรียนอย่างเพียงพอ และได้รับความช่วยเหลือในเรื่องการเรียนอย่างดีจากครูผู้สอนและเพื่อนนักเรียนที่มีพื้นฐานการศึกษามาอย่างดี

บลูม ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้อยู่ในโรงเรียนซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากหลังรูปแบบการเรียนเพื่อรอบรู้ไว้ดังนี้ (Bloom. 1976 : 13 - 15)



รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนของบลูม ประกอบด้วยตัวแปรด้านความรู้พื้นฐานของนักเรียน (Cognitive Entry Behavior) องค์ประกอบทางค่านิยมก่อนเรียน (Affective Entry Characteristics) และคุณภาพของการสอน (Quality of Instruction) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดผลการเรียน (Learning Outcome) อันได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อัตราการเรียนรู้ และผลทางค่านิยมหลังเรียน

คุณภาพของการสอน จัดเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่จะส่งผลต่อความสำเร็จของนักเรียนโดยตรง ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการดังนี้

1. การชี้แนะ (Cues) หมายถึง การอธิบายของครูที่ทำให้ผู้เรียนเห็นชัดเจนเสียแต่ก่อนแรกว่าเรียนแล้วจะมีความสามารถอะไรบ้าง การจะเรียนเพื่อให้มีความสามารถเรียนอย่างไร นักเรียนต้องทำอะไรบ้าง อย่างไร

2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Participation) หมายถึง การที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การให้นักเรียนได้ฝึกหัด ได้ตอบสนองในกิจกรรมการเรียนรู้

3. การเสริมแรง (Reinforcement) การให้สิ่งเสริมแรงนั้น บลูม เสนอว่าควรให้ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ส่วนจะให้ในลักษณะไหนและปริมาณเท่าใดต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

4. การให้ข้อมูลย้อนกลับและแก้ไขสิ่งบกพร่อง (Feedback and Correction) หมายถึง ครูจะต้องแจ้งผลการสอบและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนให้นักเรียนทราบทันทีว่าเขามีความสามารถในการเรียนมากน้อยเพียงใด ครูจะต้องแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนควบคู่กันไปกับการสอนเพื่อให้นักเรียนมีพื้นฐานอย่างเพียงพอในการเรียนบทเรียนต่อไป

ในเรื่องเกี่ยวกับการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนนี้ แมคโดนัลด์-รอส

(Boonruangrutana. 1980 citing MacDonald-Ross) ได้ตั้งคำถามเป็นข้อคำถามว่า
การแก้ไขข้อบกพร่องมีปัญหาคืออะไรที่จะต้องพิจารณาอยู่สามประการ คือ

1. จะแก้ไขอย่างไร
2. จะแก้ไขเมื่อไร
3. เมื่อไรจึงจะไม่แก้ไข

ซึ่งเรื่องนี้ เมอร์ริล คอลลินส์ และ บล็อก (Arlin. 1973 : 15 citing Merrill, Collins and Block) ได้ชี้ให้เห็นว่า การทบทวนบทเรียนเฉพาะจุดที่บกพร่องนับเป็นวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนที่เหมาะสมกับความต้องการของแต่ละคนได้ดีที่สุด โดยเฉพาะเมื่อใช้คำอธิบายที่เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก ส่วน บาร์ และ ดรีเบน (Boonruangrutana. 1980 : 159 citing Barr and Drecben. 1977) ได้วิจารณ์ว่าทฤษฎีการเรียนรู้เพื่ออธิบายการพิจารณาเกี่ยวกับคุณลักษณะของกลุ่มนักเรียนในห้องเรียน คุณสมบัติของนักเรียนทั้งกลุ่มย่อมแตกต่างไปจากคุณสมบัติของนักเรียนแต่ละบุคคล ดังนั้นลักษณะของการเรียนรู้ของคนที่มาารวมกันเป็นกลุ่มจึงน่าจะแตกต่างไปจากลักษณะของการเรียนรู้ของคนทีเรียนเป็นรายบุคคล ทฤษฎีการเรียนรู้ของ

บลูมเน้นยึดถือหลักการเรียนเป็นรายบุคคลเป็นสำคัญ ซึ่งขัดกับธรรมชาติของการเรียนในห้องเรียน ที่ประกอบไปด้วยนักเรียนจำนวนมากมารวมเป็นกลุ่ม ดังนั้น การจัดการสอนก็ควรจัดโดยยึดถือคุณลักษณะของกลุ่มเป็นสำคัญ

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ 2512 : 1 - 80) เป็นผู้หนึ่งที่ได้ศึกษาวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องเป็นกลุ่ม โดยมีกระบวนการดังนี้ คือ สอน - สอบ - สอนใหม่ (Teach-Test-Reteach) ในการสอนใหม่นั้นใช้วิธีเฉลยข้อสอบจากแบบทดสอบวินิจฉัยกับนักเรียนทั้งชั้น

1.2 เอกสารเกี่ยวกับความคงทนในการเรียนรู้

ในการเรียนสิ่งใด ๆ ก็ตาม ถ้าหากว่าสิ่งที่เรียนนั้นไม่หลงเหลืออยู่เลยก็จะเสมือนหนึ่งไม่ได้เรียนอะไรมาก่อน คนเราจะคิดและใช้เหตุผลได้มากจากข้อเท็จจริงที่จำได้ การรับรู้ของเราจะต่อเนื่องสัมพันธ์กันได้ก็ต่อเมื่อ เราสามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ที่เคยรับรู้มาก่อนได้ การเรียนรู้และการจำมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด กล่าวคือ ในการเรียนรู้จะไร้อะไรก็ตามที่เราหาเหตุขึ้น เราย่อมประเมินผลได้โดยพิจารณาจากผลการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ถ้าเราประเมินผลทันทีที่ผู้เรียนหาสิ่งที่เราต้องการให้หาแล้ว ผลที่ได้ก็จะเป็นผลการเรียน แต่ถ้าหลังจากเรียนไปแล้วซึ่งระยะเวลาหนึ่ง อาจเป็น 5 นาที 1 ชั่วโมง หรือหลาย ๆ วัน แล้วจึงประเมินผล การเปลี่ยนแปลงที่ได้ก็จะเป็นผลการเรียนรู้และการจำ ฉะนั้น จึงกล่าวได้ว่าการจำก็คือ การรักษาไว้ซึ่งผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการเรียนรู้ให้คงอยู่ต่อไปนั่นเอง (ประสาธน์ อิศรปริศา 2522:137)

ความจำมีสองประเภท คือ ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) และความจำระยะยาว (Long-term Memory) ได้มีผู้สร้างทฤษฎีความจำขึ้นหลายทฤษฎี มีทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับรองไว้มาก คือ ทฤษฎีของ แอทกินสัน และ ชิฟฟริน (ชัยพร วิชชาจุฑา 2520 : 144 อ้างอิงมาจาก Atkinson and Shiffrin. 1968) ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความจำระยะสั้นเป็นความจำชั่วคราว
2. สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นคงได้รับการทบทวนตลอดเวลาไม่เช่นนั้นความจำจะสลายตัวไปอย่างรวดเร็ว

3. ในการทบทวนเราไม่สามารถทบทวนทุกสิ่งที่เข้ามาอยู่ในความจำระยะสั้น ดังนั้นจำนวนสิ่งของที่เราจะจำได้ในความจำระยะสั้นจึงมีจำกัด

4. สิ่งใดก็ตามถ้าอยู่ในความจำระยะสั้นอยู่นาน สิ่งนั้นก็มีโอกาสฝังตัวในความจำระยะยาวมากขึ้น

5. การฝังตัวในการจำระยะยาว เป็นกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวแล้วกับสิ่งที่เราที่เรากำลังการว

การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำ

วิธีการที่ช่วยให้เกิดความจำระยะยาวได้ดี แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้

1. การจัดบทเรียนให้มีความหมาย เกี่ยวกับเรื่องนี้ สตีเฟนส์ (ชม ภูมิภาค 2516 : 145 อ้างอิงมาจาก Stephens. 1959) กล่าวว่า หากเนื้อหามีความหมายเพียงพอแล้วย่อมจะไม่มีปัญหาเรื่องการลืมเนื้อหานั้น แม้เนื้อหานั้นจะมีโครงสร้างที่ไม่ดีนัก แต่หากมีความหมายแก่ผู้เรียน เขาก็จะจดจำได้นาน พยางค์ที่ไม่มีความหมายจะหายไปจากความทรงจำก่อนที่จะออกเสียงพยางค์ท้ายจบลงด้วยซ้ำไป ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้หรือความจำที่ดีขึ้น เราก็อาจกระทำได้อีกดังนี้

1.1 การสร้างสื่อสัมพันธ์ (Mediation) เป็นวิธีการสร้างความสัมพันธ์ที่มีความหมายช่วยในการจำบทเรียนที่มีความหมาย

1.2 การจัดเป็นระบบไว้อย่างหน้า (Advance Organization) เป็นการสรุปโครงสร้างหรือกระบวนการเกี่ยวกับบทเรียนให้นักเรียนทราบ ก่อนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาในตอนนั้นๆ

1.3 การจัดเป็นลำดับขั้น (Hierarchical Structure) เป็นการจัดบทเรียนให้เป็นลำดับตามขั้นตอน การเรียนรู้ในลำดับขั้นต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานให้เรียนรู้ขั้นตอนที่สูงขึ้นเป็นลำดับไป นักเรียนต้องมีความรู้ในขั้นแรกก่อนที่จะเรียนรู้ขั้นต่อไป

1.4 การจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ (Organization) เป็นการแยกประเภทของสิ่งที่ต้องการจำให้เป็นหมวดหมู่

2. การจัดสถานการณ์ช่วยการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีโอกาสทำกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับ
 บ. เรียนมากขึ้น ทั้งในระหว่างการเรียนการสอนและภายหลังการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนไม่
 เป็นฝ่ายรับแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

2.1 การนึกถึงสิ่งที่เรียนขณะกำลังฝึกฝนอยู่ (Recall During Practice) หมายถึง การทบทวนบทเรียนภายหลังที่อ่านจบแต่ละครั้ง สมมุติว่าบทเรียนหนึ่งต้องใช้เวลาอ่าน
 เพียง 30 นาที ครูกำหนดเวลาให้อ่าน 2 ชั่วโมง นักเรียนที่อ่านแต่ตนจนจบครบ 4 เที้ยว จะ
 จำได้น้อยกว่านักเรียนที่อ่านจบ 1 เที้ยวแล้วทบทวนข้อความที่อ่านนั้น เพื่อทำความเข้าใจให้ชัดเจน
 ขึ้น แม้จะใช้เวลา 2 ชั่วโมงเท่ากันก็ตาม

2.2 การเรียนเพิ่มขึ้น (Over Learning) หมายถึง การเรียนภายหลังจาก
 ที่จบบทเรียนนั้นได้แล้ว ลักษณะเช่นนี้เห็นได้ชัดกรณีที่จำข้อความสั้น ๆ ซึ่งอ่านเพียงครั้งเดียวก็
 จำได้ แต่ถ้าเราอ่านเพียงเที้ยวเดียวในเวลาเพียงไม่กี่นาทีเรากลับ หากเราได้อ่านทบทวนอยู่
 4 - 5 เที้ยว จะทำให้จำได้ดีขึ้นและจำได้นาน

2.3 การท่องจำ (Recitation) การท่องจะยิ่งทำให้จำได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้
 เพราะผู้ที่ท่องอย่างมีความตั้งใจก็มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง และเมื่อท่องไปได้ระยะหนึ่ง ผู้ท่องจะ
 หวนถึงความก้าวหน้าของตนเอง ทำให้เกิดกำลังใจที่จะท่องต่อไป นอกจากนี้การท่องเป็นกิจกรรม
 ที่มีจุดมุ่งหมายแน่ชัด ผู้ท่องจะตั้งระดับความมุ่งมั่นไว้ และจะมุ่งมั่นบรรลุถึงเป้าหมายนั้น

2.4 การสร้างจินตภาพ (Imagery) หมายถึง การสร้างรหัสโดยนัยภาพในใจ
 เป็นการเอาสิ่งที่ต้องการจำไปเชื่อมโยงกับสิ่งที่จำได้คืออยู่แล้ว โดยการนึกภาพเป็นคู่สัมพันธ์ หาก
 นึกภาพได้ยิ่งแปลกเท่าใด ความคงทนในการจำยิ่งมีเท่านั้น

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าการเรียนเพื่อรอบรู้มีลักษณะที่ช่วยให้คงสภาพการเรียนรู้ไว้
 ได้นานหลายประการ เช่น การบอกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นการสรุปเกี่ยวกับ
 กระบวนการเรียนการสอนให้ผู้เรียนรูล่วงหน้าว่าในการเรียนจะต้องทำอะไรอย่างไบบ้าง นอกจากนี้
 แล้วการจัดให้มีการทดสอบย่อย และถามผู้เรียนหาคะแนนได้ไม่ถึงเกณฑ์การรอบรู้ที่วางไว้ก็จะมี
 ข้อมเสริมและทดสอบย่อยซ้ำจนกว่าผู้เรียนจะรอบรู้ สิ่งเหล่านี้ผู้วิจัยคิดว่าน่าจะมีผลให้ความคงทน
 ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีมากยิ่งขึ้น

ส่วนเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้วัดความคงทนในการเรียนรู้นั้น ขวาล แพร์ทกุล (ขวาล แพร์ทกุล 2516 : 1) กล่าวว่า ในการสอบซ้ำโดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับบุคคลกลุ่มเดียวกัน เวลาในการทดสอบครั้งแรกและครั้งที่สองควรเว้นห่างกันประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับ นันนาลลี่ (Nunnally, 1959 : 105 - 108) ที่กล่าวว่าเพื่อก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนทาง ๆ น้อยลง ควรเว้นช่วงเวลาในการสอบซ้ำห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ เพราะความเคยชินในการหาแบบทดสอบจะทำให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนทั้งสองครั้งสูง ลินด์วอลล์ และ นิทโค (Lindvall and Nitko, 1967 : 127) ให้ข้อเสนอแนะว่าการสอบซ้ำควรเว้นช่วงเวลาห่างกันตั้งแต่ 1 สัปดาห์ ถึง 1 เดือน เพราะการเว้นช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้เกิดความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบซ้ำ และจากการศึกษาของ โสภา บุญศรีสวัสดิ์ (โสภา บุญศรีสวัสดิ์ 2520 : 85) ก็พบว่า การสอบในช่วงเวลา 15 วัน ให้ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงสุด

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เวลา 2 สัปดาห์ ในการหาการทดสอบซ้ำ เพื่อวัดความคงทนทางค่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.3 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมการศึกษาวิทยาศาสตร์ขั้นสูงของสหรัฐอเมริกา (America Association for the Advancement of Science หรือ AAAS) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 13 ทักษะ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ม.ป.ป. : 1 - 13) ได้รวบรวมและปรับปรุงภาษาที่ใช้ให้เหมาะสมดังนี้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skill)

ได้แก่

1. การสังเกต (Observation)
2. การวัด (Measurement)
3. การจำแนกประเภท (Classification)
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา (Space/Space Relationship, Space/Time Relationship)

5. การคำนวณ (Using Number)
 6. การจัดกระทำข้อมูลและการสื่อความหมาย (Organizing Data and Communication)
 7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Inference)
 8. การพยากรณ์ (Prediction)
- ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Integrated Process)
9. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis)
 10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
 11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables)
 12. การทดลอง (Experimenting)
 13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Conclusion)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะนี้ได้นำมาปรับปรุงใช้ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทย ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละทักษะดังนี้ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525: 59 - 85)

1. ทักษะการสังเกต

การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัส เพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยไม่ลงความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไปด้วย ถ้าอยากรู้ว่าข้อมูลที่บันทึกนั้นเกิดจากการสังเกตหรือไม่ต้องถามตนเองว่า ข้อมูลที่ได้นี้ได้มาจากการใช้ประสาทส่วนไหน ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกายหรือเปล่า ถ้าตอบว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกต ถ้าตอบว่าไม่ใช่ ก็เป็นการลงความคิดเห็นไม่ใช่การสังเกต

ข้อมูลจากการสังเกตนั้นมีสองประเภท คือ

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ข้อมูลเชิงคุณภาพเป็นข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติที่ได้จากการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างนั่นเอง กล่าวคือ ผู้สังเกตนอกจากจะใช้ ตา หู จมูก ลิ้น และมือแล้ว ยังต้องใช้จมูกและลิ้นชิมด้วย ตัวอย่างข้อมูลเชิงคุณภาพของลูกอมชนิดหนึ่ง เมื่อสังเกตด้วย : กา มีรูปร่างเป็นรูปไข่ กลม หรือสี่เหลี่ยม มีสีแดง เขียว เหลือง หรือนาตาล

: จมูก มีกลิ่นส้ม หรือกลิ่นกาแฟ

: ลิ้น มีรสหวานหรือรสเปรี้ยว

: มือสัมผัสรู้สึกเรียบหรือหยาบ แข็งหรือนิ่ม ชื้นหรือแห้ง

: หู เมื่อตกกระทบพื้นจะมีเสียง

2. ข้อมูลเชิงปริมาณ

ข้อมูลเชิงปริมาณ คือ ข้อมูลที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณ เช่น ขนาดมวล อุณหภูมิ เป็นต้น อาจบอกโดยการกะประมาณ เปรียบเทียบกับค่าอื่น เช่น น้ำมีอุณหภูมิประมาณอุณหภูมิปกติของห้อง ลูกปัดมีขนาดประมาณเมล็ดถั่วเขียว หรืออาจบอกโดยใช้หน่วยมาตรฐาน เช่น น้ำมีอุณหภูมิประมาณ 25°C ลูกปัดมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร ข้อมูลเชิงปริมาณจะช่วยบอกรายละเอียดชัดเจนกว่าข้อมูลเชิงคุณภาพ เช่น ข้อมูลที่บอกว่าห้องมีขนาด 8 x 13 ตารางเมตร จะช่วยให้เข้าใจได้ชัดเจนกว่าข้อมูลที่บอกเพียงว่าห้องมีขนาดใหญ่เท่านั้น

ข้อมูลจากการสังเกตจะละเอียดชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้ามีข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรวมอยู่ด้วย ดังนั้น ในการสังเกตวัตถุใด ๆ มักจะมีการกระทำอะไรบางอย่างที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัตถุ เช่น นำวัตถุใส่ในน้ำ ให้ความร้อน ทิ้งของแข็งแล้ว สังเกตผลจากการกระทำนั้น สิ่งที่เราสังเกตอย่างระมัดระวัง คือ ลักษณะของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและลำดับก่อนหลังของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

ข้อแนะนำในการสังเกต

ในการสังเกตนั้นนอกจากเราต้องพยายามสังเกตตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้และสังเกตหลาย ๆ ครั้งอย่างละเอียดรอบคอบแล้วยังมีข้อแนะนำที่ควรคำนึงถึงดังนี้คือ

1. ควรพยายามใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าหนึ่งอย่างในการสังเกต
2. ควรสังเกตให้ไ้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ
3. ถ้าเป็นไปได้ควรสังเกตให้ไ้ข้อมูลจากการทดลอง (เพื่อผลการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสิ่งที่เราสังเกตหรือเพื่อคุณลของสิ่งที่เราสังเกตที่มีต่อสิ่งอื่น ๆ)
4. ข้อมูลจากการสังเกตจะต้องไม่ลงความคิดเห็นส่วนตัวลงไปด้วย

2. ทักษะการวัด

การวัดเป็นกระบวนการในการใช้เครื่องมือเพื่อวัดปริมาณต่าง ๆ ที่ต้องการทราบค่า ปริมาณที่ได้จากการวัดเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับนำไปสู่ข้อสรุปเกี่ยวกับหลักการ และกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการวัดจึงเป็นทักษะที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่งสำหรับการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์

ดอร์ค เคลวิล กล่าวว่า "เมื่อศึกษาสสารหรือวัตถุใดก็ตาม ถ้าไม่สามารถทำการวัดหรือแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้ ก็แทบจะไม่มีแนวความคิดที่จะนำข้อมูลไปศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อไปได้" ถึงแม้ว่าการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์บางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องทำการวัด เพราะข้อมูลที่ต้องการเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามข้อความนี้เป็นจริงอยู่มากทีเดียว เพราะสิ่งที่เราสังเกตได้โดยผ่านประสาทสัมผัสของเรานั้น บางครั้งเชื่อถือไม่ได้และไม่ถูกต้อง ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือต่าง ๆ หากการวัดเพื่อให้ไ้ข้อมูลที่ถูกต้องความไปกับการสังเกต ข้อมูลที่ได้จากการวัดส่วนมากจะต้องมีหน่วยกำกับเสมอ และหน่วยที่เราใช้เป็นประจำ คือ ระบบหน่วย SI (System International of Units) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมีมากมายหลายชนิด จากเครื่องมือที่ง่ายและธรรมดา เช่น ไม้บรรทัด ไปจนถึงเครื่องมือที่สลับซับซ้อน เช่น ไมโครมิเตอร์ เป็นต้น การวัดโดยอาศัยเครื่องมือเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยทักษะในการวัดเพื่อให้ได้ค่าตัวเลขที่ถูกต้องเหมาะสม

ทักษะในการวัด หมายถึง ความสามารถในการค้นต่อไปนี้

1. เลือกเครื่องมือที่ใช้วัดได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด เช่น เลือกไม้บรรทัดธรรมดาวัดความยาวของสมุด หรือเวอร์เนียคาลิเปอร์ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกปิงปองหรือใช้ไมโครมิเตอร์วัดความหนาของกระดาษ เป็นต้น

2. ใช้เครื่องมืออื่น ๆ วัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
3. อ่านค่าที่ได้จากการวัดได้ถูกต้องรวดเร็ว และใกล้เคียงกับความเป็นจริง พร้อม

ทั้งมีหน่วยที่ถูกต้องกำกับเสมอ

3. ทักษะการคำนวณ

การคำนวณ หมายถึง การนำค่าที่แสดงด้วยตัวเลขซึ่งได้จากการสังเกตหรือวัด การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่โดยการนับ การบวก ลบ คูณ หาร และหาค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง หรือถอดราก เป็นต้น และใช้ในการสื่อความหมายให้ชัดเจน หรือให้ข้อมูลที่มีความหมายในเชิงสถิติเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายและสรุปผลต่อไป

4. ทักษะการจำแนกประเภท

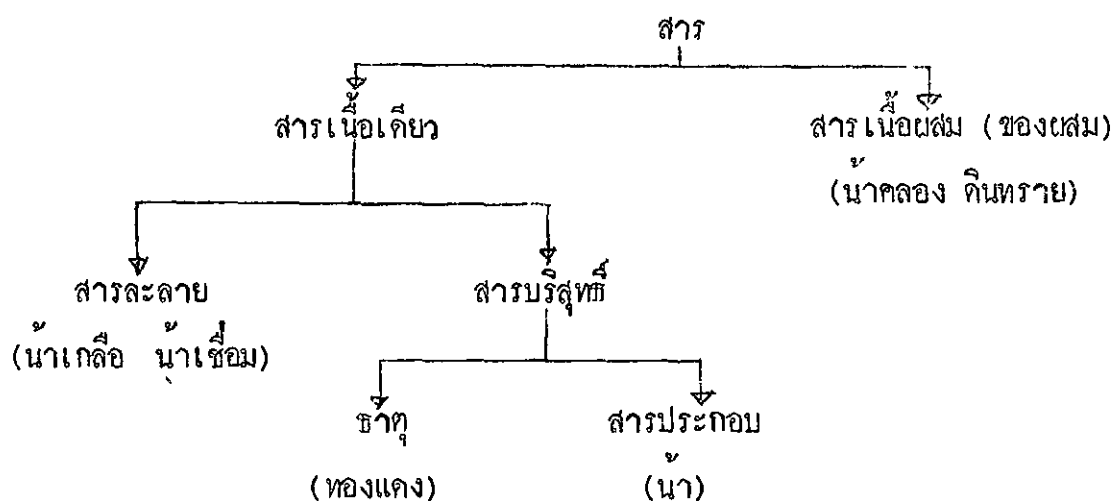
การจำแนกประเภทเป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้จำแนกสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการศึกษาและจดจำสิ่งเหล่านั้น โดยอาศัยเกณฑ์บางอย่างในการจำแนกสิ่งเหล่านี้ เช่น

ถ้ามีวัตถุอยู่กลุ่มหนึ่ง การจำแนกประเภทอาจจะทำได้หลายแบบ ทั้งขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ผู้จำแนกตั้งขึ้นใช้ในการจำแนก ถ้าใช้เกณฑ์การจำแนกแตกต่างกัน วัตถุที่เคยเป็นกลุ่มเดียวกันอาจจะเปลี่ยนไปได้ ดังตารางข้างล่างนี้

ชนิดของวัตถุ	เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก	วัตถุที่จำแนกได้
ทองแดง ดินทราย น้ำคลอง น้ำดื่ม น้ำเกลือ แป้งเปียก	ความกลมกลืนของเนื้อสาร	สารเนื้อเดียว ไตแก่ ทองแดง น้ำดื่ม น้ำเกลือ แป้งเปียก
	สถานะของสาร	ของแข็ง ไตแก่ ทองแดง ดินทราย ของเหลว ไตแก่ น้ำคลอง น้ำดื่ม น้ำเกลือ

บางครั้งอาจจะมีปัญหาอยู่บ้างในการเลือกเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภท ยกตัวอย่าง เช่น แป้งเปียก มีสถานะกึ่งกลางระหว่างของแข็งกับของเหลว จึงไม่ทราบจะจัดเข้าประเภทใด อย่างไรก็ดี ควรถือเป็นหลักกว้าง ๆ ไว้ว่า เราจะใช้วิธีใด หลักใดก็ตาม วิธีที่ดีคือวิธีที่ทำให้เราสามารถแยกประเภทและระบุชนิดของวัตถุต่าง ๆ ได้โดยเด็ดขาด ไม่ควรกำกวมกันจะทำให้เกิดความสับสน

ในการพัฒนาทักษะในการจำแนกประเภทนั้น ผู้เรียนจะต้องเริ่มควยจำแนกกลุ่มของวัตถุออกเป็นสองพวก ตามเกณฑ์ที่กำหนดอย่างใดอย่างหนึ่ง จากนั้นก็แบ่งต่อไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเป็นครั้งที่สอง และทำเช่นนี้เรื่อยไปจนกระทั่งผู้เรียนสามารถแบ่งระบุวัตถุนั้นจากวัตถุที่มีอยู่จำนวนหนึ่งได้ดังตัวอย่าง



5. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส เช่น

5.1 วาดรูป 3 มิติของวัตถุธรรมดาได้

5.2 ชี้บ่งและบอกจำนวนเส้นสมมาตรของรูป 2 มิติ และ ระบอบสมมาตรของรูปสามมิติได้ เช่น บอกได้ว่ารูปวงรีและสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีเส้นสมมาตร 2 เส้น ส่วนรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีเส้นสมมาตร 3 เส้น หรือรูปไข่มีระนาบสมมาตร 2 ระนาบ เป็นต้น

5.3 บอกความสัมพันธ์ระหว่างรูป 2 มิติ และรูป 3 มิติได้

5.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งได้

ทักษะความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับเวลา เช่น

5.5 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา

5.6 หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา

6. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายข้อมูลที่อยู่อย่างมีเหตุมีผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลที่ได้อาจได้มาจากการสังเกต การวัดหรือการทดลอง

เมื่อเราได้ข้อมูลชุดหนึ่ง ข้อมูลนี้จะให้ประโยชน์แก่เราไม่มากนัก จึงต้องใช้กระบวนการทางความคิดที่เรียกว่าการลงความคิดเห็นจากข้อมูล เพื่อหาความหมายของข้อมูลที่ได้เหล่านั้น เช่น

– คนป่วยไปหาแพทย์ แพทย์จะตรวจอาการแล้วนำข้อมูลที่ได้อาวินิจฉัยโรคหรือลงความคิดเห็นจากข้อมูลต่อไป

– ขณะฝนตกเราเห็นแสงสว่างจากหน้าต่างพร้อมกันนั้น เราได้ยินเสียงเปรี้ยงดังมากหลายเวลาไม่ถึง 1 นาที เราอาจลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่า พายุฝนมาไม่ไกลนัก โดยอาศัยประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับฟ้าแลบและฟ้าผ่า รวมทั้งความรู้เดิมที่ว่าช่วงเวลาระหว่างฟ้าแลบและเสียงที่เกิดตามมา จะช่วยบอกระยะทางระหว่างผู้สังเกตและตำแหน่งของการเกิด แต่จากข้อมูลที่เกี่ยวกับ ทหารที่อยู่ในสมรภูมิอาจลงความคิดเห็นจากข้อมูลว่า ข้าศึกกำลังโจมตี หรือมีระเบิดตกไม่ไกลนัก

ฉะนั้น การลงความคิดเห็นจากข้อมูลชุดเดียวกันอาจแตกต่างกันได้ เพราะมีประสบการณ์ต่างกัน ดังนั้น เมื่อนักวิทยาศาสตร์พบวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ มักจะลงความคิดเห็นจากข้อมูลที่อยู่เป็นไปได้หลาย ๆ อย่าง ท่อจากนั้นจะมีการตรวจสอบว่าการลงความคิดเห็นข้อใดมีเหตุผลสนับสนุนอย่างเพียงพอ ในบางกรณีอาจมีการทดสอบ การลงความคิดเห็นจากข้อมูลบางส่วน

เพื่อนำไปสู่การสร้างสมมุติฐานที่รัดกุมต่อไป

การลงความคิดเห็นจากข้อมูลต่างกับการทำนายในแง่ที่ว่า การลงความคิดเห็นจากข้อมูลไม่ได้ออกเหตุการณ์ในอนาคต เป็นแต่เพียงการอธิบายหรือหาความหมายของข้อมูล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วยเท่านั้น

7. ทักษะการสื่อความหมาย

การสื่อความหมาย เป็นการนำข้อมูลที่ได้อาจจากการสังเกต การวัด หรือการทดลองหรือจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบที่มีความหมายหรือมีความสัมพันธ์กันมากขึ้น จนง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป ดังนั้น การสื่อความหมายจึงเป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่ไม่เพียงแต่จะใช้ในสาขาวิทยาศาสตร์เท่านั้น ยังสามารถนำไปใช้ในกิจการอย่างอื่นได้ด้วย ในทางวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้

7.1 ภาพหรือคำบรรยาย หมายถึง ข้อความที่รัดกุม ชัดเจน ที่แสดงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในแง่ เหตุและผล เช่น ถ้ามีแรงภายนอกมากกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งตามที่แรงมากกระทำต่อวัตถุนั้น

7.2 สัญลักษณ์ หมายถึง ตัวอักษร หรือเครื่องหมายที่ตกลงกันไว้เพื่อแทนข้อความ ตัวอย่าง ทั้งนี้เพื่อให้รัดกุม สะดวกและง่ายต่อการเข้าใจยิ่งขึ้น

7.3 สมการทางวิทยาศาสตร์ ในบางครั้งการสื่อความหมายโดยใช้คำพูดหรือคำบรรยายยังไม่รัดกุมและง่ายต่อการเข้าใจ ถ้าใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์จะง่ายต่อความเข้าใจ

7.4 ไลอะแกรมเป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในแผนภาพ โดยปกติแล้วไลอะแกรมมักจะแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนที่เป็นหลักการหรือส่วนสำคัญเท่านั้น โดยจะเว้นส่วนที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อยทั้งหลายไว้ ดังนั้น ไลอะแกรมจึงเป็นแผนภาพที่ง่าย ไม่ซับซ้อน แต่ก็ยังแสดงให้เห็นส่วนสำคัญของเรื่องนั้น ๆ อยู่

7.5 แผนที่ คือ แผนภาพที่แสดงอาณาเขต หรือบริเวณพื้นที่เอาไว้ เพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่าง ๆ ของข้อมูลในบริเวณพื้นที่นั้น เช่นแผนที่อากาศ

แสดงทิศทางของกระแสลมและหย่อมความกดอากาศ แผนที่แสดงแหล่งแร่ต่าง ๆ ในประเทศไทย เป็นต้น

7.6 รูปภาพ ซึ่งอาจเกิดจากการวาดหรือถ่ายจากของจริงเพื่อแสดงให้เห็นข้อมูลต่าง ๆ เช่น รูปภาพแสดงทางเดินของน้ำผ่านทางรากเข้าไปในท่อลำเลียงน้ำของพืช ภาพถ่ายแสดงโรคไหม้ที่เกิดจากเชื้อราในใบข้าว เป็นต้น

7.7 ตารางเป็นรูปแบบหนึ่งของการนำเสนอข้อมูลที่ไต่จากการสำรวจหรือทดลองข้อมูลทั้งกล่าวแทนที่จะเขียนกระจุกกระจาย ให้เขียนลงในตาราง เพื่อสะดวกในการดูและง่ายต่อการทำความเข้าใจ

7.8 กราฟ เป็นการนำเสนอข้อมูลอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อสะดวกในการดูและง่ายต่อการแปลความหมาย

จะเห็นว่าการสื่อความหมายข้อมูลทำได้หลายแบบ ซึ่งจะเลือกรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล วัตถุประสงค์ของงานที่ศึกษา เพื่อสะดวกและง่ายต่อการแปลความหมายและสรุปข้อมูลในขั้นต่อไป

8. ทักษะการหานาย

การหานาย คือ การคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วย การหานายอาจทำได้ภายในขอบเขตของข้อมูล (interpolating) และภายนอกขอบเขตข้อมูล (extrapolating)

เมื่อเรามีข้อมูลอยู่ชุดหนึ่งและเราหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในข้อมูลได้แล้ว เราจะสามารถหานายค่าต่าง ๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตของข้อมูลหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลโดยใช้วิธีคำนวณหาจากข้อมูลในตารางหรือใช้กราฟช่วย

ตัวอย่าง น้ำหนักของ ค.ญ. แอง เมื่ออายุแรกเกิด 6 เดือน และ 1 ปีหนัก 4, 8 และ 12 กิโลกรัม ตามลำดับ อยากทราบว่าเมื่ออายุ 9 เดือน $1\frac{1}{2}$ ปี และ 5 ปี ค.ญ. แอง จะมีน้ำหนักเท่าใด

จะเห็นว่าการหาน้ำหนักของเด็กหญิงเมื่ออายุ 9 เดือน เป็นการหานายภายในขอบเขตของข้อมูล เพราะค่าตอบต้องมีค่าระหว่าง 8 ถึง 12 กิโลกรัม ซึ่งอยู่ภายในขอบเขตของ

ข้อมูลใหม่ ส่วนการหาน้ำหนักของเด็กหญิงเมื่ออายุ $1\frac{1}{2}$ ปี และ 5 ปี เป็นการทนายภายนอกขอบเขตของข้อมูล เพราะคาบคอบต้องมากกว่า 12 กิโลกรัม

เราจะสามารถทดสอบผลของการทนายได้โดยการสังเกตซ้ำอีกครั้ง เพราะการทนายเป็นการคาดคะเนผลการสังเกตในอนาคตเป็นอย่างไว้นั้นเอง การทนายมีพื้นฐานอยู่บนความสัมพันธ์ของตัวแปรที่สังเกตได้ ดังนั้น การทนายจะเที่ยงตรง แม่นยำก็ต่อเมื่อสังเกตได้อย่างละเอียดถี่ถ้วน รอบคอบและระมัดระวัง

การทนายที่จะให้ผลได้อย่างมั่นใจที่สุด คือ การทนายที่ตัวแปรอื่น ๆ ถูกควบคุมให้คงที่หมด ให้เปลี่ยนแปลงเฉพาะตัวแปรอิสระและตัวแปรตามเท่านั้น และถือว่าการทนายในขอบเขตของข้อมูลมีพื้นฐานในการทนายเชื่อถือได้มากกว่าการทนายภายนอกขอบเขตของข้อมูล การทนายภายนอกขอบเขตของข้อมูลนั้น ยิ่งห่างจากที่สังเกตสุดท้ายมากเท่าไรก็จะเชื่อถือได้น้อยลงเท่านั้น

9. ทักษะการตั้งสมมุติฐาน

สมมุติฐาน คือ ข้อความที่เป็นไปได้ที่ทั้งขึ้นโดยยังไม่มีผลการทดสอบรับรอง แต่ข้อความที่เป็นไปได้ชั่วคราวนี้จะใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ หรือจะใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ ได้

เนื่องจากสมมุติฐานยังมิได้มีการทดสอบยืนยันว่าจริงหรือไม่ สมมุติฐานจึงอาจผิดทั้งหมด ถูกทั้งหมด หรือถูกบ้างผิดบ้างก็ได้ในบางส่วน เมื่อตั้งสมมุติฐานแล้วก็ต้องมีการทดลองหาข้อมูล เพื่อทดสอบสมมุติฐานนั้น ๆ ถ้าข้อมูลที่ได้นั้นตรงข้ามกับสมมุติฐาน สมมุติฐานนั้นก็就会被ยกเลิกไป แต่ถ้าข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วน สมมุติฐานก็จะถูกปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบโดยการทดลองครั้งต่อไป สมมุติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วก็จะกลายเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีแล้วแต่กรณี

สมมุติฐานที่ดีควรมีขอบเขตกว้างขวาง ครอบคลุมประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น เรามีประสบการณ์เพียงว่า น้ำตาลจะละลายในน้ำได้ และจะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าน้ำเย็น ถ้าอยากทราบต่อไปว่าน้ำตาลชนิดอื่น ๆ จะเป็นทำนอง

เดียวกันหรือไม่ทั้งสมมุติฐานว่า "น้ำตาลทุกชนิดจะละลายในน้ำได้และจะละลายในน้ำร้อนเร็วกว่าน้ำเย็น" การทั้งสมมุติฐานแค่นี้อาจจะใช้โค้ดอยู่ในวงแคบไป เราต้องพยายามขยายขอบเขตให้ครอบคลุมสารอื่น ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ นั่นก็คือ พยายามให้สมมุติฐานเป็นข้อความทั่วไปไม่จำกัดเฉพาะน้ำตาล เพราะเกลือ กาแฟ แป้ง นมผง อาจจะเป็นเช่นน้ำตาล ฉะนั้นสมมุติฐานที่ควรตั้ง คือ "สารทุกชนิดที่ละลายในน้ำได้จะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น" แล้วนำไปทดสอบว่าสมมุติฐานที่ทั้งนี้จะใช้โค้ดหรือไม่ โดยเอาสารต่าง ๆ ที่ละลายน้ำไปทดลองกับน้ำร้อน ถ้าสารทุกอย่างทดลองแล้วละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น สมมุติฐานที่ทั้งนี้ก็กลายเป็นหลักการ แต่ถ้าไม่เป็นไปตามนี้ สมมุติฐานนั้นก็จะต้องได้รับการแก้ไขปรับปรุง

จากตัวอย่างที่แล้ว ๆ มาจะเห็นว่า ถ้าเป็นการทั้งสมมุติฐาน เราจะไม่มีความมั่นใจสูงพอเพราะเรายังไม่มีผลการทดลองใด ๆ ยืนยัน จึงคิดว่าอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ แต่ถ้าเป็นการทำนายเรามีความมั่นใจสูงกว่า ทั้งนี้เพราะเราเห็นเหตุการณ์นั้น ๆ มาก่อนแล้วทั้งส่วนที่เป็นเหตุและส่วนที่เป็นผล

10. ทักษะการให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ

การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

เป็นความจริงที่ว่าสังคมใดมีความเจริญและซับซ้อนมากขึ้น การใช้ภาษาและคำศัพท์เฉพาะจะเพิ่มขึ้นตามด้วย ในวงการวิทยาศาสตร์ก็เช่นเดียวกัน วิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็นหลายสาขาวิชา เช่น เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ ฯลฯ ในแต่ละวิชาก็จะมีภาษาหรือคำศัพท์เฉพาะ เช่น ในวิชาฟิสิกส์คำว่า แรง พลังงาน โมเมนตัม ในวิชาชีววิทยา เช่น โปรตีน โปไลซัสซึม เมกะโบลิซึม เป็นต้น คำเหล่านี้แม้แต่ที่อยู่ในสาขาวิชาเดียวกัน บางครั้งยังเข้าใจไม่ตรงกัน และถึงเป็นคนที่อยู่ในต่างสาขาวิชาแล้ว อาจจะเข้าใจไปคนละความหมายก็ได้ ดังนั้นการให้ความหมายหรือคำจำกัดความ ให้มีความรัดกุมและเหมาะสมกับระดับการศึกษาจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะการนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งเป็นความหมายของคำศัพท์เฉพาะเป็นภาษาง่าย ๆ ชัดเจน และไม่กำกวมจากประสบการณ์ของผู้เรียน การนิยามเชิงปฏิบัติการมีสาระสำคัญ 2 ประการคือ

1. ระบุสิ่งที่สังเกตุ

2. ระบุการกระทำซึ่งอาจได้จากการวัด ทดสอบ หรือจากการทดลอง
ถ้าค่านิยามใดไม่มีสมบัติ 2 ประการนี้ถือว่าไม่ใช่ค่านิยามเชิงปฏิบัติการ ตัวอย่าง
การให้ค่านิยามเชิงปฏิบัติการของออกซิเจน ดังนี้

"ออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ออกซิไดส์ เมื่อเรานำกำมะถันที่จุดแดงอยู่ไปแช่ลงในแก๊สนี้แล้ว
กำมะถันจะลุกเป็นเปลวไฟ" คำจำกัดความนี้เป็นคำจำกัดความเชิงปฏิบัติการ เพราะระบุ
การกระทำ (เมื่อเอากำมะถันที่จุดแดงแช่ลงในแก๊สนี้) และระบุสิ่งที่สังเกตได้ (กำมะถัน
ลุกเป็นเปลวไฟ) หรือสรุปว่า "ออกซิเจนเป็นแก๊สที่ช่วยให้ออกซิไดส์" ก็ขึ้นแะสาระสำคัญ 2 ประการ
ดังกล่าวข้างต้น

ส่วนนิยามที่ว่า "ออกซิเจนเป็นธาตุที่มีเลขอะตอม 8 และมีน้ำหนักอะตอม 16"
ไม่เป็นค่านิยามเชิงปฏิบัติการเพราะขาดสมบัติ 2 ประการดังกล่าว คือ ไม่ระบุการกระทำและไม่
บอกสิ่งที่สังเกตได้

อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องคำนึงในการให้ค่านิยามเชิงปฏิบัติการ คือ

1. การให้ค่านิยามเชิงปฏิบัติการ ควรจะใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่กำกวม
2. จะต้องอธิบายถึงสิ่งที่สังเกตได้และระบุการกระทำไว้ด้วย
3. อาจมีค่านิยามเชิงปฏิบัติการมากกว่า 1 นิยามก็ได้ และค่านิยามหนึ่งอาจ
จะเหมาะสมกว่าอีกนิยามหนึ่งขึ้นอยู่กับสถานการณ์สิ่งแวดล้อมและเนื้อหาในบทเรียนนั้น

ในชีวิตประจำวันเราใช้ค่านิยามเชิงปฏิบัติการให้เป็นประโยชน์ เช่น

1. ใช้ตีความกฎหมาย ระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ
2. ใช้เป็นข้อตกลงในการศึกษา วิจัย สถานการณ์เรื่องราวเฉพาะกรณี
3. ใช้กำหนดความหมายและขอบเขตของศัพท์เฉพาะวิชาต่าง ๆ ให้เข้าใจ
ตรงกัน เช่น ศัพท์เฉพาะทางการศึกษา แพทย์ และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้แจงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้อง
ควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ /

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุก่อให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่ เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่ เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากตัวแปรต้น ที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน ไม่เช่นนั้นจะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่น ๆ ที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม เช่น

ถ้าออกแรงลากวัตถุก้อนหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปบนโต๊ะ การออกแรงจะต้องออกแรงเอาชนะแรงเสียดทานของพื้นที่กระทำต่อวัตถุ ปัญหามีอยู่ว่าแรงเสียดทานของวัตถุจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอะไร ซึ่งอาจจะมีตัวแปรหลาย ๆ อย่างเกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนักของวัตถุ ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสชนิดของผิวสัมผัส และค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นต้น ดังนั้น ถ้าเราจะศึกษาว่าน้ำหนักของวัตถุจะมีอิทธิพลต่อแรงเสียดทานของวัตถุหรือไม่ ในที่นี้

ตัวแปรต้น น้ำหนักของวัตถุ

ตัวแปรตาม ขนาดของแรงเสียดทานซึ่งเราวัดได้โดยออกแรงดึงวัตถุจนวัตถุเริ่มเคลื่อน

ตัวแปรควบคุม ตัวแปรที่จะต้องควบคุมให้คงที่ทุกครั้งของการทดลองเพื่อไม่ให้มีผลต่อแรงเสียดทานของวัตถุ คือ ขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุ และชนิดของวัตถุ

12. ทักษะการทดลอง

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง ๆ เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้อจากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและสรุปผล

ทักษะการแปลความหมายของข้อมูล คือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายของข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลนั้นจะนำไปสู่การทนายการลงความคิดเห็นจากข้อมูลหรือการตั้งสมมุติฐาน ส่วนการสรุปนั้นเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้อทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้น ๆ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในปี ค.ศ. 1969 คิม (Kim. 1969 : 123) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 7 จำนวน 272 คน ครึ่งหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ อีกครึ่งหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมสอนตามแบบเดิม ผลปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง ร้อยละ 74 และกลุ่มควบคุมเพียงร้อยละ 40 ที่ทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเมื่อพิจารณาถึงระดับเชาวน์ปัญญา (I.Q.) ด้วยพบว่า เด็กที่มีเชาวน์ปัญญาต่ำกว่าปกติ (น้อยกว่า 93) ในกลุ่มทดลองมีร้อยละ 50 และในกลุ่มควบคุมมีร้อยละ 8 ส่วนเด็กที่ระดับเชาวน์ปัญญาสูงกว่าปกติของกลุ่มทดลองร้อยละ 95 และกลุ่มควบคุมร้อยละ 64 ที่เรียนบรรลุถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชาร์ล (Charles. 1974 : 4974 - 1) ที่พบว่า

1. นักเรียนที่มีความถนัดต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีธรรมดา

2. ในกลุ่มนักเรียนที่มีความถนัดสูง พวกที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ทำคะแนนได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีธรรมดา

3. นักเรียนเกรด 4 ที่มีความถนัดต่ำ ที่อยู่ในกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทาเคเนนไคฟอ ๆ กับนักเรียนเกรด 5 ที่มีความถนัดสูงอยู่ในกลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

ต่อมาในปี ค.ศ. 1976 ไวคอฟ (Wychoff. 1975 : 5160-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิธีสอนที่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ในเนื้อหาภาษามานุษยวิทยากับนักเรียนเกรด 7 ผลปรากฏว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ให้ผลดีในกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่านคำ และในกลุ่มที่มีระดับเชาวน์ปัญญาต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการอ่านสูง และนักเรียนที่มีระดับเชาวน์ปัญญาสูง การเรียนเพื่อรอบรู้กับวิธีธรรมดาให้ผลพอ ๆ กัน

และ วิลเลียม (William. 1976 : 4978-A) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับวิธีสอนธรรมดา พบว่าในเนื้อหาที่มีความยากปานกลาง วิธีสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ทำให้ผลการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในเนื้อหาที่มีความยากมาก ๆ และเนื้อหาที่มีความง่ายมาก ๆ ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องนี้ บอบบี้ (Bobbie. 1974 : 4685-A) ได้ทำการศึกษาพบว่า การเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ถึงแม้ว่าจะทำให้ได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอ ๆ กัน แต่ว่าในบทเรียนหลัง ๆ มีแนวโน้มว่าการเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นเป็นลำดับอย่างเห็นได้ชัด

สำหรับในประเทศไทยนั้น คารง ศิริเจริญ (คารง ศิริเจริญ 2524 : 135) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเรียนรู้แบบรอบรู้กับการสอนปกติ ทำการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดยาง อำเภอมะนัง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 92 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนแบบรอบรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สนิท อินทรโกศล (สนิท อินทรโกศล 2524 : 49) ที่ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 60 คน ในวิชาคณิตศาสตร์

อย่างไรก็ตาม รุจิร ภูสาระ (รุจิร ภูสาระ 2523 : 66 - 67) ได้ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 180 คน เป็นนักเรียนที่มีความถนัดสูง 90 คน ความถนัดต่ำ 90 คน ในวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่มีความถนัดต่ำเมื่อใช้วิธีการเรียนแบบรอบรู้ ไม่ว่าจะ

มีการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีความ
ถนัดคำที่เรียนแบบไม่ใช้วิธีการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนนักเรียนที่มีความถนัดสูง ไม่ว่าจะเรียนโดยวิธี
ใดก็จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (สำเร็จ - บุญเรืองรัตน์ 2521) ได้ทำการทดลองโดยสร้างบทเรียน
สำเร็จรูป เรื่องการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นสำหรับคอมพิวเตอร์สอนนิสิตวิชาเอกวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ ที่เรียนอยู่ในปีที่ 2 หรือปีที่ 3 ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร จำนวน
37 คน ผู้ทดลองได้สร้างบทเรียนสำเร็จรูป 12 บท แต่ละบทมีจุดประสงค์ของการเรียน มี
โปรแกรมให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง ภายหลังเรียนจบแต่ละบทเรียนก็จะมีการทดสอบ หลังจากนั้น
ก็จะมีการเฉลยแบบทดสอบให้นักเรียนตรวจกันเอง เมื่อนักเรียนหาข้อใดก็จะได้คำตอบที่แจ่มแจ้งจาก
ผู้สอนว่าที่ถูกต้องควรตอบอย่างไร มีการอภิปรายแบบทดสอบร่วมกันทั้งชั้น คำแนะนำการสอนอย่างนี้ตลอด
ภาคเรียน ผลปรากฏว่าเมื่อสิ้นสุดภาคเรียนทุกคนทำได้ตามเกณฑ์ของจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน

ต่อมาในปี พ.ศ. 2525 สาทร แกนเมณี (สาทร แกนเมณี 2525 : 40 - 44) ทำ
การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการซ่อมเสริม 3 วิธี คือ ซ่อมเสริมเป็น
รายบุคคล โดยเพิ่มแบบฝึกหัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่บกพร่อง ซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล
โดยศึกษาจากบทเรียนโปรแกรมตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่บกพร่อง ซ่อมเสริมเป็นกลุ่ม โดยการ
เฉลยแบบทดสอบย่อยและอธิบายข้อบกพร่องรวม ๆ ในทฤษฎีการเรียนเพื่อรอบรู้วิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง โพลีโนเมียล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏว่า การซ่อมเสริมโดยเฉลยแบบทดสอบ
ย่อยพร้อมอธิบายข้อบกพร่องทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการ
ซ่อมเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการซ่อมเสริมโดยวิธีอื่นกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการซ่อมเสริม
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีความนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้กับความคงทนในการเรียนรู้

ในปี ค.ศ. 1972 บล็อก (Block. 1974 : 38 - 39 citing Block. 1972)
ได้ทำการศึกษากับนักเรียนเกรด 8 ในชนบท โดยใช้เนื้อหาวิชาเมตริกแอลจีบราเบื้องต้น เนื้อหา
3 หน่วยติดต่อกัน โดยกลุ่มควบคุมสอนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ให้เรียนเนื้อหาโดยมีข้อแม้ว่า

ไม่ต้องเรียนเนื้อหาหน่วยหนึ่งหน่วยใดมาก่อน ส่วนกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ต้องเรียนเรื่องเปอร์เซ็นต์ในเนื้อหาหน่วย 1 ก่อนเรียนหน่วยต่อไป และในกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้จะตั้งเกณฑ์การรอบรู้ไว้ 4 ระดับ คือ 65, 75, 85 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากการสอนไปแล้ว 2 สัปดาห์ เขาพบว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้จะมีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และเขายังพบอีกว่ามีความสัมพันธ์กันเชิงเส้นตรงระหว่างเกณฑ์การรอบรู้ในเนื้อหาหน่วยกับความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน กล่าวคือยิ่งตั้งเกณฑ์การรอบรู้ไว้สูงเท่าใดความคงทนในการเรียนรู้อาจจะมีมากขึ้นเท่านั้น

รอมเบอร์ก และคนอื่น ๆ (Block. 1974 : 39 - 40 citing Romberg and others. 1970) ได้รายงานผลการศึกษาล้าง ๆ กับของ บล็อก โดยเขาได้ทำการทดลองกับนักเรียนเกรด 6 ในเนื้อหาของการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และความน่าจะเป็น แล้วทำการทดสอบซ้ำ พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ทุกคนยังคงสภาพการเรียนรู้ในระดับสูงเท่ากับที่เคยกระทำการทดสอบปลายภาค ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความคงทนในการเรียนรู้เป็น .75 และ .78 สำหรับเนื้อหาเรื่องการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ และความน่าจะเป็นตามลำดับ โดยมีอัตราส่วนของความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งเป็นปริมาณที่ได้จากคะแนนความคงทนต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็น .93 ในระดับเฉลี่ยทั้ง 2 หน่วย และข้อมูลของรอมเบอร์ก ยังชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้จะมีความคงทนในเนื้อหาที่เรียนมากกว่านักเรียนที่เรียนแบบไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

โคเรย์ และคนอื่น ๆ (Block. 1974 : 40 citing Corey and others. 1970) ได้ทำการศึกษาผลของการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีต่อความคงทนในการจำ โดยได้ทำการสอนในวิชาจิตวิทยาเบื้องต้น เขาพบว่านักเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ทำให้ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนมีมากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ ออสติน และ กิลเบิร์ต (Block. 1974 : 40 - 41 citing Austin and Gilbert undated) ที่ได้ทดลองในวิชาฟิสิกส์เรื่องแม่เหล็กไฟฟ้าเบื้องต้น พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้

หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ 15 – 20 เปอร์เซ็นต์ และ มัวร์ และคนอื่น ๆ (Moore and others. 1973 : 335 – 340) ได้ทำการทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 34 คน ในวิชาฟิสิกส์ โดยใช้เวลาในการทดลอง 1 ปี เขาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กล่าวคือ จากการใช้แบบทดสอบวัดความคงทนในการเรียนรู้ จำนวน 130 ข้อ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเป็น 79 ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมเพียง 54

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนเพื่อรอบรู้ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เท่าที่ผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าได้เพียงคนเดียว คือ บรูคส์ (Brooks. 1982 . 1103 – 11) เขาได้ทำการศึกษาผลของการเรียนเพื่อรอบรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคงทนทางด้านการเรียนทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลาง และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ไม่ว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางหรือนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง ส่วนที่เกี่ยวกับความคงทนทางด้านการเรียนทางวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูง พวกที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่าพวกที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถทางการเรียนปานกลางทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคงทนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อพิจารณาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงปรากฏว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งพวกที่มีความสามารถในการเรียนสูง และพวกที่มีความสามารถในการเรียนปานกลาง

อย่างไรก็ตามมีผลงานการวิจัยหลายเรื่อง ที่แสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเรื่องที่สามารถฝึกกันได้ เช่น บัทโซว (Butzow. 1972 : 85) ศึกษาค้นคว้า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทำกับนักเรียนเกรด 8 จำนวน 92 คน โดยใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วัดทักษะก่อนและภายหลังสอน พบว่าคะแนนจากการทดสอบทั้งสองครั้งแตกต่างกัน กล่าวคือ ปรากฏว่านักเรียนมีความสามารถในการสังเกต เปรียบเทียบ จัดจำพวก วิเคราะห์ การวัด การสรุปอ้างอิง และการทดลองเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีสติปัญญาคีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีกว่า และในปี ค.ศ. 1977 กาเบล และ รันบา (Gabel and Rubba. 1977 : 503 - 511) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการสอน และประสบการณ์การฝึกสอนที่มีต่อความสามารถในทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ โดยศึกษากับนักศึกษาครูแผนกวิชาประถมศึกษาในมหาวิทยาลัยอินเดียนา ที่ลงทะเบียน เรียนวิชาฟิสิกส์ ปีการศึกษา 1975 จำนวน 58 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครู ซึ่งปรับปรุงโดย AAAS จดผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักศึกษาครูที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเพิ่มเติม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มเติม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 2519 : เอกสารฉบับที่ 10) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2503 กับนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2518 ที่สร้างโดยสถาบัน และเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบ ของ IEA (The Internal Association for the Evaluation of Education Achievement) พบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2518 มีผลสัมฤทธิ์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2503 และจากการ วิเคราะห์ตรวจสอบแล้วพบว่า นักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร พุทธศักราช 2518 มีความสามารถในการคิด การทดลอง การวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาได้ดี

นอกจากนี้แล้วได้มีผลงานการวิจัยของอีกหลายคนที่แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางด้านการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ควิน และ จอร์จ (Quin and George. 1975 : 289 - 296) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการตั้งสมมติฐานสำหรับ

นักเรียนเกรด 6 พบว่า ความสามารถในการตั้งสมมุติฐานมีความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยและความสามารถในการอ่านของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กิบส์ (Gibbs. 1968 : 3051-A)

สำหรับในประเทศไทยก็ได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้หลายคน เช่น น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ (น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ 2522 : 70 - 71) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 300 คน ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สามารถพยากรณ์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ต่อมาในปี พ.ศ. 2524 เมกามาศ วรานุสันติกุล (เมกามาศ วรานุสันติกุล 2524 : 47 - 48) ได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาล ในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน ผลปรากฏว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานการวิจัยของ รุจี โรจนประศาสตร์ (รุจี โรจนประศาสตร์ 2523 : 37 - 38) ที่ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คน และสอดคล้องกับผลงานการวิจัยของ กมล หลีกภัย (กมล หลีกภัย 2525 : 78) ที่ได้ทำกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน

จากเหตุผลและหลักฐานสนับสนุนผลการศึกษาก่อนหน้านี้แล้วแสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ จะมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

สมมุติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ จะมี
 - 1.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
 - 1.2 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
2. นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ จะมี
 - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
 - 2.2 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ จะมี
 - 3.1 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
 - 3.2 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีการในการศึกษาคนคว่ำ

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคนคว่ำครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 ซึ่งมีนักเรียน 12 ห้องเรียน จำนวน 576 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพัทลุง อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526 จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน

วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. เลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากเลือกห้องเรียนจาก 12 ห้องเรียนมาเพียง 2 ห้องเรียน
2. นำนักเรียนทั้งสองห้องที่สุ่มได้มาคละกัน แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ และกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูง โดยใช้จุดคะแนนของเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 35 และเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 65 จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (ว.101) ของนักเรียนมาเป็นเกณฑ์ในการแบ่ง
3. ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ได้นักเรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนสูง 30 คน และความสามารถในการเรียนต่ำ 30 คน โดยสุ่มแบ่งกลุ่มที่มีความสามารถ

ในการเรียนสูงเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 15 คน และกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ กลุ่มละ 15 คน

4. ผู้วิจัยทำการจับสลาก เพื่อกำหนดว่ากลุ่มใดเป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มใดเป็นกลุ่มควบคุม
 ดังแสดงในตาราง 1

ตาราง 1 แสดงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ความสามารถในการเรียน \ กลุ่ม	ทดลอง	ควบคุม	รวม
สูง	15	15	30
ต่ำ	15	15	30
รวม	30	30	60

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นจิตวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทางหลักสูตร
 มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง สมบัติของสาร โดยแบ่ง
 เนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ ดังนี้

1. ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร
2. สารเนื้อเคี้ยวประกอบควยอะไรบ้าง
3. สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงได้อย่างไร
4. ธาตุมีสสมบัติอย่างไร

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มใช้เวลาในการทดลองสอนกลุ่มละ 13 คาบ คาบละ 50 นาที การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2526

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 และศึกษาขอบข่ายเนื้อหาวิชาจากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียน

1.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมสำหรับเนื้อหาที่ใช้ทดลองเพื่อจัดทำแผนการสอน

1.3 เขียนแผนการสอนตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.4 นำแผนการสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อหาข้อบกพร่องในการจัด เวลาที่ใช้จัดกิจกรรม สื่อการเรียนและปริมาณเนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรม

1.5 นำแผนการสอนที่ทดลองแล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้จริงต่อไป

2. แบบทดสอบความรู้พื้นฐานเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ใช้สำหรับตรวจสอบความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน โดยวิเคราะห์หาความรู้พื้นฐาน ก่อนที่จะเรียนเรื่องสมบัติของสาร ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ควรจะมีอะไรบ้าง แล้วนำมาเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างเป็นแบบทดสอบ ตัวอย่างเช่น

เนื้อหา : นักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคำว่า "สมบัติ"

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : นักเรียนสามารถให้ความหมายคำว่า "สมบัติของน้ำ" ได้

(๐) สมบัติของน้ำหมายถึงข้อใด

- ก. ลักษณะประจำตัวของน้ำ
- ข. การเปลี่ยนแปลงของน้ำ
- ค. ประโยชน์ของน้ำ
- ง. คุณค่าของน้ำ
- จ. ถูกทั้ง 4 ข้อ

3. แบบทดสอบย่อย (Formative Test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ข้อเลือก ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีแบบทดสอบย่อยหน่วยละ 2 ฉบับ ฉบับหนึ่งสำหรับทดสอบนักเรียนเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ อีกฉบับหนึ่งสำหรับทดสอบนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์การรอบรู้ตามที่กำหนดไว้ ภายหลังจากการซ่อมเสริมเสร็จสิ้นแล้ว ตัวอย่างเช่น

เนื้อหา : ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม : สามารถจำแนกสารออกเป็นสารเนื้อเคี้ยว และสารเนื้อผสมได้

(๐) ข้อใดจัดเป็นสารเนื้อผสมทั้งหมด

- ก. ทองเหลือง นาก เหยือกบาท
- ข. แกงส้ม ขนมบัวลอย ยาคาตุ
- ค. น้ำหวาน น้ำอัดลม ไอศกรีม
- ง. กอนกรีต เหล็ก ทราาย
- จ. น้ำชา กาแฟ เนยขหวาน

4. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ข้อเลือก สร้างขึ้นโดยอาศัยนิยามเชิงปฏิบัติการของทักษะต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น

เนื้อหา : ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถจำแนกสารออกเป็นสารเนื้อเคี้ยว และสารเนื้อผสม

(๐) สารในข้อใดเป็นสารประเภทเดียวกัน เมื่อจำแนกโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์

- ก. น้ำตาล น้ำแกง น้ำคลอง น้ำเกลือ
- ข. ทองแดง น้ำมันก๊าด อาน น้ำประปา
- ค. กวยเตี๋ยว ผงชูรส พริกน้ำส้ม น้ำปลา
- ง. น้ำหอม แป้งฝุ่น แป้งนํ้า ยาสระผม
- จ. ยางลบ น้ำหมึก ไม้บรรทัด ดินสอ

ขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ทั้ง 3 ฉบับ

1. ศึกษาทฤษฎีและวิธีการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์
2. วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในเนื้อหาที่จะทดสอบนำมาสร้างเป็น
แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างไว้ มากกว่าจำนวนที่ต้องการจริง
3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นพร้อมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ให้อาจารย์ที่ปรึกษา
ปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาจำนวน 5 ท่าน พิจารณาวัดข้อสอบแต่ละข้อวัดตาม
จุดประสงค์นั้นจริงหรือไม่ เป็นการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องนี้ผ่านไป
แล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเป็นรายข้อ
5. ปรับปรุงและคัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.00
ขึ้นไป ตามจำนวนที่ต้องการ
6. นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา จำนวน 3 ท่าน พิจารณาเพื่อหา
จุดตกเป็นคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ
7. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่องนี้ผ่านไปแล้ว
และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น

การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ
กับจุดประสงค์ โดยอาศัยดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ ตามแบบของ แฮมเบิลตัน และคนอื่น ๆ (บุญเชิด
ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 88 - 91 อ้างอิงมาจาก Hambleton and others. 1978 : 45)

2. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้ดัชนี B ของเบรเวนแนแบบสอบครึ่งเดียวกลุ่มตัวอย่างเดียว และหาจุดตัดเป็นคะแนนเกณฑ์โดยอาศัยคะแนนค่าที่เกิดจากความสัมพันธ์ของตัวเลือกของข้อสอบ และจำนวนข้อสอบในจุดประสงค์หนึ่ง (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 108 - 111)

3. หาเกณฑ์ของแบบทดสอบด้วยการกำหนดจุดตัดตามเทคนิคของ นีเกลสกี (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 165 - 167 อ้างอิงมาจาก Nedelsky. 1954) ได้คะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน 6 คะแนนจากคะแนนเต็ม 9 คะแนน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 23 คะแนนจากคะแนนเต็ม 43 คะแนน และแบบทดสอบย่อยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-4 เป็น 4, 16, 7 และ 12 คะแนนจากคะแนนเต็ม 6, 22, 13 และ 18 คะแนนตามลำดับ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้ 2 วิธีดังนี้

4.1 แบบทดสอบย่อย ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ใช้วิธีของ แอมเบลตัน และ โนวีก (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2516 : 218 - 220 อ้างอิงมาจาก Hambleton and Novick. 1973) ได้ค่าความเชื่อมั่นของหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 4 เป็น .71, .77, .76 และ .71 ตามลำดับ

4.2 แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องแบบแบ่งครึ่งฉบับ ตามวิธีที่ บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ ได้ปรับปรุงมาจากวิธีของ แอมเบลตัน และ โนวีก รวมกับของ สเปียร์แมน บราวน์ (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 222 - 225) ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน .77 และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .74

วิธีดำเนินการทดลอง

เมื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม จะได้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

กลุ่มทดลอง เป็นการนำเอาหลักการเรียนเพื่อรอบรู้มาใช้ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนเอง โดยดำเนินการดังนี้

1. ก่อนสอนมีการตรวจสอบความรู้พื้นฐานด้วยแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน ถ้านักเรียนคนใดพื้นฐานมีไม่เพียงพอก็จะได้รับการซ่อมเสริมความรู้พื้นฐานก่อนเริ่มบทเรียน

2. ครูเริ่มสอนบทเรียนโดยบอกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วย การเรียน พร้อมทั้งบอกเกณฑ์ในการประเมินผลการสอบแต่ละหน่วย กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(สสวท.)

3. เมื่อครูสอนจบในแต่ละหน่วยให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย

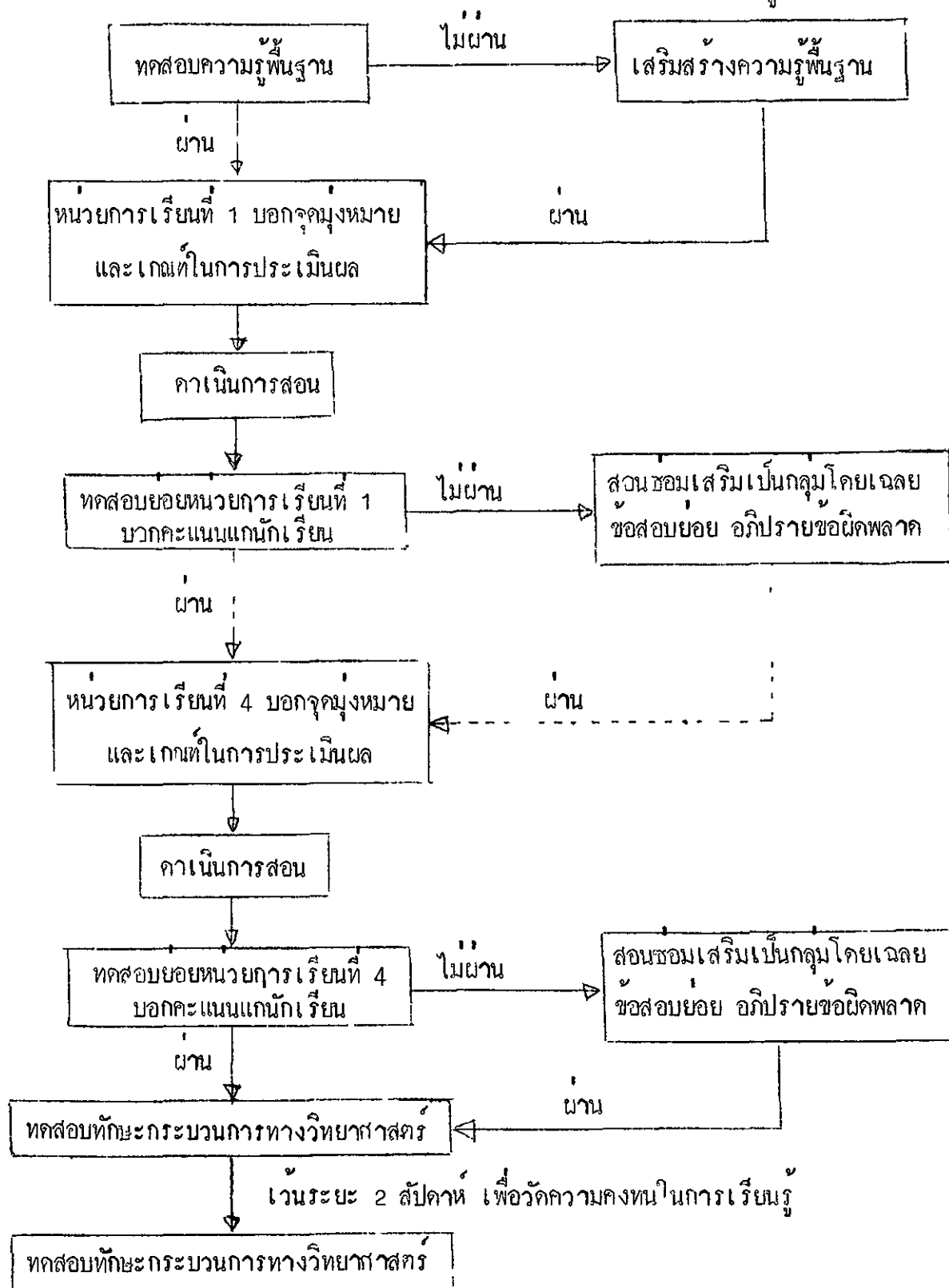
4. นักเรียนคนใดทาคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบจะได้รับการซ่อมเสริมเป็นกลุ่ม โดยใช้วิธีเฉลยข้อสอบจากแบบทดสอบย่อย อธิบายเนื้อหาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับข้อผิดพลาดของนักเรียนเป็นกลุ่ม เมื่อทำการซ่อมเสริมเสร็จแล้วนักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบเฉพาะตรงที่ตนเองบกพร่องซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ถ้านักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์ซ่อมเสริมอีกจนกว่าจะผ่านเกณฑ์ แบบทดสอบที่นำมาทดสอบเป็นแบบทดสอบคนละฉบับกับที่นำมาทดสอบครั้งแรก แต่สร้างจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมชุดเดียวกัน

5. เมื่อแน่ใจว่านักเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ถือว่าเป็นการสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนของหน่วยการเรียนนั้น และผ่านไปเรียนในเนื้อหาหน่วยต่อไป

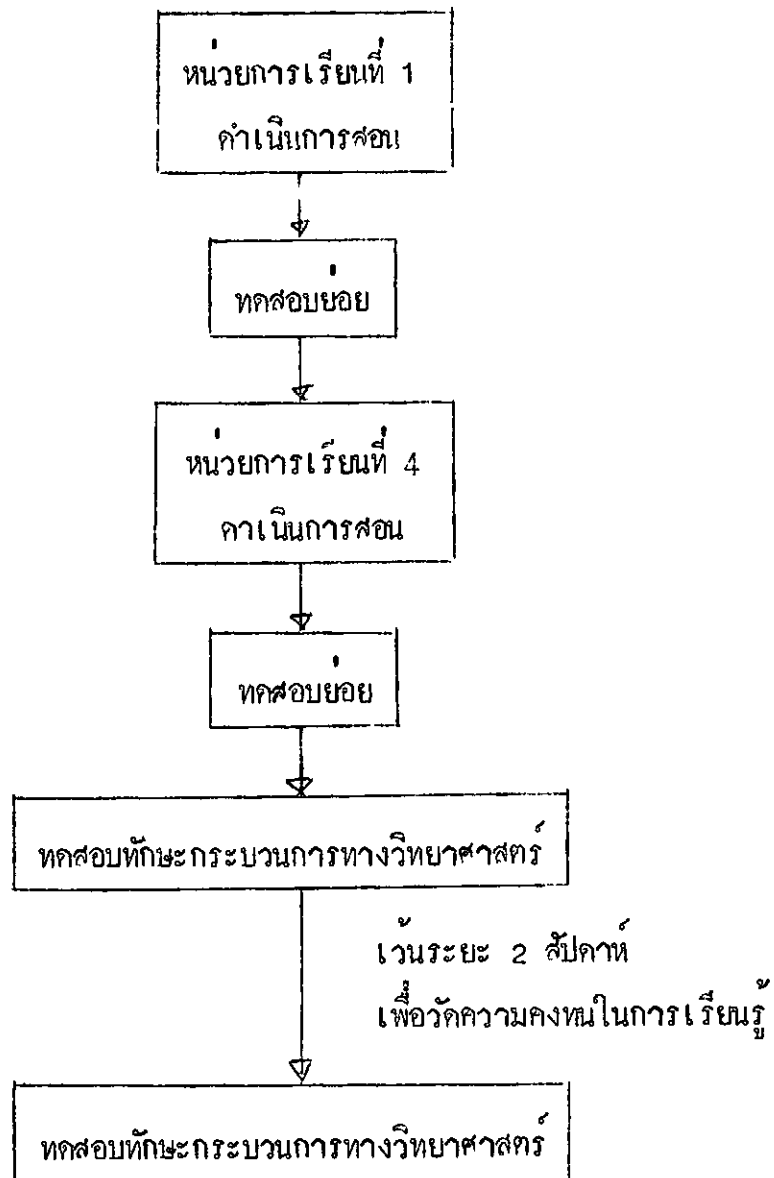
กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเองตามแผนการสอนชุดเดียวกับกลุ่มทดลอง ต่างกับกลุ่มทดลองตรงที่ไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐาน ไม่มีการแจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยการเรียน และไม่มีการกำหนดเกณฑ์การผ่านจุดประสงค์เมื่อสอนจบหน่วยหนึ่งจะมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบย่อย แต่ไม่มีการแจ้งผลการสอบให้นักเรียนทราบ ไม่มีการซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่ทาคะแนนจากแบบทดสอบใดค่า เมื่อทดสอบแล้วก็ผ่านไปเรียนในเนื้อหาหน่วยต่อไปเลย

2. เมื่อเรียนจบเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดแล้ว ทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. หลังจากทำการทดสอบแล้ว 2 สัปดาห์ ทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้



ภาพประกอบ 1 แสดงขั้นตอนการสอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้



ภาพประกอบ 2 แสดงขั้นตอนการสอนโดยไม่ใช่หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านการศึกษาระหว่างการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ χ^2 - test
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของพัฒนาการการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง โดยนำจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาเปรียบเทียบกันและเขียนกราฟ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าคะแนนเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (อังกา สายยศ 2523 : 18)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย
 $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านการศึกษาระหว่างการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนทางด้านการศึกษาระหว่างการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ χ^2 - test

แบบ The 2 x 2 Contingency Table (Conover. 1980. 142 - 146)

$$\chi^2 = \frac{N \left[|o_{11}o_{22} - o_{12}o_{21}| - \frac{N}{2} \right]^2}{n_1 n_2 C_1 C_2}$$

เมื่อ N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด
 n_1 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง
 n_2 แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม

C_1	แทน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์
C_2	แทน	จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์
O_{11}	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ผ่านเกณฑ์
O_{12}	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ไม่ผ่านเกณฑ์
O_{21}	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ผ่านเกณฑ์
O_{22}	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ไม่ผ่านเกณฑ์

3. หาคุนภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์

3.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยคำนวณจากสูตรของโรวินอลลี และ แสมเบิลตัน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 88 - 91 อ้างอิงมาจาก Hambleton and others. 1978 : 34)

$$IOC = \Sigma R/N$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	ΣR	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

3.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ คำนวณจากสูตรของเบรนนาน (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ 2526 : 222 - 225 อ้างอิงมาจาก Brennan. 1972 : 289 - 303)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
	U	แทน	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ตอบถูก

L แทน จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์สอบถูก

n_1 แทน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด

n_2 แทน จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด

3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ใช้ 2 วิธีดังนี้

3.3.1 แบบทดสอบย่อย ซึ่งเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ใช้วิธีของ แลมเบิร์ตตัน และ โนวิก (บุญเชิด บุญโณนันทพงษ์ 2516 : 218 - 220 อ้างอิงมาจาก Hamblen and Novick. 1973)

ฉบับ A \ ฉบับ B	สอบผ่าน	สอบไม่ผ่าน
	สอบผ่าน p_{11}	สอบไม่ผ่าน p_{22}

$$p_0 = p_{11} + p_{22}$$

เมื่อ

p_0	แทน	สัดส่วนของความสอดคล้องในการตัดสินเพื่อจำแนกผู้รอบรู้
p_{11}	แทน	สัดส่วนของผู้ถูกตัดสินว่ารอบรู้ตรงกันทั้งสองฉบับ
p_{22}	แทน	สัดส่วนของผู้ถูกตัดสินว่าไม่รอบรู้ตรงกันทั้งสองฉบับ

3.3.2 แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์ของความสอดคล้องแบบแบ่งครึ่งฉบับ ตามวิธีที่ บุญเชิด บุญโณนันทพงษ์ ได้ปรับปรุงมาจากวิธีของ แลมเบิร์ตตัน และ โนวิก รวมกับของ สเปียร์แมน บราวน์ (บุญเชิด บุญโณนันทพงษ์ 2526 : 222 - 225)

$$B(p_0) = \frac{2p_0}{1 + p_0}$$

เมื่อ $B(p_0)$ แทน สัดส่วนความสอดคล้องในการตัดสินความรอบรู้ที่
ปรับขยายให้เต็มฉบับ

p_0 แทน สัดส่วนความสอดคล้องในการตัดสินความรอบรู้
จากแบบทดสอบที่แบ่งครึ่ง

3.4 หาคะแนนเกณฑ์ของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรของ นิเกลสกี (บุญเชิด
บุญญอนันตพงษ์ 2526 : 165)

$$D = M_{FD} + K S_{FD}$$

เมื่อ D แทน คะแนนสอบผ่านขั้นต่ำ

M_{FD} แทน ผลรวมความน่าจะเป็นในการเกาคอบถูก ของ
แบบทดสอบทั้งฉบับ

S_{FD} แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการเกาคอบถูก

K แทน ค่าคงที่ ถ้าตัวเลือกผิดเกินครึ่งจะใช้ค่า 0.5
ถ้าตัวเลือกต่างกันเล็กน้อยใช้ค่า 1.0
ถ้าตัวเลือกคล้ายคลึงกันมากใช้ค่า 1.5

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. เปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

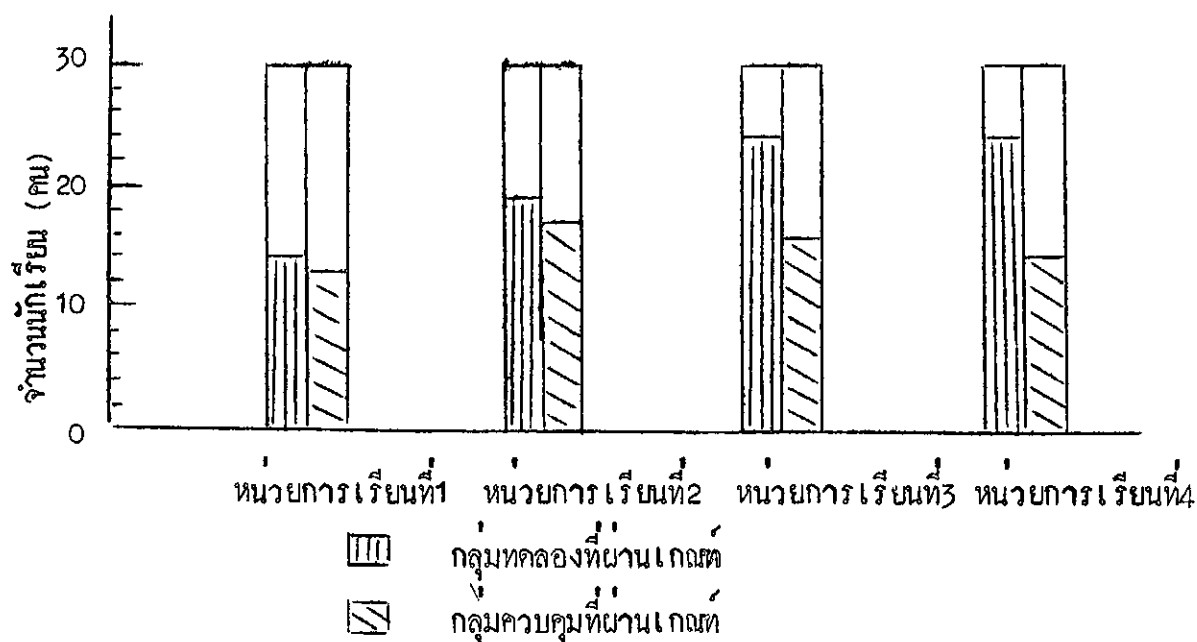
ภายหลังการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยจบลง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบย่อยกับนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าได้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์

ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยการเรียน จำแนกตามระดับความสามารถในการเรียนสูงและต่ำ

ระดับความสามารถในการเรียน	กลุ่ม	หน่วยการเรียนรู้							
		1		2		3		4	
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน
ต่ำ	ทดลอง	5	10	7	8	9	6	10	5
	ควบคุม	4	11	6	9	6	9	5	10
สูง	ทดลอง	9	6	12	3	15	0	14	1
	ควบคุม	9	6	11	4	12	3	9	6
รวม	ทดลอง	14	16	19	11	24	6	24	6
	ควบคุม	13	17	17	13	18	12	14	16

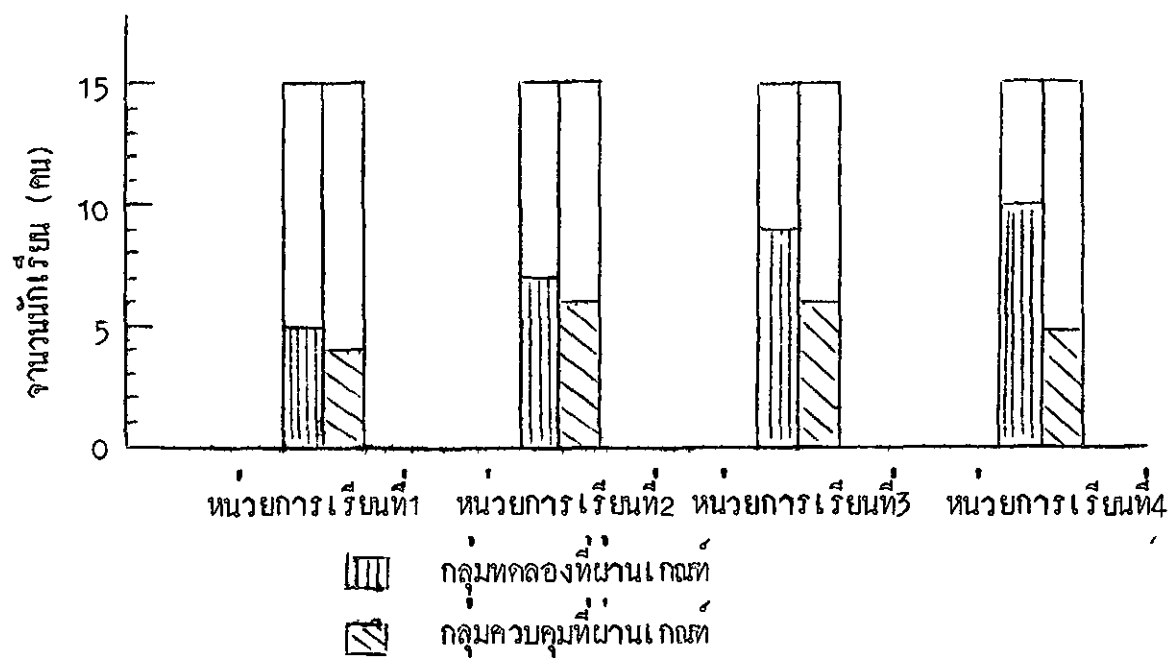
เพื่อแสดงให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้นำจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วย
การเรียนรู้มาเขียนเป็นกราฟ ดังแสดงในภาพประกอบ 1 ถึงภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากภาพประกอบ 3 เมื่อพิจารณาโดยส่วนรวมทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ
และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง จะเห็นว่าแนวโน้มของจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในกลุ่มทดลอง
มีจำนวนเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มไม่ตลอด กล่าวคือในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 จำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์คงที่เท่ากับ
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้ว จะเห็นว่าในกลุ่มทดลอง
มีแนวโน้มของจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นมากกว่า โดยเฉพาะในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 จำนวนคนที่
ผ่านเกณฑ์ของกลุ่มควบคุมลดลงอย่างเห็นได้ชัด

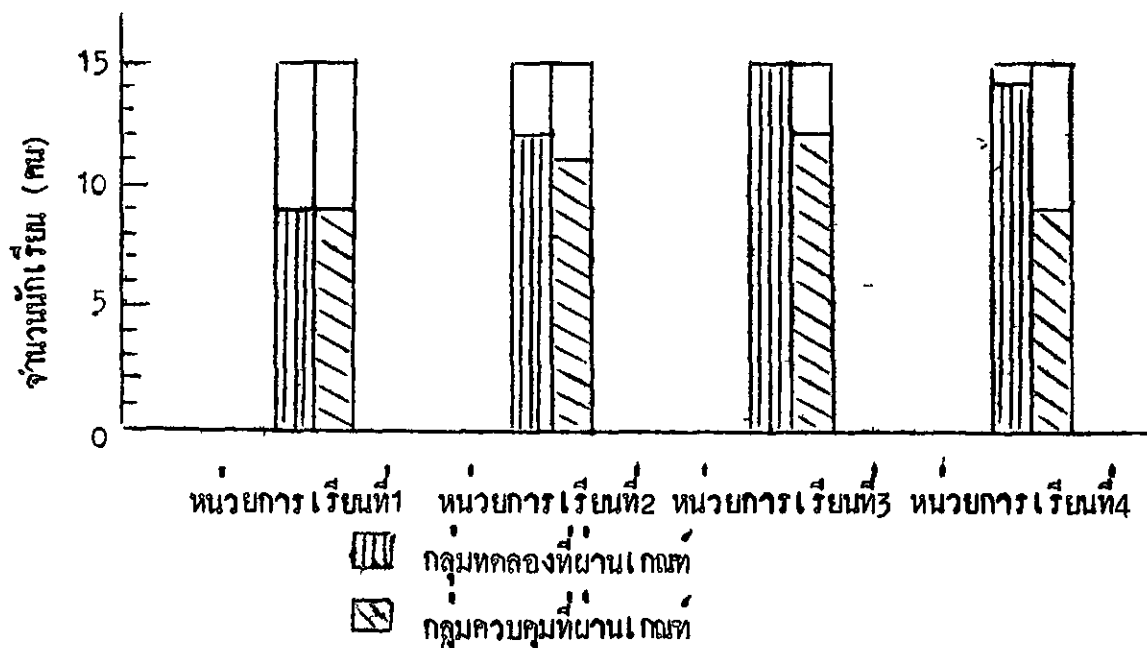
แสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของ
การเรียนรู้มากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้



ภาพประกอบ 4 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ

จากภาพประกอบ 4 ในกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ จะเห็นว่าแนวโน้มของจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในกลุ่มทดลองมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แสดงว่าวิธีการเรียนในกลุ่มทดลอง ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้เพิ่มขึ้น ส่วนในกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มของพัฒนาการการเรียนรู้เพิ่มขึ้นแต่เพิ่มไม่ตลอด โดยเฉพาะในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

แสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ มีพัฒนาการของการเรียนรู้มากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้



ภาพประกอบ 5 เปรียบเทียบจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีความสามารถในการเรียนสูง

จากภาพประกอบ 5 ในกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูง จะเห็นว่าแนวโน้มของจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในกลุ่มทดลองมีจำนวนเพิ่มขึ้นแต่เพิ่มไม่ตลอด กล่าวคือในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ลดลงเล็กน้อย แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมแล้วจะเห็นว่า ในกลุ่มทดลองมีแนวโน้มของจำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นมากกว่า และในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ที่จำนวนคนผ่านเกณฑ์ลดลง ปรากฏว่าในกลุ่มควบคุมลดลงมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด

แสดงให้เห็นว่าการเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทำให้นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง มีพัฒนาการของการเรียนรู้นั้นมากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

ภายหลังจากการเรียนการสอนหน่วยสุดท้ายสิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทดสอบนักเรียนในกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูง และกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ กลุ่มละ 15 คน ปรากฏว่าได้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ขั้นต้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถในการเรียน	กลุ่ม	จำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ (คน)	จำนวนผู้ไม่ผ่านเกณฑ์(คน)
ต่ำ	ทดลอง	14	1
	ควบคุม	7	8
สูง	ทดลอง	15	0
	ควบคุม	15	0
รวม	ทดลอง	29	1
	ควบคุม	22	8

ผู้วิจัยนำจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ χ^2 -test ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 4 ถึงตาราง 6

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม	χ^2
ทดลอง	$O_{11} = 29$	$O_{12} = 1$	$n_1 = 30$	4.70 [*]
ควบคุม	$O_{21} = 22$	$O_{22} = 8$	$n_2 = 30$	
รวม	$C_1 = 51$	$C_2 = 9$	$N = 60$	

$$\chi^2_{(1)(.05)} \text{ จากตาราง } = 3.84$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 4 ปรากฏว่ากลุ่มทดลองซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 29 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 22 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 8 คน เมื่อนำมาคำนวณค่า χ^2 แล้วได้ 4.70 ซึ่งมีค่ามากกว่า χ^2 จากตารางที่ระดับ $\alpha = .05$ $df = 1$ แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มี
ความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียน
เพื่อรอบรู้

กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม	χ^2
ทดลอง	$O_{11} = 14$	$O_{12} = 1$	$n_1 = 15$	5.71 *
ควบคุม	$O_{21} = 7$	$O_{22} = 8$	$n_2 = 15$	
รวม	$C_1 = 21$	$C_2 = 9$	$N = 30$	

$$\chi^2_{(1)(.05)} \text{ จากตาราง} = 3.84$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 5 ปรากฏว่ากลุ่มทดลองซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 14 คน
ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 7 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 8 คน เมื่อนำมา
คำนวณค่า χ^2 แล้วได้ 5.71 ซึ่งมีความมากกว่า χ^2 จากตารางที่ระดับ $\alpha = .05$
 $df = 1$ แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกัน

ตาราง 6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม	χ^2
ทดลอง	$O_{11} = 15$	$O_{12} = 0$	$n_1 = 15$	
ควบคุม	$O_{21} = 15$	$O_{22} = 0$	$n_2 = 15$	0
รวม	$C_1 = 30$	$C_2 = 0$	$N = 30$	

$$\chi^2_{(1)(.05)} \text{ จากตาราง} = 3.84$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 ปรากฏว่ากลุ่มทดลองซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 15 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 0 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 15 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 0 คน ด้วยเช่นกัน เมื่อนำมาคำนวณค่า χ^2 แล้วได้ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า χ^2 จากตารางที่ระดับ $\alpha = .05$ $df = 1$ แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. เปรียบเทียบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

ภายหลังการเรียนการสอนหน่วยสุดท้ายสิ้นสุดลงและทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้วเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ทดสอบนักเรียนในกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูงและกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ กลุ่มละ 15 คน ปรากฏว่าได้จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์และไม่ผ่านเกณฑ์ จากการทดสอบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถ ในการเรียน	กลุ่ม	จำนวนผู้ผ่าน เกณฑ์ (คน)	จำนวนผู้ไม่ผ่าน เกณฑ์ (คน)
ต่ำ	ทดลอง	13	2
	ควบคุม	6	9
สูง	ทดลอง	15	0
	ควบคุม	14	1
รวม	ทดลอง	28	2
	ควบคุม	20	10

ผู้วิจัยนำจำนวนผู้ผ่านเกณฑ์ในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกันโดยใช้ χ^2 - test

ปรากฏผลดังแสดงในตาราง 8 ถึงตาราง 10

ตาราง 8 เปรียบเทียบความคงทนค่าน้ำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม	χ^2
ทดลอง	$O_{11} = 28$	$O_{12} = 2$	$n_1 = 30$	5.11 [*]
ควบคุม	$O_{21} = 20$	$O_{22} = 10$	$n_2 = 30$	
รวม	$C_1 = 51$	$C_2 = 9$	$N = 60$	

$$\chi^2_{(1)(.05)} \text{ จากตาราง} = 3.84$$

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8 ปรากฏว่ากลุ่มทดลองซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 28 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 2 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 20 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 10 คน เมื่อนำมาคำนวณ χ^2 แล้วได้ 5.11 ซึ่งมีความมากกว่า $\chi^2_{(1)(.05)}$ จากตารางที่ $\alpha = .05$ $df = 1$ แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความคงทนค่าน้ำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

ตาราง 9 เปรียบเทียบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มี
ความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช่หลักการเรียน
เพื่อรอบรู้

กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม	χ^2
ทดลอง	$O_{11} = 13$	$O_{12} = 2$	$n_1 = 15$	
ควบคุม	$O_{21} = 6$	$O_{22} = 9$	$n_2 = 15$	5.17*
รวม	$C_1 = 19$	$C_2 = 11$	$N = 30$	

$$\chi^2$$

$$(1)(.05)$$

$$\text{จากตาราง} = 3.84$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตาราง 9 ปรากฏว่าระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์
13 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 2 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 6 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 9 คน
เมื่อนำมาคำนวณค่า χ^2 แล้วได้ 5.17 ซึ่งมีค่ามากกว่า χ^2 จากตารางที่ระดับ $\alpha = .05$
 $df = 1$ แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
แตกต่างกัน

ตาราง 10 เปรียบเทียบความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่มี
 ความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียน
 เพื่อรอบรู้

กลุ่ม	ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม	χ^2
ทดลอง	$O_{11} = 15$	$O_{12} = 0$	$n_1 = 15$	
ควบคุม	$O_{21} = 14$	$O_{22} = 1$	$n_2 = 15$	.90
รวม	$C_1 = 29$	$C_2 = 1$	$N = 30$	

 χ^2
 $(1)(.05)$

จากตาราง = 3.84

ผลการวิเคราะห์ตามตาราง 10 ปรากฏว่าระหว่างกลุ่มทดลองซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์
 15 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 0 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ 14 คน ไม่ผ่านเกณฑ์ 1 คน
 เมื่อนำมาคำนวณค่า χ^2 แล้วได้ .90 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า χ^2 จากตารางที่ระดับ $\alpha = .05$
 $df = 1$ แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 ไม่แตกต่างกัน.

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบพัฒนาการของการเรียนรู้
 - 1.1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 1.2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 1.3 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 2.2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 2.3 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
3. เพื่อเปรียบเทียบความคงทนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้
 - 3.2 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

3.3 ระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียน เพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

วิธีการในการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2526 ของโรงเรียน พัทลุง จังหวัดพัทลุง จำนวน 60 คน เป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ จำนวน 30 คน และนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง 30 คน สุ่มนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างเข้า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร โดยแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ย่อย ๆ 4 หน่วยการเรียนรู้

2.2 แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 9 ข้อ

2.3 แบบทดสอบย่อย เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีแบบทดสอบย่อยอยู่จำนวนกัน 2 ฉบับ รวม 4 หน่วยการเรียนรู้มีแบบทดสอบย่อย 8 ฉบับ ฉบับละตั้งแต่ 6 – 22 ข้อ

2.4 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 43 ข้อ

3. การดำเนินการทดลอง

3.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยเป็นผู้สอนเองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง เป็นการนำเอาหลักการเรียนเพื่อรอบรู้มาใช้ โดยก่อนสอนมีการ ตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ถ้านักเรียนคนใดพื้นฐานไม่เพียงพอที่จะได้รับการซ่อมเสริม เริ่มบทเรียน ด้วยการบอกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและเกณฑ์ในการประเมินผลในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เมื่อสอน

จบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วจะมีการทดสอบย่อย นักเรียนคนใดไม่ผ่านเกณฑ์จะได้รับการซ่อมเสริม และทดสอบใหม่จนผ่านเกณฑ์ จึงจะผ่านไปเรียนเนื้อหาหน่วยต่อไป

กลุ่มควบคุม ใช้แผนการสอนชุดเดียวกับกลุ่มทดลอง ต่างกับกลุ่มทดลองตรงที่ไม่มี การทดสอบความรู้พื้นฐาน ไม่มีการแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และไม่มีการกำหนดเกณฑ์การ ผ่านในการประเมินผล เมื่อสอนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วจะมีการทดสอบย่อย แต่ไม่แจ้งผล การสอบให้นักเรียนทราบ ไม่มี การซ่อมเสริม เมื่อทดสอบแล้วก็ผ่านไปเรียนเนื้อหาในหน่วยต่อไป เลย

3.2 เมื่อสอนจบเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมดแล้ว ทดสอบนักเรียนด้วย แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 หลังจากทำการทดสอบแล้ว 2 สัปดาห์ ทำการทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิมอีกครั้งหนึ่ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความแตกต่างของพัฒนาการการเรียนรู้ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างโดยนำ จำนวนคนที่ผ่านเกณฑ์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มาเปรียบเทียบกันและเขียนกราฟ
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความคงทนด้าน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ χ^2 - test

สรุปผลการค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับนักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการ เรียนเพื่อรอบรู้ ปรากฏว่า
 - 1.1 พัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกัน
 - 1.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
 - 1.3 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ปรากฏว่า

2.1 พัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกัน

2.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

2.3 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน

3. นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ปรากฏว่า

3.1 พัฒนาการของการเรียนรู้แตกต่างกัน

3.2 ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3.3 ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

1. พัฒนาการของการเรียนรู้

ในการศึกษาพัฒนาการของการเรียนรู้ พบว่าการเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้มากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ทั้งนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง และความสามารถในการเรียนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ บลูม (Bloom, 1983 : 8) ที่ว่าการเรียนเพื่อรอบรู้นอกจากจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นแล้วยังทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้เพิ่มขึ้นด้วย การที่การเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ทำให้พัฒนาการของการเรียนรู้มากกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เนื่องจากสาเหตุดังนี้

1.1 การจัดลำดับเนื้อหาของบทเรียน เนื่องจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดทำหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเฉพาะในเรื่องสมบัติของสาร ให้มีลักษณะเนื้อหาของบทเรียนเป็นลำดับตามขั้นตอน (Hierarchical Structure) กล่าวคือ เนื้อหาในคอนต้นเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ในขั้นตอน

ที่สูงขึ้นไปเป็นลำดับ ดังนั้นในการที่จะเรียนหน่วยการเรียนรู้ต่อไปได้ ต้องมีความรู้ในหน่วยการเรียนรู้ก่อนเพียงพอก่อน

1.2 ผลจากการแก้ไขข้อบกพร่อง เนื่องจากภายหลังการทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ กลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ จะได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องจนกระทั่งมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำให้นักเรียนในกลุ่มนี้มีความรู้พื้นฐานพอที่จะเรียนหน่วยการเรียนรู้ต่อไปได้ ส่วนในกลุ่มควบคุมนักเรียนไม่ได้รับการแก้ไขข้อบกพร่อง เมื่อทดสอบแล้วก็ผ่านไปเรียนหน่วยต่อไปเลย ทำให้นักเรียนไม่มีความรู้พอจะเรียนได้

1.3 ผลจากที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับในกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยผู้สอนได้แจ้งผลการทดสอบย่อยและข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการเรียนให้นักเรียนทราบในทันที ซึ่งเป็นการช่วยให้นักเรียนเกิดการแข่งขันทั้งกับตนเองและเพื่อนร่วมห้อง ด้วยการพยายามที่จะทำให้ผลการทดสอบย่อยครั้งต่อไปได้คะแนนดีกว่าเดิม ส่วนในกลุ่มควบคุมนั้น ไม่ได้มีการแจ้งผลการสอบและข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้นักเรียนไม่แน่ใจว่าการทดสอบย่อยในแต่ละครั้งจะมีผลต่อตัวเองอย่างไรบ้าง ในที่สุดก็ไม่รู้สึกตื่นตัวต่อการสอบย่อยในแต่ละครั้ง เลยทำให้ผลการสอบย่อยในแต่ละครั้งหลัง ๆ ลดลงที่สุดในที่สุด

2. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อวิเคราะห์โดยรวมไม่แยกตามระดับความสามารถในการเรียน ปรากฏว่าได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

และเมื่อวิเคราะห์โดยแยกตามระดับความสามารถในการเรียน พบว่ากลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูง ปรากฏว่าได้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า

การเรียนรู้โดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงไม่ว่าจะใช้วิธีการเรียนแบบใดในสองวิธีนี้ ก็ให้ผล ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน ทั้งนี้เพราะนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง มีเพียงส่วนน้อยที่ต้องเข้ารับการซ่อมเสริม ส่วนใหญ่แล้วจะสามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เหตุผลอีกอย่างที่ทำให้ให้นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงได้ผลไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการทดลองครั้งนี้กระทำจนปลายภาคเรียน และได้ทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่นักเรียนจะสอบปลายภาคเพียง 2 วัน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนสูงทราบดีเกี่ยวกับการเตรียมตัวสอบปลายภาค ดังนั้น เมื่อทดสอบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูงทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจึงผ่านเกณฑ์หมดทุกคน ผลที่ได้จึงไม่แตกต่างกัน

นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำกล่าวของบลูมที่ว่า นักเรียน 5% ที่อยู่ส่วนปลายสุดทางด้านบวก ของโค้งปกตินั้น แม้ครูจะไม่ได้สอนเลยก็สามารถผ่านเกณฑ์ได้ (Bloom. 1971 : 43) ในการวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่มีความสามารถในการเรียนสูงก็ได้รวมนักเรียน 5% ที่อยู่ส่วนปลายสุด ทางด้านบวกของโค้งปกติไว้ด้วย ดังนั้นผลที่ได้จึงไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะใช้วิธีสอนแบบใด และ ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของไวคอฟ (Wycoff. 1975 : 5160-A) ที่พบว่าการเรียนเพื่อรอบรู้ ให้ผลดีในกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่านต่ำ และในกลุ่มที่มีเชาวน์ปัญญาต่ำ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่านสูงและกลุ่มที่มีเชาวน์ปัญญาสูง การเรียนเพื่อรอบรู้กับวิธีธรรมดาให้ผลพอ ๆ กัน และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ รุจีร์ ภูสาระ (รุจีร์ ภูสาระ 2523 : 66 - 67) ที่พบว่า การเรียนเพื่อรอบรู้เหมาะกับนักเรียนที่มีความถนัดทางการเรียนต่ำ สำหรับนักเรียนที่มีความถนัด ทางการเรียนสูงไม่มีผลแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของบรูคส์ (Brooks. 1982 : 1103-A) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนสูง ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อ รอบรู้นั้นไม่แตกต่างกันแต่อย่างใด

3. ความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในการศึกษาความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่าได้ผลการทดลองเหมือนกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือเมื่อวิเคราะห์โดยรวมไม่แยกตามระดับความสามารถในการเรียน พบว่าระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

และเมื่อวิเคราะห์โดยแยกตามระดับความสามารถในการเรียนในกลุ่มที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ ปรากฏว่าได้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ส่วนในกลุ่มที่มีระดับความสามารถในการเรียนสูง ปรากฏว่าได้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยที่บล็อกได้รวบรวมไว้ (Block. 1974 : 38 - 41 citing Block. 1972; Romberg and others. 1970; Austin and Gilbert undated) ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้มีความคงทนในการเรียนรู้นานกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของไวคอฟ (Wycoff. 1975 : 5160-A) ที่พบว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ให้ผลดีในกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่านต่ำและกลุ่มที่มีเขาวนปัญญาต่ำ ส่วนในกลุ่มที่มีความสามารถในการอ่านสูง และกลุ่มที่มีเขาวนปัญญาสูง การเรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ให้ผลพอ ๆ กัน

ข้อเสนอแนะทั่วไป

เนื่องจากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า การเรียนเพื่อรอบรู้ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์และความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้ โดยเฉพาะกับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำและเมื่อพิจารณาโดยรวม ดังนั้นผู้วิจัยจึงใคร่ขอเสนอแนะสำหรับครูผู้สอน และผู้เกี่ยวข้องในการจัดการศึกษาดังนี้

1. ควรส่งเสริมให้มีการนำเอาหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ไปใช้ในการจัดการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้พัฒนาให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ยั่งยืน ทั้งนี้จะต้องใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ควบคู่กันไปด้วย

2. ควรส่งเสริมให้มีการนำหลักการเรียนเพื่อรอบรู้ ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในวิชาต่าง ๆ โดยเฉพาะในวิชาที่มีเนื้อหาจัดเป็นลำดับขั้นการเรียนรู้ เพื่อจะได้ช่วยลดปัญหา ในการเรียนในหน่วยหลัง ๆ ของนักเรียนลงได้ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนในหน่วย หลัง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

3. ในการจัดการซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์นั้น นอกจากจะใช้วิธีการ เจลแบบทดสอบและอธิบายข้อบกพร่องแล้ว อาจนำวิธีการซ่อมเสริมแบบอื่น เช่น การสอนแบบตัว ต่อตัว ให้นักเรียนสอนกันเอง เรียนด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ให้หาแบบฝึกหัด เพิ่มเติม ฯลฯ แล้วแต่ความเหมาะสมของเนื้อหาหรือสภาพของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน ไม่เกิดความซ้ำซากจำเจ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาเฉพาะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ต้องเน้น หาในบทที่ใช้ในการทดลอง ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงน่าจะหาการศึกษาว่า การเรียนเพื่อรอบรู้สามารถทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปหรือไม่ เนื้อหาในบทเรียนที่เรียนไปแล้วดีขึ้นหรือไม่ และสามารถทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เหล่านั้นอยู่คงนานกว่าการเรียนโดยไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้หรือไม่

2. ควรหาการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียน ที่เรียนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้กับไม่ใช้หลักการเรียนเพื่อรอบรู้

3. ควรหาการศึกษาว่าการเรียนเพื่อรอบรู้ สามารถช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน ได้ดีกว่าวิธีการอื่นที่น่าสนใจหรือไม่ โดยเฉพาะเจตคติทางด้านความมี เหตุผล ความอยากรู้อยากเห็น ความมีใจกว้างและความเพียรพยายาม

4. เนื่องจากการเรียนเพื่อรอบรู้เหมาะสำหรับบทเรียนที่มีเนื้อหา จัดเป็นลำดับชั้น การเรียนรู้ ดังนั้นน่าจะได้นำการทำวิจัยเพื่อศึกษาว่าการจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องมาน้อยต่างกัน จะมีผลต่อการเรียนโดยใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรอบรู้หรือไม่.

ប វ វ ណ ៗ ក វ ឃ

บรรณานุกรม

กมล ภูประเสริฐ "สภาพที่สนับสนุนการเรียนของนักเรียน" จุลสารการประถมศึกษา

5 ธันวาคม 2522

กมล หลีกภัย ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดหาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขชทการศึกษา 1 วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2525

129 หน้า อักสาเนา

กิ่งแก้ว คูมรพัฒนะ วิเคราะห์แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 156 หน้า อักสาเนา

ชม ภูมิภาค จิตวิทยาการเรียนการสอน สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพมหานคร 2516,

238 หน้า

ชวาล แพรัตกุล "ความเชื่อมั่น" เอกสารประกอบการเรียนวิชาวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัย-

ศรีนครินทรวิโรฒ 2516, 4 หน้า อักสาเนา

ชัยพร วิชชาวุธ ความจามนุษย์ โรงพิมพ์ชวนพิมพ์ กรุงเทพมหานคร 2520, 166 หน้า

คารง ศิริเจริญ การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสนใจในวิชาที่เรียน

อัครโนภาพ ตรงใจใจไม่ล้มถื และความแปรปรวนของอัตราการเรียนระหว่างนักเรียนที่

สอนโดยการเรียนรู้เพื่อรู้แจ้งกับกลุ่มที่สอนโดยวิธีบรรยาย ปริญญาโท กศ.ค. มหาวิทยาลัย-

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2524, 176 หน้า อักสาเนา

น้อยทิพย์ ศัสตรศาสตร์ การศึกษาความสัมพันธ์ของทักษะวิทยาศาสตร์ขั้นมูลฐาน ความสามารถในการ

การแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์ ค.ม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2521, 165 หน้า อักสาเนา

บุญเชิด ภูโณณันทพงษ์ การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ เอกสารประกอบ

คาบบรรยายลำดับที่ 42 ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2526, 285 หน้า อักสาเนา

ประสาท อิศรปริกา จิตวิทยาการศึกษา สำนักพิมพ์กราฟิการ์ต กรุงเทพมหานคร 2522,
153 หน้า

_____ ธรรมชาติและกระบวนการเรียนรู้ จินตทัศน์การพิมพ์ กทม. 2518, 190 หน้า
ณกามาศ วรานุสันติกุล ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามการประเมินของครู วิทยานิพนธ์ ค.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 68 หน้า อัดสำเนา

มหาวิทยาลัย, ทบวง ชุดการเรียนรู้การสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 คณะอนุกรรมการ
พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525, 307 หน้า

มหาวิทยาลัยของรัฐ, ทบวง รายงานผลการสัมมนาการพัฒนาการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องการพิมพ์
2520, 45 หน้า

ยุพา วีระเวทยะ เอกสารอ่านประกอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2517, อัดสำเนา

รุจิร กุสสาระ การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 หกวิธีที่จะให้
ผลสัมฤทธิ์สูงสุดโดยมีความแปรปรวนของผลสัมฤทธิ์ต่ำ และใช้เวลาในการเรียนการสอนน้อยที่สุด
ปริญญาโท กศ.ค. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 128 หน้า อัดสำเนา

รุจี โรจนประศาสน์ ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 วิทยานิพนธ์
ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523, 89 หน้า อัดสำเนา

สนธิ อินทรโกศล การศึกษาประสิทธิภาพของการสอนแบบเรียนเพื่อรู้แจ้ง (Mastery Learning)
เรื่อง การบวกและลบ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร 2524, 206 หน้า อัดสำเนา

สาธร แก่นมณี การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ และความสนใจในวิชาเรียน
จากการสอนซ่อมเสริม 3 วิธี ในทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โพลิโนเมียล
ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปริญญาโท กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525,
69 หน้า อัดสำเนา

สุนันท์ สังข์อ่อง "ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์" วารสารวิทยาศาสตร์ 34 : 337 เมษายน 2523
ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ๗๖ ๗, 1๕ หน้า อักสาเนา

_____ รายงานวิจัยการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบทดสอบ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนตามหลักสูตร 2503 และนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตร
สสวท. 2519, 327 หน้า อักสาเนา

โสภา บุญศรีสวัสดิ์ อิทธิพลของช่วงเวลาที่มีต่อสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นแบบสอบซ้ำ ปรินฎานิพนธ์
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2520, 88 หน้า อักสาเนา
สาเริง บุญเรืองรัตน์ "การเรียนเพื่อรอบรู้" วารสารการวัดผลการศึกษา 1(3) : 1 - 9
มกราคม - เมษายน 2523

_____ โปรแกรมการเรียนการสอน : การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นสำหรับคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2521, 87 หน้า อักสาเนา

_____ อิทธิพลของการทดสอบที่มีต่อการเรียนรู้ในเนื้อหาบางประการในวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่ม
นักเรียนที่มีสมรรถภาพในการเรียนแตกต่างกัน ปรินฎานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย-
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2512, 80 หน้า อักสาเนา

อังคณา สายยศ วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2523, 265 หน้า

Arlin, Marshall N. "Learning Rate and Learning Rate Variance Under
Master Learning Condition," Unpublished Ph.D. Dissertation University
of Chicago. 1973. 218 p.

Block, James H. and Lorin W. Anderson. Mastery Learning in Classroom
Instruction. New York, McMillan Publishing, Co., Inc., 1975. 88 p.

Block, James H. and others. "Mastery Learning," Review of Research in
Education. Peacock Publishers, Inc., 1976. 49 p.

Block, Jame H. Mastery Learning : Theory and Practice. New York, Holt
Rienchart and Winston, Inc., 1971. 152 p.

- Block, Jame H. Schools, Society, and Mastery Learning. New York, Holt, Rienchart and Winston, Inc., 1974. 148 p.
- Bloom, Benjamin S. Human Characteristics and School Learning. New York, McGraw-Hill Book Company, 1976. 284 p.
- _____. "The Development of Talent," Report of the Seminar on Innovation in Education - Teaching and Learning Process Especially for the Talent. National Education Commission Office of the Prime Minister July 18 - 19 1983. 160 p.
- Bobbie, Thateher B. "An Evaluative Study of Teaching, Seventh Grade Mathematics Incorporating Team Teaching, Individualized Instruction and Team Supervision Utilizing the Strategy of Learning for Mastery," Dissertation Abstracts. 34(8) : 4685-A, January, 1974.
- Boonruangratana, Samrerng. "The Effects of Group-Focused Feedback on Learning in Classroom Instruction," Journal of Curriculum Study. 12 . 157 - 160, June, 1980.
- Brooks, Edwin Thomas. "The Effect of Mastery Instruction on the Learning and Retention of Science Process Skills," Dissertation Abstracts. 43(04) 1103-A, October, 1982.
- Butzow, John W. "The Process Learning Component of Introductory Physical Science . A Pilot Study," Research in Education. 6(10) : 85, October, 1971.
- Carrol, John B. "A Model of School Learning," Teaching College Record. 64 : 723 - 733, May, 1963.
- Charles, Kekuewa B. "The Effect of Mastery Learning Strategy on the Geometry Achievement of Forth and Fifth Grade Children," Dissertation Abstracts. 34 4979-A, February, 1974.
- Conover W. Jay. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley and Sons, Inc., 1971. 462 p.
- Gabel, Dorothy L. and Peter A. Rubba. "The Effect of Early Teaching and Training Experience on Physics Achievement, Attitude, and Process Skills," Proticency Science Education. 64(4) : 503 - 511, October-December, 1977.
- Gagne, R.M. The Psychological Basis of Science - A Process Approach. AAAS Miscellaneous Publication, 1965.
- Gibbs, Ronald K. 1967. "An Analysis of Effectiveness of Biological Science Curriculum Study Single Topic Films in Teaching Hypothesis Construction to High School Biological Students," Dissertation Abstract. 28 : 3051-A, 1968.

- Kim, Hogwon and others. (1969) "A Study of the Bloom Strategies for Mastery Learning," in Mastery Learning : Theory and Practice. p. 123, ed., by James H. Block, New York, Holt Rinehart and Winston, 1971.
- Klopfer, Leopold E. "Evaluation of Learning in Science," Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. ed., by Benjamin S. Bloom and others,, p. 568 - 573, New York, McGraw-Hillbook, Co., 1971. 923 p.
- Landvall, C. Mauritz and Anthony J. Nitko. Measuring Pupil Achievement and Aptitude. New York, Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1967. 237 p.
- Moore, William J. and others. "Acquisition Retention and Transfer in an Individualized College Physics Course," Journal of Education Psychology. 64 335 - 340, 1973.
- Nunnally, Jum C. Test and Measurement. New York, McGraw-Hill Book, Co., 1959. 446 p.
- Okey, J.R. "Goal for the High School Science Curriculum," Bulletin of National Association of Secondary School Principals. 56(360) . 57 - 68, 1972.
- Quinn, Marry Ellen and Kenneth D. George. "Teaching by Formation," Science Education. 59(3) : 289 - 290, 1975.
- UNESCO. Science in Basic Functional Education. UNESCO, Regional Office for Education in Asia, 1975.
- Williams, John W. "Mastery Learning in Business Mathematics," Dissertation Abstracts. 36 4978-A, February, 1976.
- Wyckoff, Deloses B. "A Study of Mastery Learning and It's Effect on Achievement of Sixth Grade Social Studies Students," Dissertation Abstracts. 35(8) . 5160-A, February, 1975.

ពាក្យដេញដោល

ภาคผนวก ก

1. แผนการสอน เรื่อง สมบัติของสาร
2. แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน
3. แบบทดสอบย่อย เรื่อง สมบัติของสาร
4. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แผนการสอน เรื่อง สมบัติของสาร

หน่วยที่ 1 ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

คาบที่ 1 ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จำแนกสารออกเป็นสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสมได้

เนื้อหา สารแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ สารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม
สารเนื้อเดียวเป็นสารที่มีลักษณะเนื้อสารกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน
ส่วนสารเนื้อผสมเป็นสารที่มีเนื้อสารไม่กลมกลืนกัน

กิจกรรม

นำเข้าสู่บทเรียน โดยสนทนาเกี่ยวกับสารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา

1. ให้นักเรียนบอกชื่อและประโยชน์ของสารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา
2. ครูนำรูปภาพของสิ่งต่าง ๆ ให้นักเรียนดู และให้นักเรียนบอกถึงชื่อและประโยชน์ของ

สิ่งนั้น ๆ

3. ทำไมทองจึงเหมาะที่จะใช้ทำเครื่องประดับและเหล็กใช้สร้างบ้าน

4. เนื่องจากสารรอบตัวเรามีอยู่มากมายและมีสมบัติแตกต่างกันไป

ดังนั้นเราอาจเริ่มต้นด้วยการสังเกตลักษณะของเนื้อสารก่อนว่าเป็นอย่างไร แล้วค่อย

ศึกษาสมบัติอื่น ๆ เพิ่มเติม ซึ่งจะช่วยให้เราได้ประโยชน์จากการนำสารไปใช้ให้ตรงวัตถุประสงค์ยิ่งขึ้น

ขั้นสอนและทดลอง

1. ครูให้ความหมายของคำว่าสารเนื้อผสมและสารเนื้อเดียว

2. ให้นักเรียนหาการทดลอง 4.1 เพื่อสังเกตลักษณะเนื้อสารที่กำหนดให้ว่าเป็นอย่างไร
ชั้นอุปิปรายและสรุปผล โดยใช้คำถาม

1. สารที่กำหนดให้สารใดบ้างเป็นสารเนื้อเคี้ยว และสารใดบ้างเป็นสารเนื้อผสม

2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเนื้อเคี้ยวและสารเนื้อผสมที่เคยพบเห็นในชีวิตประจำวัน

พร้อมทั้งบอกควยว่าเรานาสารเหล่านั้นมาใช้อยู่ไหนทำอะไรบ้าง

3. เปลี่ยนน้ำตาลเป็นสารเนื้อเคี้ยวหรือเนื้อผสม เพราะเหตุไร

4. ถานหุงข้าวที่ปนกันอยู่ทั้งก้อนเล็กและก้อนใหญ่เป็นสารเนื้อเคี้ยวหรือเนื้อผสม

5. สารเนื้อผสมประกอบควยสารเพียงอย่างเคี้ยวหรือหลายอย่าง

6. สารเนื้อเคี้ยวประกอบควยสารเพียงอย่างเคี้ยวหรือหลายอย่าง

ทดสอบย่อย ครั้งที่ 1

หน่วยที่ 2

สารเนื้อเคี้ยวประกอบควยอะไรบ้าง

คาบที่ 2 สารละลาย : สมบัติบางประการของสารละลาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารละลายได้
2. แยกสารละลายที่เป็นของเหลวได้
3. ยกตัวอย่างและบอกประโยชน์สารละลายในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหา สมบัติของสารละลาย

1. มีสารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปละลายเป็นเนื้อเดียวกัน และสามารถแยกออกจากกันได้
2. มีจุดเดือดไม่คงที่
3. สมบัติของสารที่มาประกอบกันเป็นสารละลาย จะเป็นตัวบอกสมบัติของสารละลายนั้น ๆ

กิจกรรม

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเนื้อผสม และบอกคำว่าสารเหล่านั้นมีสารใดผสมกันอยู่
2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารอย่างเดียว
3. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารเนื้อเดียวที่ประกอบด้วยสารหลายอย่าง และบอกคำว่าประกอบด้วยสารใดบ้าง

4. การที่สารตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไปมารวมเป็นเนื้อเดียวกัน เรียกว่าอะไร
5. ถ้านักเรียนมีสารเนื้อเดียวกันหนึ่ง อย่างทราบว่า เป็นสารละลายหรือไม่ จะทราบได้อย่างไร

ขั้นสอนและทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.2 เพื่อรู้ว่าสารละลายมีสมบัติอย่างไร และแตกต่างไปจากสารเนื้อเดียวกันหรือไม่

ขั้นสรุปและอภิปรายผล

ให้นักเรียนทุกกลุ่มออกมาบันทึกผลการทดลองบนกระดานเพื่อจะได้เปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้คำถาม

1. เมื่อผสมกันแล้ว ของเหลวทั้งสองชนิดมีการเปลี่ยนแปลงต่างกันอย่างใด
2. ของเหลวหมายเลข 1 มีอุณหภูมิขณะเดือดเป็นอย่างไร
3. ของเหลวหมายเลข 2 มีอุณหภูมิขณะเดือดเป็นอย่างไร
4. ของเหลวหมายเลข 1 และ 2 เป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่
5. นักเรียนคิดว่าของเหลวหมายเลขใดเป็นสารละลาย ทราบได้อย่างไร
6. สรุปได้ใหม่ว่าสารละลายมีสมบัติอย่างไร
7. เมื่อนำเกลือและน้ำมาผสมรวมกัน สารละลายที่ได้มีรสอย่างไร ถ้าใช้น้ำมากหรือน้ำน้อย รสจะต่างกันหรือไม่อย่างไร
8. นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าสารละลายจะมีสมบัติอย่างไร ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

9. สารละลายนอกจากเป็นของเหลวแล้ว จะมีอยู่ในสถานะอื่นอีกหรือไม่ เช่นอะไรบ้าง
10. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่เป็นของเหลวและของแข็ง พร้อมทั้งบอกประโยชน์ของสารนั้น ๆ ด้วย

คาบที่ 3 สารละลาย : การแยกสารละลาย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. แยกสารละลายโดยวิธีโครมาโตกราฟีได้
2. อธิบายหลักการง่าย ๆ ของวิธีโครมาโตกราฟีได้

เนื้อหา วิธีโครมาโตกราฟีเป็นวิธีแยกสารละลายที่มีสีออกจากกัน หลักการของวิธีนี้คือ สารแต่ละชนิดมีความสามารถในการละลายน้ำต่างกัน และถูกดูดซับบนซอลด์หรือกระดาษกรองต่างกัน ทำให้สารแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้

กิจกรรม

นำเข้าสู่บทเรียน

1. ถ้าเรามีสารเนื้อเดียวอยู่ชนิดหนึ่ง อยากทราบว่าสารเนื้อเดียวนั้นเป็นสารละลายหรือไม่ จะทราบได้อย่างไร
2. นอกจากวิธีที่นักเรียนบอกมาแล้วยังมีวิธีอื่นอีกหรือไม่ แล้วนำเข้าสู่การทดลอง 4.3

ขั้นทดลอง ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.3

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. สารละลายมีลักษณะเนื้อสารอย่างไร มีสีอะไร
2. เมื่อทิ้งซอลด์สีขาวในสารละลายประมาณ 5 นาที นักเรียนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น
3. เมื่อวางกระดาษกรองทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที มีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น
4. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนซอลด์และกระดาษกรองเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

5. ในสารละลายนี้มีสารรวมกันอยู่กี่ชนิด สังเกตจากอะไร
6. นักเรียนคิดว่าสารแต่ละชนิดแยกออกจากกันได้เพราะเหตุใด
7. ครูสรุปเกี่ยวกับหลักการของวิธานโครมาโตกราฟี
8. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสารละลายที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน และบอกควยว่าทราบได้อย่างไรว่าเป็นสารละลาย
9. ทำไมน้ำหวานหรือน้ำอัดลมชนิดต่าง ๆ จึงมีสมบัติต่างกันออกไป

ทดสอบย่อย ครั้งที่ 2

หน่วยที่ 3 สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

คาบที่ 5 – 6 พลังงานความร้อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงหรือไม่

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดสอบการที่ได้จากการเผาสารว่าช่วยให้ฟิดหรือไม่
2. สรุปเกี่ยวกับสมบัติของสารทั้งก่อนเผาและหลังเผาได้

เนื้อหา สารบริสุทธิ์บางอย่างเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลง เกิดสารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม บางชนิดสลายตัวให้กาซทำให้มวลลดลง บางชนิดรวมตัวกับกาซออกซิเจนในอากาศทำให้มวลเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารบริสุทธิ์แต่ละชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงไม่เหมือนกัน

กิจกรรม ตอน 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. เราได้ศึกษามาแล้วว่า สารบริสุทธิ์มีสมบัติบางอย่างเฉพาะตัว นักเรียนคิดว่าเมื่อเผาสารบริสุทธิ์แล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

2. ในการเผาสาร ควรสังเกตอะไรบ้าง
3. ถ้าสิ่งที่สังเกตได้เป็นก๊าซเราจะสังเกตได้จากอะไร
4. นักเรียนจะมีวิธีการทดสอบได้อย่างไรว่า ก๊าซที่ได้จากการเผาสารเป็นก๊าซที่ช่วยให้ไฟติดหรือไม่

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.5 ตอน 1 โดยครูแนะนำก่อนการทดลองดังนี้

1. ครูสาธิตวิธีเตรียมกระถางอลูมิเนียมสำหรับใส่สาร
2. เชื่อนักเรียนให้ระวังในการเผาสาร อย่ามองสารติดกระถางที่กำลังเผาอยู่ เพราะสารอาจกระเด็นเข้าตาได้ โดยเฉพาะเผาลวด มักเน่เข้เขม อย่ามองเปลวไฟเพราะมีแสงจ้า

3. ในการหยคน้ำเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงให้หยดลงไปบริเวณที่ขอบของสาร เพื่อจะสังเกตการเปลี่ยนแปลงได้ชัดขึ้น

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. จากการทดลองเผาสาร มีสารใดบ้างที่เผาแล้วให้ก๊าซออกมา
2. ก๊าซที่ได้จากการเผาโปตัสเซียมเปอร์มังกาเนตกับเลดไนเตรดเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร
3. เมื่อนำเศษไม้ที่ติดไฟเหลืองแต่ถ่านแดง ๆ ไปทดสอบก๊าซที่เกิดขึ้น ปรากฏว่าถ่านไม้ไม่เปลวไฟสว่างขึ้น แสดงว่าก๊าซนั้นเป็นอะไร
4. เมื่อเผาจวคแมกเนเซียม จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
5. สารใหม่ที่เกิดจากการเผาสารทั้ง 5 ชนิด เหมือนหรือต่างกันอย่างใด
6. การเปลี่ยนแปลงของสารบริสุทธิ์เมื่อได้รับความร้อนจะสรุปได้อย่างไร
7. จากผลการทดลองนี้ นักเรียนคิดว่าจะนำไปใช้ในการพิสูจน์ว่าสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งคือสารอะไรได้หรือไม่
8. นักเรียนจะนำผลจากการทดลองนี้ไปทดสอบว่า ผงชูรสมีสารอื่นเจือปนได้หรือไม่ โดยวิธีใด

ตอน 2 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

เราทราบแล้วว่าความร่อนทำให้สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลง เรามาศึกษาต่อไปว่า ความร่อนทำให้มวลสารเปลี่ยนแปลงไปค่ายหรือไม่อย่างไร

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.5 ตอน 2 โดยครูแนะนำก่อนการทดลองดังนี้

1. ครูแนะนำวิธีพันลวดแมกเนเซียมและวิธีห่อสาร
2. เตรียมนักเรียนให้ระวังเรื่องการเผาสาร โดยเฉพาะการเผาแมกเนเซียม ให้ใช้แผนกระดาษรองรับไว้ที่พื้น และรวบรวมสารหลังเผาที่ตกอยู่บนกระดาษซึ่งรวมไปด้วย

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. เมื่อเผาแล้วมวลสารจะลดลงและลวดแมกเนเซียม มวลมีการเปลี่ยนแปลงต่างกันอย่างไร
2. จากผลการทดลอง 4.5 ตอน 1 นักเรียนนามาอธิบายได้ใหม่ว่า เพราะเหตุใดเหล็กในเตาเผาเมื่อเผาแล้วจึงมีมวลลดลง
3. สารที่ช่วยให้ลวดแมกเนเซียมติดไฟ คือสารใด
4. เพราะเหตุใดลวดแมกเนเซียมเมื่อเผาแล้วจึงมีมวลเพิ่มขึ้น

คาบที่ 7 - 8 การแยกน้ำตาลด้วยไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. แยกน้ำตาลด้วยกระแสไฟฟ้าได้
2. ทดสอบสมบัติของกาซไฮโดรเจนและออกซิเจนได้
3. สรุปเกี่ยวกับสมบัติของธาตุและสารประกอบได้

เนื้อหา

น้ำซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์สามารถจะแยกสลายได้ด้วยพลังงานไฟฟ้าออกเป็นองค์ประกอบย่อย 2 ชนิด คือกาซไฮโดรเจนและออกซิเจน กาซไฮโดรเจนไม่ช่วยให้ไฟติดแต่ตัวเองติดไฟและระเบิดได้ ส่วนกาซออกซิเจนช่วยให้ไฟติด แต่ตัวเองไม่ติดไฟ

สารบริสุทธิ์มี 2 ประเภทคือ ถ้าสามารถสลายตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ซึ่งมีสมบัติต่างไปจากสารเดิม เรียกว่าสารประกอบ แต่ถ้าสารบริสุทธิ์ใดไม่สามารถแยกสลายต่อไปได้อีก เรียกว่า ธาตุ

กิจกรรม ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ความร้อนทำให้น้ำเปลี่ยนเป็นสารใหม่ได้หรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนคิดว่ามีวิธีใดบ้างที่จะทำให้น้ำแยกสลายตัวออก ให้สารอื่น

ขั้นทดลอง

1. ครูสาธิตวิธีการใช้เครื่องตรวจการนาไฟฟ้า
2. แนะนำเกี่ยวกับการจัดตั้งอุปกรณ์การทดลอง
3. แบ่งนักเรียนเป็น 2 พวก พวกหนึ่งทดสอบก๊าซทั้งสองชั่วคราวโดยใช้เศษไม้ที่เป็นฉนวนแก้อีกพวกหนึ่งทดสอบก๊าซทั้ง 2 ชั่วโดยใช้เศษไม้ที่ถูกลงเป็นเปลวไฟ เพื่อประหยัดเวลาในการทดลอง

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. น้ำบริสุทธิ์นำไฟฟ้าได้หรือไม่
2. ถ้าต้องการให้น้ำนำไฟฟ้าต้องทำอย่างไร
3. พลังงานที่เกิดขึ้นในหลอดทั้งสองมาจากไหน
4. การทดลองนี้นักเรียนใช้หลักการใดในการเก็บก๊าซ
5. เพราะเหตุใดนักเรียนจึงต้องเก็บก๊าซโดยวิธีนี้
6. หลอดทดลองที่ชั่วไฟฟ้าใดมีปริมาณก๊าซมากกว่ากัน
7. ก๊าซในหลอดทั้งสอง มีสมบัติต่างกันอย่างไร
8. จากผลการทดสอบก๊าซที่เกิดขึ้นนักเรียนบอกได้ไหมว่าหลอดใดเป็นก๊าซใด
9. ในการทดลองถ้าเราสลับขั้วบวกและขั้วลบกัน ก๊าซที่เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสอง จะยังคงเป็นก๊าซเดิมหรือไม่อย่างไร
10. ครูให้ความหมายของคำว่าธาตุและสารประกอบ
11. นักเรียนคิดว่าน้ำเป็นธาตุหรือสารประกอบ เพราะเหตุใด

12. ออกซิเจนและไฮโดรเจนเป็นสารบริสุทธิ์ที่ไม่สามารถแยกสลายต่อไปได้อีก นักเรียนคิดว่าออกซิเจนและไฮโดรเจนเป็นธาตุหรือสารประกอบ

13. จากผลการทดลอง 4.5 เมื่อนักเรียนเผาน้ำตาลและแป้งจะได้น้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ถ้านำไปทดสอบต่อไปจะพบว่าสารที่ได้นั้นคือคาร์บอนและไม่สามารถแยกสลายต่อไปได้อีก นักเรียนคิดว่าคาร์บอนเป็นธาตุหรือสารประกอบ

14. เมื่อนักเรียนเผาเหล็กในเตาแล้วพบว่าเกิดก๊าซและสารที่เหลือจากการเผาเป็นสารสีเหลืองปนแดง นักเรียนคิดว่าเหล็กในเตาเป็นธาตุหรือสารประกอบ

การแยกสลายสาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. แยกสารประกอบตะกั่วโดยความร้อนกับคาร์บอนได้
2. สรุปได้ว่าสารที่กำหนดให้เป็นธาตุหรือสารประกอบ

เนื้อหา

ตะกั่วเป็นธาตุชนิดหนึ่งสามารถแยกสลายออกมาจากสารประกอบของตะกั่วได้ โดยการเผาพร้อมกับคาร์บอน

กิจกรรม ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. เมื่อเผาเหล็กในเตาแล้วพบว่าเกิดก๊าซและสารสีเหลืองปนแดง นักเรียนคิดว่าเหล็กในเตาเป็นธาตุหรือสารประกอบ

2. สารสีเหลืองปนแดงเป็นธาตุหรือสารประกอบ

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.7 โดยแนะนำก่อนการทดลองดังนี้

1. สารที่ใช้ในการทดลอง ใช้สารที่เหลือจากการเผาเหล็กในเตาในแผนภูมิเนื้มาจากการทดลอง 4.5

2. เฉาไม้ไผ่ให้ไหม้เกรียมเป็นสีตาก่อนที่จะนำสารสีเหลืองปนแดงไปเผา

ข้ออภิปรายและสรุปผล

1. ไผ่ไผ่เมื่อนำมาเผาไหม้เกรียมจะใสสารใด
2. ถ้าเผาไหม้ชนิดอื่นจะใสสารชนิดเดียวกันหรือไม่
3. เมื่อเผาสารสีเหลืองปนแดงบนแผ่นอคูนิ เนียมกับเมื่อเผาบนไม้ที่ไหม้เกรียม สังเกต
เห็นการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันหรือไม่อย่างไร
4. นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่างกัน
5. การเผาสารสีเหลืองปนแดงทั้งสองแบบนี้ อย่างไรทำให้เกิดการสลายตัว
6. นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าสารสีเหลืองปนแดงเป็นธาตุหรือสารประกอบ เพราะเหตุใด
7. สารที่เกิดจากการเผา เมื่อนำไปทดสอบต่อไปพบว่า เป็นตะกั่ว ซึ่งไม่สามารถแยก
สลายต่อไปได้อีก นักเรียนคิดว่าตะกั่วเป็นธาตุหรือสารประกอบ

ทดสอบย่อย ครั้งที่ 3

หน่วยที่ 4

ธาตุที่มีสมบัติอย่างไร

ภาพที่ 10 - 11 สมบัติบางประการของธาตุ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกสมบัติบางประการ ของธาตุได้
2. ใช้สมบัติของธาตุเป็นเกณฑ์ในการจำแนกธาตุออกเป็นโลหะและอโลหะได้
3. บอกได้ว่าสารที่กำหนดให้ชนิดใดเป็นโลหะชนิดใดเป็นอโลหะ
4. บอกสถานะของธาตุได้จากจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุนั้น
5. ยกตัวอย่างและบอกประโยชน์ของโลหะและอโลหะที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหา ราชทูแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ โลหะ และอโลหะ โดยใช้เกณฑ์เหล่านี้

<u>โลหะ</u>	<u>อโลหะ</u>
1. ผิวเป็นมันวาว	ผิวไม่เป็นมัน
2. เหนียว	เปราะ
3. นำไฟฟ้าได้ดี	ไม่นำไฟฟ้า
4. นำความร้อนได้ดี	ไม่นำความร้อน
5. จุดหลอมเหลวสูง	จุดหลอมเหลวต่ำ
6. จุดเดือดสูง	จุดเดือดต่ำ
7. มีทั้งความหนาแน่นมาก และ ความหนาแน่นน้อย	มีความหนาแน่นน้อย

กิจกรรม ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. สารประกอบหมายถึงสารประเภทใด
2. ราชทู หมายถึงสารประเภทใด
3. ราชทู จัดเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่ และมีสมบัติอย่างไร

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.8 โดยครูแนะนำก่อนการทดลองเกี่ยวกับการชักแผ่นดีบุก ตะกั่ว และแมกนีเซียม และให้ทดสอบการนำไฟฟ้าก่อนนำความร้อน ส่วนแมกนีเซียมและกัมมันต์ไม่ต้องทดสอบการนำความร้อน

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. จากผลการทดลอง นักเรียนสามารถแบ่งราชทูได้กี่ประเภท อะไรบ้าง โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์
2. ราชทูใดที่มีผิวเป็นมันวาว ไม่เปราะ นำความร้อน นำไฟฟ้าได้ดี เราจัดเป็นโลหะ ส่วนราชทูใดมีสมบัติตรงข้ามจัดเป็นอโลหะ นักเรียนบอกได้ไหมว่าราชทูใดเป็นโลหะ ราชทูใดเป็นอโลหะ
3. ให้นักเรียนบอกชื่อราชทูที่เป็นโลหะ และอโลหะอื่น ๆ พร้อมทั้งบอกประโยชน์ของราชทูเหล่านั้นด้วย

4. การที่เราใช้ทองแดงทาสายไฟฟ้า และใช้เหล็กหรืออลูมิเนียมทากะทะ นักเรียนมีความเห็นว่าเหมาะสมหรือไม่เพียงไร

ให้นักเรียนพิจารณาตาราง 4.2 ซึ่งแสดงจุดหลอมเหลว จุดเดือด และความหนาแน่นของธาตุ แล้วตอบคำถาม

5. ให้แบ่งธาตุในตารางออกเป็นพวก ๆ และบอกเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง

6. ธาตุที่เป็นโลหะส่วนใหญ่มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวเป็นอย่างไร มีธาตุโลหะอะไรบ้างที่สมบัติต่างไปจากนี้

7. ธาตุที่มีจุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง มีสถานะอะไรที่อุณหภูมิห้องได้แก่ธาตุอะไรบ้าง

8. ธาตุที่มีจุดหลอมเหลวสูงกว่าอุณหภูมิห้อง มีสถานะเป็นอะไร ที่อุณหภูมิห้อง ได้แก่ธาตุอะไรบ้าง

9. ธาตุอะไรบ้างที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง นักเรียนทราบได้อย่างไร

10. การที่เราแบ่งโลหะออกเป็นโลหะหนักและโลหะเบา นักเรียนคิดว่าใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง

11. โลหะหนักและโลหะเบาได้แก่ธาตุอะไรบ้าง

12. โลหะส่วนใหญ่มีสถานะเป็นอะไรที่อุณหภูมิห้อง

13. มีโลหะอะไรบ้างที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง และเรานามาใช้ทำประโยชน์อะไร

14. นักเรียนรู้จักโลหะผสมอะไรบ้าง มีโลหะอะไรผสมกันอยู่

15. เรานำโลหะมาผสมกันเพื่ออะไร

ตอนที่ 12 การรวมตัวของธาตุ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกสมบัติของสารก่อน! เมาและหลังเมาได้

2. สรุปเกี่ยวกับการเกิดสารประกอบได้

3. บอกความหมายของควา้ออกไซด์ได้

เนื้อหา ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. เมื่อสารประกอบถูกแยกสลายในที่สุดจะได้สารประเภทใด
2. ถ้านาธาตุมารวมกันนักเรียนคิดว่าจะได้สารประกอบหรือไม่

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนทำการทดลอง 4.6 โดยแนะนำก่อนการทดลองดังนี้

1. ให้ใช้ไฟอ่อน ๆ โดยดึงไส้ตะเกียงลง เพื่อไม่ให้เปลวไฟถูกกามะถัน จะทำให้กามะถันติดไฟได้

2. เมื่อสังเกตได้ผลแล้ว ให้เทของเหลวทิ้งในอ่างน้ำและเปิดน้ำตามแรง ๆ

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. ลักษณะของแก๊สสารก่อนเผาและหลังเผาท่างกันหรือไม่ อย่างไร
2. เมื่อเติมกรดซัลฟิวริกลงในสารก่อนเผาและหลังเผา ให้ผลแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร
3. สารที่ได้จากการเผาเป็นสารชนิดเดียวกับสารก่อนเผาหรือไม่ ทราบได้อย่างไร
4. นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่าสารที่ได้จากการเผาเป็นธาตุหรือสารประกอบ เพราะเหตุใด
5. สารที่ได้จากการเผา มีชื่อว่าไฮดรอกไซด์ไฟต์ เกิดจากการรวมตัวของเหล็กหรือไฮดรอกไซด์กับกามะถันหรือซัลเฟอร์ ดังนั้นอาจเรียกว่าเหล็กซัลไฟด์ก็ได้

6. ถ้าตีบูกรวมตัวกับกามะถัน นักเรียนคิดว่าควรจะเรียกสารใหม่นี้ว่าอย่างไร

6. สารประกอบใด ๆ ก็ตามถ้าประกอบด้วยออกซิเจนกับธาตุอื่นอีกหนึ่งชนิด เราเรียกสารประกอบนั้นว่า สารประกอบประเภทออกไซด์

ถ้าตีบูกรวมตัวกับออกซิเจน นักเรียนคิดว่าเราควรเรียกสารใหม่นี้ว่าอย่างไร

7. มีธาตุอะไรบ้าง ที่นักเรียนเคยทดลองมาแล้ว พบว่ารวมตัวกับออกซิเจนในอากาศได้ และเราเรียกสารประกอบนั้นว่าอย่างไร

8. นักเรียนคิดว่าน้ำเป็นสารประเภทออกไซด์หรือไม่ ถ้าเป็นเป็นออกไซด์ของธาตุใด

คาบที่ 13 การเผาคาร์บอนในอากาศ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ทดลองเตรียมคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาคาร์บอนได้
2. ทดสอบสมบัติคาร์บอนไดออกไซด์ ด้วยสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ได้
3. สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบของอากาศได้

เนื้อหา

เมื่อเผาคาร์บอน คาร์บอนจะรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีสมบัติทำให้น้ำปูนใสขุ่น

กิจกรรม ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนเคยใช้ถ่านไม้หุงต้มอาหารมาแล้ว ทราบไหมว่าถ่านไม้คืออะไรทำอะไร
2. การเผาคาร์บอนในอากาศเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และการเปลี่ยนแปลงนี้มีผลดีและผลเสียอย่างไร

ขั้นทดลอง

1. ครูสาธิตการจัดอุปกรณ์
2. แนะนำให้นักเรียนเอาสายพลาสติกออกจากสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนเอาตะเกียงออก มิฉะนั้นสารละลายจะไหลกลับเข้าไปในหลอดทดลองที่กำลังร้อนทำให้หลอดแตกได้

ขั้นอภิปรายและสรุปผล

1. เมื่อเผาคาร์บอนประมาณ 10 นาที มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนทราบว่าอะไรทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น
3. นักเรียนสรุปได้ไหมว่า ก๊าซที่ได้จากการเผาคาร์บอนคืออะไร และมีสมบัติคือน้ำปูนใสอย่างไร
4. จากการทดลอง 4.7 เมื่อเผาสารสีเหลืองปนแดงบนไม้ที่ไหม้เกรียม นักเรียนคิดว่า จะได้คาร์บอนไดออกไซด์หรือไม่ จะมีทางทดสอบได้อย่างไร

5. โดยปกติอากาศประกอบด้วย ไนโตรเจน 79% ออกซิเจน 20% และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีก 1% และมีฝุ่นละอองและไอน้ำปนอยู่ด้วย

นักเรียนคิดว่าส่วนประกอบของอากาศจะมีสัดส่วนคงที่เช่นนี้เสมอไปหรือไม่

เพราะเหตุใด

6. นักเรียนมีความนึกเห็นอย่างไรเกี่ยวกับปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช แต่กลับมีในอากาศน้อยมาก

7. ที่พูดว่า "อากาศเสีย" นักเรียนเข้าใจว่าอย่างไร

8. วิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการกำจัดอากาศเสีย

ทดสอบย่อย ครั้งที่ 4

หมายเหตุ วิธีการทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองศึกษาได้จากหนังสือเรียนและคู่มือครู
วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

แบบทดสอบความรู้พื้นฐาน

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วหาเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงของอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. สมบัติของน้ำ หมายถึงข้อใด

- ก ลักษณะประจำตัวของน้ำ
- ข การเปลี่ยนแปลงของน้ำ
- ค ประโยชน์ของน้ำ
- ง คุณค่าของน้ำ
- จ ถูกทั้ง 4 ข้อ

2. จุดเดือด หมายถึงอุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากสถานะใดเป็นสถานะใด

- ก ของแข็ง $\rightarrow$ ก๊าซ
- ข ของแข็ง $\rightarrow$ ของเหลว
- ค ของเหลว $\rightarrow$ ก๊าซ
- ง ของเหลว $\rightarrow$ ของแข็ง
- จ ก๊าซ $\rightarrow$ ของเหลว

3. จุดเดือดปกติ หมายถึงข้อใด

- ก จุดเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส
- ข จุดเดือดที่อุณหภูมิ 1 บรรยากาศ
- ค จุดที่สารมีอุณหภูมิร้อนจัด
- ง จุดเดือดที่อุณหภูมิตั้งที่
- จ จุดเดือดของน้ำ

4. จุดหลอมเหลว หมายถึง อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากสถานะของแข็งเป็นสถานะของเหลว

- ก ของแข็ง $\rightarrow$ ก๊าซ
- ข ของแข็ง $\rightarrow$ ของเหลว
- ค ของเหลว $\rightarrow$ ก๊าซ
- ง ของเหลว $\rightarrow$ ของแข็ง
- จ ก๊าซ $\rightarrow$ ของเหลว

จงพิจารณาผลการทดลองต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 5 และ 6

ใส่สาร A จำนวน 2 ซ้อนเบอร์หนึ่ง ในช่องเหลว B 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร
เขย่าให้เข้ากัน นำของเหลวที่ได้ไปกรอง ปรากฏว่าไม่มีสิ่งใดตกค้างอยู่บนกระดาษกรอง

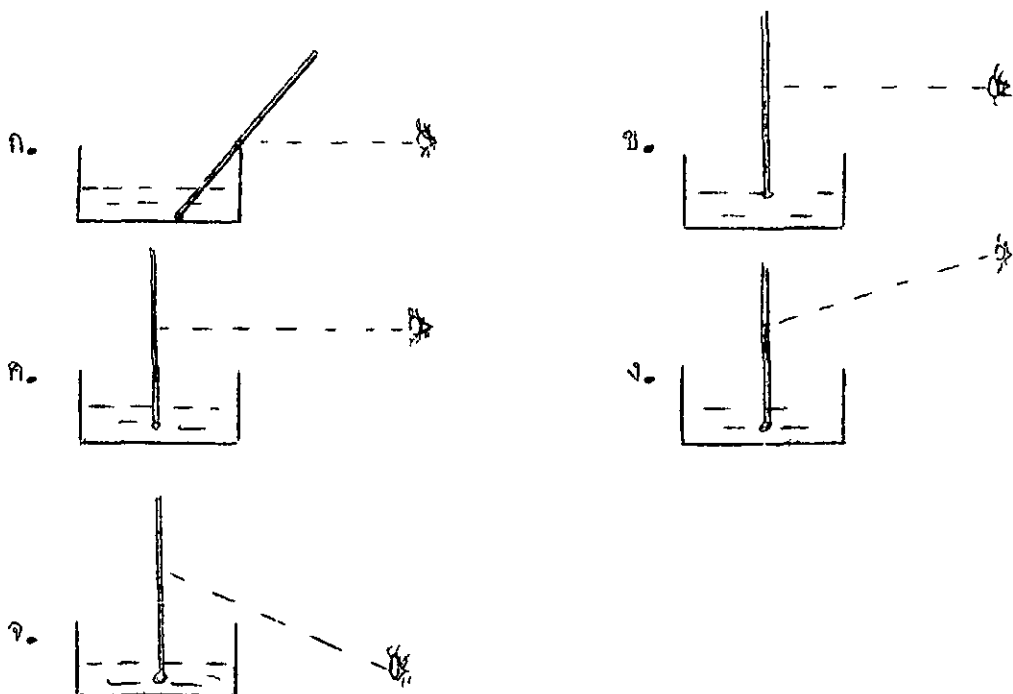
5. ของเหลวที่ได้จากการกรอง คือข้อใด

- ก สารผสม
- ข ของเหลวผสม
- ค สารละลาย
- ง สารแขวนลอย
- จ สารละลายอิมัลชัน

6. ของเหลว B เรียกว่าอะไร

- ก ของผสม
- ข ทัวทำละลาย
- ค สารละลาย
- ง ทัวถูกละลาย
- จ สารแขวนลอย

7. ข้อใดแสดงการใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของของเหลวได้ถูกต้อง



8. ในการเขย่าหลอดทดลอง นักเรียนควรปฏิบัติอย่างไร

- ก. จับหลอดทดลอง เขย่าขึ้น ๆ ลง ๆ
- ข. จับหลอดทดลอง ใช้นิ้วหัวแม่มืออุดปากหลอด เขย่าขึ้น ๆ ลง ๆ
- ค. จับหลอดทดลอง ใช้นิ้วหัวแม่มืออุดปากหลอด เขย่าโดยส่ายหลอดไปมา
- ง. จับหลอดทดลอง เขย่าขึ้น ๆ ลง ๆ ให้ส่วนล่างของหลอดกระแทกฝ่ามืออีกข้าง
- จ. จับหลอดทดลอง เขย่าโดยส่ายหลอดไปมา ให้ส่วนล่างของหลอดกระแทกฝ่ามืออีกข้าง

9. นักเรียนคนหนึ่งได้ใช้ช้อนเบอร์ 2 ตักสารโซเดียมคลอไรด์เพื่อนำมาใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตักสารเติมช้อน

ขั้นที่ 2 ใช้ช้อนอีกอันหนึ่งกวดสารในช้อนจนแน่น

ขั้นที่ 3 ใช้สันคัมช้อนอีกอันหนึ่งปาดปากช้อน

ขั้นที่ 4 ใส่สารในหลอดทดลอง

ขั้นที่ 5 ล้างช้อนสะอาดเช็ดจนแห้ง

ขั้นที่ 6 นำช้อนไปตักสารอื่นต่อ

การใช้ช้อนตักสารดังกล่าว ขั้นตอนใดผิดวิธี

ก 1

ข 2

ค 3

ง 5

จ 6

แบบทดสอบย่อยหน่วยที่ 1 (ฉบับ ก.)

ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท

(X) ตรงของอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดจัดเป็นสารเนื้อเดียวทั้งหมด

- ก น้ำหมึก น้ำมัน น้ำประปา
- ข กาว น้ำคลอง น้ำโคลน
- ค กระป๋อง คอนกรีต เหล็ก
- ง น้ำพริก น้ำแกง น้ำแข็ง
- จ หิน ดิน ทราย

2. ข้อใดจัดเป็นสารเนื้อผสมทั้งหมด

- ก ขนมรวมมิตร น้ำเชื่อม กะทิ
- ข เกลือแกง จุนสี สารส้ม
- ค ส้มตำ กายเตี๋ยว ขนมหิน
- ง น้ำมันก๊าก น้ำมันเบนซิน น้ำมันพืช
- จ กามะถัน ดีบุก เงิน

3. ข้อใดจัดเป็นสารประเภทเดียวกัน เมื่อจำแนกโดยใช้น้ำเนื้อสารเป็นเกณฑ์

- ก ปูนดิบ ทราย หิน
- ข แป้งฝุ่น แป้งนา แป้งมัน
- ค น้ำส้มคั้น น้ำอัดลม น้ำโคลน
- ง น้ำฝน น้ำกลั่น น้ำเกลือ
- จ ผงซักฟอก ยาสระผม ยาทาตุ

4. สารในข้อใดมีเอนามายสมโดยคนให้เข้ากันแล้ว จะเป็นสารเนื้อเดียว

- ก หิน – ทราย
- ข น้ำตาล – เกลือ
- ค กามะถัน – น้ำ
- ง คางทิพย์ – ถ่าน
- จ เกลือป่น – เกลือเม็ด

5. สารในข้อใดมีเอนามายสมโดยคนให้เข้ากันแล้ว จะเป็นสารเนื้อผสม

- ก น้ำปลา – น้ำ
- ข ผงชูรส – น้ำ
- ค ลูกเหม็น – น้ำ
- ง น้ำอัคคม – น้ำ
- จ คางทิพย์ – น้ำ

6. ทำไมจึงกล่าวว่า "น้ำประปา" เป็นสารเนื้อเดียว

- ก มีสีเดียว
- ข มีเนื้อละเอียด
- ค เป็นของเหลว
- ง ประกอบด้วยสารชนิดเดียว
- จ น้ำทุกส่วนมีสมบัติเหมือนกัน

แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 1 (ฉบับ ข)

ลักษณะของเนื้อสารเป็นอย่างไร

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงช่องอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดจัดเป็นสารเนื้อเดียวทั้งหมด

- ก สังกะสี กิน หิน
- ข น้ำหนัก ยางลบ ไม้บรรทัด
- ค สบู่ ยาสระผม ยาสีฟัน
- ง ขาวขม น้าปลา น้าตาล
- จ ปูนขาว ดินน้ำมัน คอนกรีต

2. ข้อใดจัดเป็นสารเนื้อผสมทั้งหมด

- ก คอนกรีต เหล็ก ทราย
- ข น้าชา กาแฟ นมข้นหวาน
- ค น้าหวาน น้าอัดลม ใส่น้ำส้ม
- ง แอ่งส้ม ขนมน้ำลอย ยาคากุ
- จ ทองเหลือง นาค เหมียวบาท

3. ในการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ ข้อใดเป็นสารประเภทเดียวกันทั้งหมด

- ก เหล็ก ทองแดง อัดกลอสอล
- ข ยาคากุ ยาลางตา ยาแดง
- ค ขาวขม ทราย ขนมน้ำ
- ง ปูนขาว ยาสีฟัน แป้งน้า
- จ น้าฝน น้าแอ่ง น้ามัน

ให้นักเรียนพิจารณาสารที่มีหมายเลขกากับต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 4 - 5

เกลือ + น้ำตาล (1)

น้ำตาล + น้ำ (2)

เกลือ + ผงชูรส (3)

น้ำ + น้ำมันก๊าด (4)

น้ำตาล + พริก (5)

ถ่านกอนเล็ก + ถ่านกอนใหญ่ . . (6)

4. สารข้างต้นคู่ใดบ้าง เมื่อนามาผสมโดยคนให้เข้ากันแล้ว จะเป็นสารเนื้อเดียว

ก 1

ข 3

ค 4

ง 5

จ 6

5. สารข้างต้นคู่ใดบ้าง เมื่อนามาผสมโดยคนให้เข้ากันแล้ว จะเป็นสารเนื้อผสม .

ก 1, 2

ข 2, 3

ค 3, 4

ง 5, 6

จ 6, 1

6. ในการแบ่งสารออกเป็น 2 กลุ่มต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 น้ำปลา น้ำตาล น้ำมันพืช น้ำส้มสายชู

กลุ่มที่ 2 พริกป่น กวยเตี๋ยว แกงส้ม สมตำ

นักเรียนคิดว่าเขาใช้เกณฑ์อะไรในการแบ่ง

ก สีของสาร

ข รสของสาร

ค สถานะของสาร

ง รูปร่างของสาร

จ ความกลมกลืนของสาร

แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 2 (ฉบับ ก)

สารเนื้อเดียวมีลักษณะอย่างไร

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงช่องอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดกล่าวถูกต้องในเรื่องของสารละลาย

- | | |
|----------------------------------|-----------------------|
| ก การกรองไม่สามารถแยกสารละลายได้ | ข มีสารเพียงชนิดเดียว |
| ค ตั้งทิ้งไว้จะตกตะกอน | ง มีจุดเดือดคงที่ |
| จ ถูกทุกข้อ | |

2. ทำไมจึงกล่าววามหาวนเป็นสารละลาย

- | | |
|--|--|
| ก มีสีเดียว | ข มีจุดเดือดสูง |
| ค มีความหนาแน่นมาก | ง ประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว—
และเป็นของเหลว |
| จ ประกอบด้วยสารมากกว่าหนึ่งชนิดและรวมเป็นเนื้อเดียวกัน | |

3. ในการแยกสารที่ผสมกันอยู่ในสารละลายที่เป็นของเหลวชนิดหนึ่ง ซึ่งมีปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร นักเรียนคิดว่าการกระทำข้อใดได้ผลดีที่สุด

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| ก นำสารใส่ภาชนะปากกว้างวางไว้กลางแจ้ง | ข นำสารใส่กล่องแช่ในช่องแช่แข็ง |
| ค ให้ความหนาแน่น | ง หารจุดเดือด |
| จ ถูกทุกข้อ | |

4. วิธีใดสามารถแยกสารละลายออกจากกันได้

- | | |
|-------------|--------------|
| ก การกลั่น | ข คั้นจนแห้ง |
| ค การตกผลึก | ง การระเหย |
| จ ถูกทุกข้อ | |

5. ข้อใดเป็นวิธีของโครมาโตกราฟี

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| ก. ทึมน้ำในจานหลุมโลหะ | ข. จุ่มกระดาษขมิ้นในน้ำหมึก |
| ค. การเกิดกรดคาร์บอนิกในน้ำฝน | ง. กลั่นสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต |
| จ. แชนส่วนปลายของกระดาษกรองในน้ำสี | |

6. การกระพริบข้อใดสามารถแยกสารละลายที่มีสีให้ออกเป็นสีต่าง ๆ ได้

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| ก. หาดูกเคี้ยวของน้ำสี | ข. หยคน้ำสีบนกระดาษกรอง |
| ค. นาซอลค์ทั้งแท่งแช่ในน้ำสี | ง. ทาน้ำสีให้เย็นถึงจุดเยือกแข็ง |
| จ. นาน้ำสีใส่ภาควางไว้กลางแดด | |

7. ถ้าต้องการทดสอบว่าในน้ำดอกไม้อะไรมีสารสีอื่น ๆ ปนอยู่ด้วยหรือไม่ นักเรียนคิดว่าควรจะใช้วิธีใดทดสอบจึงจะดีที่สุด

- | | |
|------------------------|--------------------|
| ก. กลั่น | ข. ทดผลึก |
| ค. ทำให้ตกตะกอน | ง. ทิ้งไว้ให้ระเหย |
| จ. ใช้วิธีโครมาโตกราฟี | |

8. ของเหลว X ถูกแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟี ปรากฏว่าได้สีเหลือง เขียวอ่อน และเขียวแก่ตามลำดับ อยากทราบว่าของเหลว X มีสารผสมกันอยู่อย่างน้อยกี่อย่าง

- | | |
|------|------|
| ก. 1 | ข. 2 |
| ค. 3 | ง. 4 |
| จ. 5 | |

จงพิจารณาบทความต่อไปนี้แล้วใช้ตอบคำถามข้อ 9 – 11

จากการทดลองทำโครมาโตกราฟีกับสารละลายสีเขียว ได้สารละลายสีต่าง ๆ บนกระดาษกรองเรียงลำดับจากด้านนอกไปด้านในดังนี้คือ เขียว เหลือง ฟ้ำ

9. สารสีใดมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีที่สุด

- | | |
|------------------|-----------------|
| ก. เขียว | ข. เหลือง |
| ค. ฟ้ำ | ง. เท่ากันทุกสี |
| จ. ยังสรุปไม่ได้ | |

10. สารใดถูกดูดซึมบนกระเพาะอาหารได้ช้าที่สุด

ก เชื้อยว

ข เหลือง

ค ฟ่ำ

ง เท่ากันทุกสี

จ ยังสรุปไม่ได้

11. จากผลการทดลองนี้นักเรียนจะสรุปได้อย่างไร

ก สารสีเชียวแยกได้เป็นสีเชียว เหลือง ฟ่ำ

ข สารแต่ละสีมีความสามารถในการละลายน้ำต่าง ๆ กัน

ค สารแต่ละสีถูกดูดซึมได้เร็วช้าต่างกัน

ง ถูกหมดทั้ง ก, ข และ ค

จ ยังสรุปไม่ได้

12. ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของสาร x และสาร y ในน้ำ จะต้องควบคุมอะไรให้เท่ากันบ้าง

ก ปริมาณสาร x และสาร y ที่ใช้ไป

ข เวลาที่ใช้ในการเขย่าหลอด

ค ขนาดหลอดทดลอง

ง วิธีการเขย่าหลอด

จ ปริมาณน้ำ

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วใช้ตอบคำถามข้อ 13 - 14

ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "สาร z มีความสามารถในการละลายในน้ำได้ดีกว่าในอัลกอฮอล์" นักเรียนคนหนึ่งได้ออกแบบการทดลองดังนี้

1. รินน้ำและอัลกอฮอล์ใส่ในหลอดทดลองอย่างละหลอด หลอดละ 5 cm³

2. เติมสาร z อย่างละ 1 ซอนเบอร์ 1 ลงในหลอดทั้งสอง

3. นาหลอดที่ใส่น้ำแซน้าเคือค 5 นาที่

4. เขย่าหลอดทั้งสอง

5. ถาเห็นว่าสาร z ละลายหมคให้เติมค่อไปทีละซอนจนเห็นว่าไม่ละลาย

13. วิธีการทดลองดังกลาวข้างตน ขันตอนใดทำให้ไม่สามารถนาผลที่ได้มาคักลันสมมุติฐาน

ก 1

ข 2

ค 3

ง 4

จ 5

14. วิธีการทดลองดังกล่าวข้างต้น ไม่สามารถนำผลที่ได้มาตัดสินสมมุติฐาน เพราะไม่มีการควบคุมอะไร

ก อุณหภูมิ

ข ปริมาณสาร

ค วิธีการเขย่าหลอด

ง ขนาดหลอดทดลอง

จ เวลาที่ใช้ในการเขย่าหลอด

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วใช้ตอบคำถาม ข้อ 15 – 17

ของเหลว A เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่ง เมื่อนำของเหลว A จำนวน 30 cm^3

ไปต้มและวัดอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้นไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ 2 นาที ปรากฏว่าได้ผลดังตาราง

เวลา (นาที)	2	4	6	8	10	12	14	16	18
อุณหภูมิ (°C)	20	28	36	44	52	60	68	68	68

15. อยากทราบว่าของเหลว A เริ่มเดือดในนาทีเท่าไร

ก 2

ข 6

ค 10

ง 14

จ 20

16. จุดเดือดของของเหลว เป็นกี่องศาเซลเซียส

ก 20

ข 36

ค 52

ง 68

จ 100

17. ถ้าทำการทดลองต่อไปในนาทีที่ 22 นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของของเหลว ควรจะเป็นกี่องศาเซลเซียส

ก 68

ข 76

ค 84

ง 100

จ 108

18. สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งหนัก 100 กรัม นำมาหาจุดหลอมเหลวได้ 45 องศาเซลเซียส ถ้านำสารนี้มา 15 กรัม จุดหลอมเหลวควรจะเป็นเท่าไร

ก -45°C

ข 4.5°C

ค 15°C

ง 45°C

จ 80°C

แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 2 (ฉบับ ข)

สารเนื้อเคี้ยวมีลักษณะอย่างไร

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วหาเครื่องหมายกากบาท (X)
ตรงช่องอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. สารละลายมีสมบัติตามข้อใด

ก เป็นของเหลว

ข จุดเดือดไม่คงที่

ค จุดหลอมเหลวคงที่

ง มีสารเพียงชนิดเดียว

จ ทั้งทั้งไว้จะตกตะกอน

2. ทำไมจึงกล่าวว่า "น้ำฝนจัดเป็นสารละลาย"

ก ใสไม่มีสี

ข เป็นของเหลว

ค ความหนาแน่นน้อย

ง มีสารบางชนิดละลายปนอยู่

จ สามารถละลายสารอย่างอื่นได้

3. วิธีใดไม่สามารถแยกสารละลายออกจากกันได้

ก ตมจนแห้ง

ข แขน้าแข็ง

ค การตกผลึก

ง การระเหย

จ วิธีโครมาโตกราฟี

4. การกระหว่าข้อใดเป็นวิธีโครมาโตกราฟี

ก จุ่มซอลค์ในน้ำสี

ข ตม่น้ำในถ้วยจนแห้ง

ค ย้อมผ้าขาวเป็นสีเหลือง

ง คั้นส้มแล้วกรองเอาแต่น้ำ

จ ใช้กระดาษขมิ้นจุ่มสารละลาย

5. ถ้าต้องการทดสอบว่า ในน้ำหมึกสีน้ำเงินมีสารสีอื่น ๆ ปนอยู่ด้วยหรือไม่ ควรใช้วิธีใดทดสอบ

ก กลั่น

ข กรอง

ค ตมจนแห้ง

ง วางไว้กลางแดด

จ ใช้กระดาษกรองแยก

6. สารละลายชนิดหนึ่งถูกแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟี ปรากฏว่าได้น้ำเงิน แดง เหลืองและไม่มีสีตามลำดับ สารละลายนี้มีสารผสมกันกี่อย่าง

ก 1

ข 2

ค 3

ง 4

จ 5

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 7 และ 8

นักเรียนคนหนึ่งหาน้ำสีहरคนกระดาศษัฒ ปรากฏว่าน้ำสีเข้มไปบนกระดาศษัฒและแยกสีต่าง ๆ ออกจากกัน โดยแถบสีแสดเข้มไปไกลสุด รองลงมาเป็นสีแสด ถัดมาเป็นสีเขียว และไกลที่สุดเป็นสีฟ้า

7. อยากทราบว่าสารสีใดละลายน้ำได้ดีที่สุด

ก แสด

ข ฟ้า

ค แดง

ง เขียว

จ ยังสรุปไม่ได้

8. สารสีใดถูกดูดซึมบนกระดาศษัฒโครมาโทกราฟีได้ดีที่สุด

ก ฟ้า

ข แดง

ค แสด

ง เขียว

จ ยังสรุปไม่ได้

9. ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการละลายของสาร 2 ชนิดในอัลกอฮอล์ จะต้องควบคุมอะไรให้เท่ากันบ้าง

ก วิธีการเขย่า

ข ขนาดหลอดทดลอง

ค ปริมาตรอัลกอฮอล์

ง เวลาที่ใช้ในการเขย่า

จ ปริมาณสารที่ใช้ทั้งหมด

10. ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ว่า "สาร A มีความสามารถในการละลายในน้ำ ได้ดีกว่าสาร B นักเรียนคนหนึ่งได้ออกแบบการทดลองดังนี้

ขั้นที่ 1 รินน้ำใส่หลอดทดลอง 2 หลอด หลอดละ 5 cm³

ขั้นที่ 2 เติมสาร A และ B อย่างละ 1 ช้อนเบอรหนึ่งลงในหลอดทดลองทั้งสองอย่างละหลอด

ขั้นที่ 3 นาหลอดที่ใส่สาร A แะในน้ำเคือค 5 นาที

ขั้นที่ 4 เขย่าหลอดทั้งสอง

ขั้นที่ 5 ถ้าเห็นว่าละลายหมด ให้เติมต่อไปทีละช้อนจนเห็นว่าไม่ละลาย

วิธีการทดลองข้างต้นขั้นตอนใดที่ทำให้ไม่สามารถนำผลที่ได้มาพิจารณาว่าสอดคล้องกับสมมุติฐานหรือไม่

ก 1

ข 2

ค 3

ง 4

จ 5

11. วิธีการทดลองในข้อ 2 มีข้อบกพร่องเพราะเหตุใด

ก สารคนละชนิด

ข ปริมาณน้ำน้อยเกินไป

ค ไม่กำหนดเวลาที่ใช้เขย่า

ง ไม่ควบคุมอุณหภูมิให้เท่ากัน

จ ไม่บอกวิธีการเขย่าหลอด

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 12 – 14

ของเหลว x เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่ง เมื่อนำของเหลว x จำนวน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร ไปต้มและวัดอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้นไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ 1 นาที ปรากฏว่าได้ผลดังตาราง

เวลา (นาที)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	32	39	46	53	60	67	74	74	74

12. อยากทราบว่าของเหลว x เริ่มเดือดในนาทีที่เท่าไร

ก 1

ข 3

ค 5

ง 7

จ 9

13. จุดเดือดของของเหลว x เป็นกี่องศาเซลเซียส

ก 32

ข 46

ค 60

ง 74

จ 100

14. ถ้าทำการทดลองต่อไปในนาทีที่ 12 นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิของของเหลว x ควรจะเป็นกี่องศาเซลเซียส

ก 74

ข 81

ค 89

ง 100

จ ยังสรุปไม่ได้

15. สารบริสุทธิ์ชนิดหนึ่งหนัก 100 กรัม นามาหาจุดหลอมเหลวได้ 150 องศาเซลเซียส ถ้านำสารนี้มา 5 กรัม จุดหลอมเหลวควรจะได้เท่าไร

ก 0.15°C

ข 15°C

ค 1.5°C

ง 15°C

จ 150°C

20. ของเหลวชนิดใดเป็นสารบริสุทธิ์

ก. A

ข. B

ค. C

ง. A และ B

จ. A และ C

21. ของเหลว E เป็นสารประเภทใด

ก. ของผสม

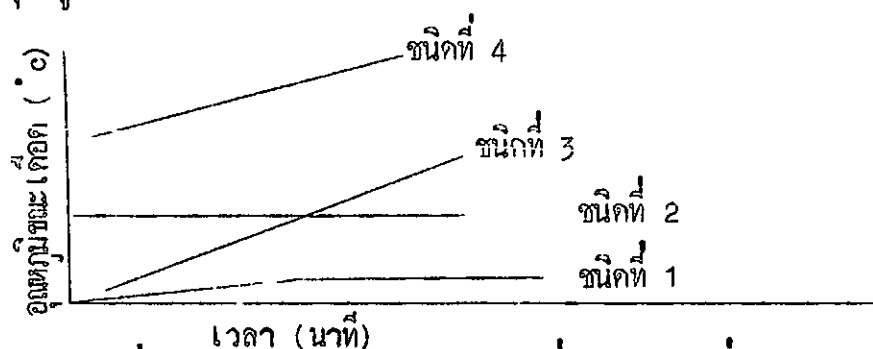
ข. สารละลาย

ค. สารบริสุทธิ์

ง. สารเนื้อผสม

จ. ยังสรุปไม่ได้

22. จากกราฟแสดงอุณหภูมิขณะเดือดของสาร 5 ชนิด นักเรียนคิดว่าสารชนิดใดเป็นสารละลาย



ก. ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2

ข. ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3

ค. ชนิดที่ 3 และชนิดที่ 4

ง. ชนิดที่ 4 และชนิดที่ 1

จ. ชนิดที่ 4 และชนิดที่ 2

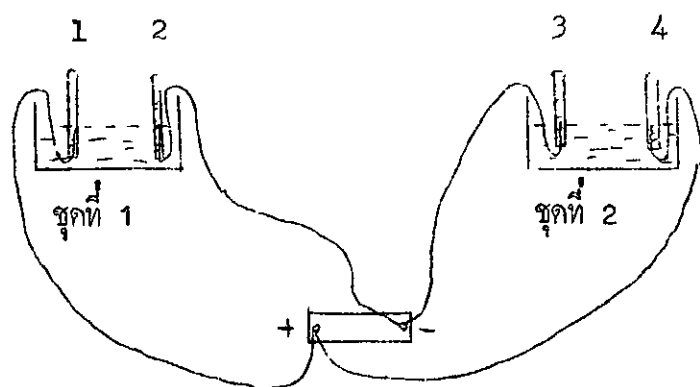
แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 3 (ฉบับ ก)
สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงได้อย่างไรบ้าง

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงช่องอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อเอนกัมเนเซียมแล้วมีมวลเพิ่มขึ้นจากเดิม เป็นเพราะเหตุใด

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| ก โมเลกุลขยายตัว | ข มีอากาศถูกดูดซับไว้ในสาร |
| ค มีโมเลกุลของก๊าซอื่นมาเกาะ | ง ก๊าซในอากาศมารวมเป็นสารใหม่ |
| จ ความร้อนขับสารเบา ๆ ให้สลายตัวออก | |

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 2 - 4



เครื่องแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า 2 ขั้ว คือ ขั้ว 1 และ 4 เข้ากับขั้วบวก คือ ขั้ว 2 และ 3 เข้ากับขั้วลบ ของแบตเตอรี่ตามลำดับ

2. ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านครบวงจร จะเกิดกาซออกซิเจนในหลอดใด

- | | |
|----------------------|-----------|
| ก 1 และ 2 | ข 2 และ 3 |
| ค 3 และ 4 | ง 4 และ 1 |
| จ ไม่เกิดเพราะต้อนิค | |

- | | | | |
|---|-----------|---|-------------|
| ก | ธาตุ | ข | ของผสม |
| ค | สารละลาย | ง | สารเนื้อผสม |
| จ | สารประกอบ | | |

9. สาร x เมื่อนามาละลายน้ำให้สีเหลือง เพื่อตรวจสอบว่าจะให้กาชที่ช่วยยให้ฟิดค สารที่เหลื
จากการเผาละลายน้ำให้สีแวง นักเรียนคิดว่สาร x นั้น่าจะเป็อะไร

- | | |
|--------------|------------|
| ก. ราชู | ข. อโลหะ |
| ค. โลหะหนัก | ง. โลหะเบา |
| จ. สารประกอบ | |

10. นำวัสดุเป็นธาตุหรือสารประกอบเพราะเหตุใด

- ก ธาตุเพราะมีจุดเกิดองค์ที่ ข ธาตุเพราะเผาแล้วไม่เกิดการแยกสลาย
ค ธาตุเพราะสามารถรวมตัวกับสารอื่นได้ ง สารประกอบเพราะสามารถรวมตัวกับสารอื่นได้
จ สารประกอบเพราะแยกสลายออกเป็นสารอื่นได้

11. สารในข้อใดเป็นธาตุ

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| ก. พรอท | ข. อากาศ |
| ค. โซเดียมคลอไรด์ | ง. คอปเปอร์ซัลเฟต |
| จ. โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต | |

12. สารในข้อใดจัดเป็นสารประกอบ

- | | |
|------------|--------------|
| ก ตะกั่ว | ข น้ำแข็ง |
| ค คลอรีน | ง อลูมิเนียม |
| จ ไนโตรเจน | |

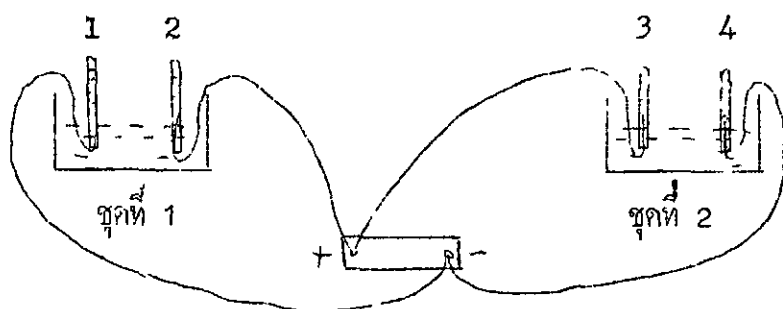
แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 3 (ฉบับ ข)
สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลงได้อย่างไรบ้าง

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ตรงช่องอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

1. เมื่อเผาเหล็กไน. ครกแล้วมีมวลลดลงเป็นเพราะเหตุใด

- | | |
|---------------------------|---------------------|
| ก ปริมาตรเพิ่มขึ้น | ข สลายตัวให้ก๊าซ |
| ค โมเลกุลสารขยายตัว | ง สลายตัวให้คาร์บอน |
| จ เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน | |

จงพิจารณาข้อมูลนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 2 - 4



เครื่องแยกน้ำด้วยไฟฟ้า 2 เครื่อง ท่อขั้ว 1 และ 4 เข้ากับขั้วลบ ท่อขั้ว 2 และ 3 เข้ากับขั้วบวก ของแบตเตอรี่ ตามลำดับ

2. ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร จะเกิดการออกซิเจนในหลอดใด

- | | |
|----------------------|-----------|
| ก 1 และ 2 | ข 2 และ 3 |
| ค 3 และ 4 | ง 4 และ 1 |
| จ ไม่เกิดเพราะท่อฉีก | |

3. ถ้าต้องการให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนในหลอด 3 และการออกซิเจนในหลอด 4 จะต้องต่อขั้วอย่างไร

- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| ก 3 กับบวก, 4 กับลบ | ข 4 กับบวก, 3 กับลบ |
| ค 3 และ 4 กับบวก, 1 และ 2 กับลบ | ง 2 และ 3 กับบวก, 1 และ 4 กับลบ |
| จ 1 และ 4 กับบวก, 2 และ 3 กับลบ | |

9. สาร B เป็นของแข็งสีขาว เมื่อเผาสารนี้จะให้ก๊าซสีน้ำตาล สารที่เหลือจากการเผาเป็นสีแดง นักเรียนคิดว่าสาร B น่าจะเป็นอะไร
- | | |
|--------------|------------|
| ก. ธาตุ | ข. อโลหะ |
| ค. โลหะหนัก | ง. โลหะเบา |
| จ. สารประกอบ | |
10. สนิมเหล็กเป็นสารประเภทใด
- | | |
|--------------|----------------|
| ก. ธาตุ | ข. ของผสม |
| ค. สารละลาย | ง. สารเนื้อผสม |
| จ. สารประกอบ | |
11. สารที่นำไปใช้ขี้ใจเป็นธาตุ
- | | |
|------------|------------|
| ก. น้า | ข. จุนสี |
| ค. แป้งมัน | ง. ถ่านไม้ |
| จ. เหล็ก | |
12. สารในขี้ใจเป็นสารประกอบ
- | | |
|---------------------|---------------|
| ก. เหล็ก | ข. ทองแดง |
| ค. ไฮโดรเจน | ง. แมกนีเซียม |
| จ. คาร์บอนไดออกไซด์ | |

แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 4 (ฉบับ ก)

ธาตุที่มีสมบัติอย่างไร

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
ตรงของอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

จงพิจารณาข้อมูลในตารางแล้วตอบคำถามข้อ 1 – 3

ธาตุ	ลักษณะผิว	สถานะ	สี	ความเปราะ เหนียว	การนำไฟฟ้า	การนำ ความร้อน
A	เป็นมัน	เหลว	เทา	—	นำ	—
B	ฉ่ำ	แข็ง	เหลือง	เปราะ	ไม่นำ	—
C	ฉ่ำ	แข็ง	—	—	—	ไม่นำ
D	ฉ่ำ	แข็ง	ขาว	—	ไม่นำ	—
E	—	—	เหลือง	เหนียว	นำ	—

เครื่องหมาย — หมายถึง ไม่มีข้อมูล

1. มีธาตุใดบ้างเป็นโลหะ

ก A และ B

ข B และ C

ค C และ D

ง D และ E

จ E และ A

2. มีธาตุใดบ้างเป็นอโลหะ

ก A และ B

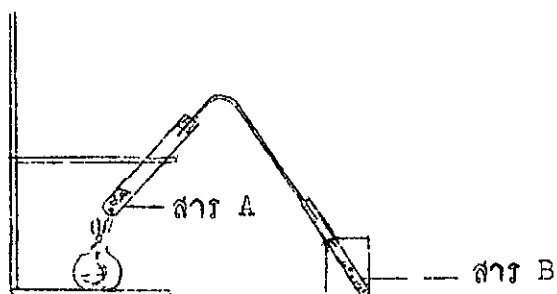
ข B และ C

ค C และ E

ง E และ A

จ A และ D

จงพิจารณารูปภาพแสดงการทดลองเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 16 - 18



16. นักเรียนคิดว่าสาร A กี่อะไร

ก ถ่านหิน

ข ถ่านไม้

ค กำมะถัน

ง มักเนเซียม

จ คัลเซียมคาร์ไบด์

17. สาร B คือธาตุใด

ก คาร์บอน

ข น้ำปูนใส

ค ก๊าซหีบหิม

ง กรดซัลฟูริก

จ คอปเปอร์ซัลเฟต

18. สาร B เราใส่ไว้เพื่ออะไร

ก ป้องกันหลอดแตก

ข ลดอุณหภูมิของก๊าซที่เกิดขึ้น

ค ช่วยให้ไอควบแน่นเป็นหยดน้ำ

ง เป็นตัวเร่งให้เกิดก๊าซเร็วขึ้น

จ ทดสอบสมบัติก๊าซ

แบบทดสอบย่อย หน่วยที่ 4 (ฉบับ ข)

ธาตุที่สมบัตินี้

คำสั่ง จงเลือกอักษรหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X)
ตรงช่องอักษรถัดจากในกระดาษคำตอบ

จงพิจารณาข้อมูลในตารางแล้วตอบคำถามข้อ 1 - 3

ธาตุ	ลักษณะผิว	สถานะ	สี	ความเปราะ เหนียว	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน
A	เป็นมัน	แข็ง	เหลือง	เหนียว	นำ	นำ
B	มัน	แข็ง	ดำ	เปราะ	-	ไม่นำ
C	เป็นมัน	เหลว	เทา	เหนียว	นำ	-
D	-	-	-	เปราะ	ไม่นำ	ไม่นำ
E	มัน	แข็ง	เหลือง	-	ไม่นำ	-

เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

1. มีธาตุใดบ้างเป็นโลหะ

ก A และ B

ข A และ C

ค B และ C

ง C และ D

จ D และ E

2. มีธาตุใดบ้างเป็นอโลหะ

ก A , B

ข B , C

ค C , D

ง D , E

จ E , A

8. จากข้อ 1 นักเรียนทราบได้อย่างไร

ก จุดเดือดต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง

ข จุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

ค จุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง

ง จุดหลอมเหลวสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

จ จุดหลอมเหลวและจุดเดือดเท่าอุณหภูมิห้อง

9. ธาตุที่มีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิ -10°C คือธาตุใด

ก A

ข B

ค C

ง D

จ E

จงพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 10 - 12

ธาตุ	จุดหลอมเหลว	จุดเดือด	ความหนาแน่น	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน	การติดไฟ
A	-100.9	-34.6	0.0036	ไม่นำ	ไม่นำ	ไม่ติด
B	-259.1	-252.5	0.00009	ไม่นำ	ไม่นำ	ติด
C	112.8	444.7	2.07	ไม่นำ	ไม่นำ	ไม่ติด
D	648.8	1090.1	1.74	นำ	นำ	ติด
E	1083.0	2595.0	2.92	นำ	นำ	ไม่ติด

ตารางแสดงสมบัติของธาตุ 5 ชนิด

10. ถ้าจะเลือกธาตุในตารางมาทำสายไฟฟ้า ธาตุใดเหมาะสมที่สุด

ก A

ข B

ค C

ง D

จ E

11. ธาตุใดเมื่อนำมาบรรจุในลูกโป่งแล้ว จะทำให้ลูกโป่งลอยได้ดีที่สุด

ก A

ข B

ค C

ง D

จ E

12. ข้อใดทำให้เกิดสารประกอบ

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| ก. จุ่มขอลค์ในน้ำสี | ข. เอาน้ำไปเผาไฟ |
| ค. ผ่านกระแสไฟฟ้าลงในน้ำ | ง. ผ่านกระแสไฟฟ้าลงในน้ำสี |
| จ. เผาของผสมระหว่างเหล็กกับกำมะถัน | |

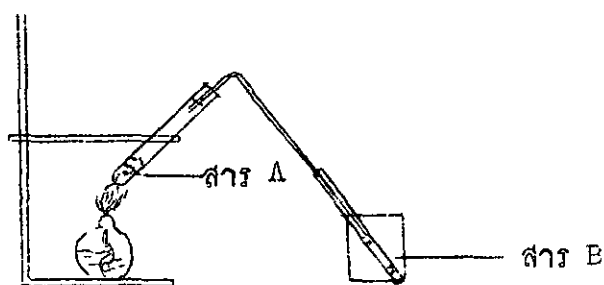
13. ข้อใดไม่ได้แสดงว่า ธาตุสามารถรวมกับออกซิเจนในอากาศได้

- | | |
|--|----------------------|
| ก. การเกิดสนิมเหล็ก | ข. การเผาธาตุในอากาศ |
| ค. การเผาตะกั่วออกไซด์บนกระดาษอลูมิเนียม | |
| ง. ภาชนะหาคั่วโลหะดำทั้งไว้นาน ๆ มักมีผิวไม่มันวาว | |
| จ. ก่อนทดลองการนำไฟฟ้าของมักเน็เทียมต้องขัดให้มันวาวก่อน | |

14. สารประกอบออกไซด์ จะต้องมีส่วนประกอบใด

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| ก. ธาตุ + ออกซิเจน | ข. โลหะ + ออกซิเจน |
| ค. อโลหะ + ออกซิเจน | ง. สารประกอบ + ออกซิเจน |
| จ. สารบริสุทธิ์ + ออกซิเจน | |

จงพิจารณารูปแสดงการทดลองเตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 15 - 17



15. นักเรียนคิดว่าสาร A ควรจะเป็นอะไร

- | | |
|--------------|---------------|
| ก. ถ่าน | ข. กำมะถัน |
| ค. น้ำปูนใส | ง. มักเนเซียม |
| จ. เลคไนเทรต | |

16. ถ้าต้องการทดสอบสมบัติของก๊าซที่เกิดขึ้น สาร B ควรเป็นอะไร

- ก. คาร์บอน
- ข. กรดซัลฟริก
- ค. เลกออกไซด์
- ง. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต
- จ. สารละลายคลอโรไซด์

17. ถ้าก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นคาร์บอนไดออกไซด์จริง จะทำให้สาร B มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. ชุ่ม
- ข. ติดไฟ
- ค. เปลี่ยนสี
- ง. แยกสลาย
- จ. กลายเป็นไอ

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำสั่ง 1. เลือกข้อที่หน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วหาเครื่องหมายกากบาท (X)
ตรงข้อของข้อที่เลือกในกระดาษคำตอบ

2. พิจารณาสารที่ไม่หมายเลขกากบาทต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1 - 3

โอเลียง 1	ไฮสกริม 2
น้ำหมึก..... 3	น้ำเชื่อม.. ... 4
กิน... 5	ควนกรีน... ... 6
น้ำอัดลม.. 7	นมข้น..... 8

1. สารเนื้อเดียวใดแก่สารหมายเลขใดบ้าง

- | | |
|-----------|-----------|
| ก 1, 2, 3 | ข 2, 3, 4 |
| ค 4, 5, 6 | ง 5, 6, 7 |
| จ 7, 8, 1 | |

2. สารเนื้อผสมใดแก่สารหมายเลขใดบ้าง

- | | |
|-----------|-----------|
| ก 1, 3, 4 | ข 1, 5, 6 |
| ค 3, 4, 5 | ง 5, 6, 7 |
| จ 6, 7, 8 | |

3. ถ้าของการแบ่งสารทั้ง 8 อย่างนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ความกลมกลืนของเนื้อสารเป็นเกณฑ์
นักวิจัยนักวิทยาศาสตร์ในข้อใดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- | | |
|------------|-----------|
| ก 1 และ 2 | ข 3 และ 5 |
| ค 4 และ 6 | ง 7 และ 8 |
| จ 8 และ 10 | |

4. มีโซเคียมคลอไรด์อยู่ในถ้วยใบหนึ่ง ค.ช.วิรัตน์ได้นำมาแบ่งเป็น 5 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 นำไปละลายน้ำใส่แก้วไว้

ส่วนที่ 2 คลุกกับน้ำตาล

ส่วนที่ 3 ปั่นให้เป็นผงละเอียด

ส่วนที่ 4 คลุกกับพริกป่น

ส่วนที่ 5 ใส่ถ้วยไว้เฉย ๆ

อยากทราบว่าส่วนไหนบ้างเป็นสารเนื้อเดียว

ก 1, 2, 3, 4, 5

ข 1, 3, 5

ค 1, 2, 3

ง 1, 5

จ 1

5. จากข้อ 4 ส่วนไหนบ้างเป็นสารเนื้อผสม

ก 1, 2, 3, 4

ข 1, 2, 5

ค 2, 3, 4

ง 2, 4

จ ไม่มีข้อถูก

6. นักเรียนคนหนึ่งได้ดำเนินการทดลองโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตักกระดาษกรองเป็นแผ่นกว้าง 1 นิ้ว

ขั้นที่ 2 ใช้ไม้หนีบหนีบส่วนบนของกระดาษกรองไว้

ขั้นที่ 3 นำกระดาษกรองไปจุ่มในสารละลาย โดยวางไม้หนีบบนปากถ้วยที่ใส่สารละลายนั้น

วิธีการทดลองดังกล่าว มีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร

ก หาความหนาแน่นของกระดาษกรอง

ข หาความหนาแน่นของสารละลาย

ค หาความสามารถในการละลาย

ง หาความสามารถในการดูดซึม

จ แยกสารละลาย

7. จากข้อ 6 ถ้าต้องการให้ได้ผลบรรลุความมุ่งหมายควรใช้สารละลายที่มีลักษณะอย่างไร

ก ปกติ

ข เป็นกรด

ค อุณหภูมิสูง

ง จุกหลอมเหลวสูง

จ ความหนาแน่นมาก

8. ของเหลวชนิดหนึ่งถูกแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟี ปรากฏว่าได้สีชมพู ฟ้ำ และเขียว ตามลำดับ ของเหลวชนิดนี้มีสารผสมกันอยู่อย่างน้อยกี่อย่าง

ก 1

ข 2

ค 3

ง 4

จ 5

9. เมื่อใช้ข้อมกระดากซ์สัมผัสกับหยดหมึก ปรากฏว่าหยดหมึกซึมเข้าไปลึกและแยกสีต่าง ๆ ออกจากกัน โดยแถบสีเหลืองเข้าไปใกล้สุด รองลงมาเป็นสีแดง และใกล้ที่สุดเป็นสีฟ้า จะสรุปเกี่ยวกับอนุภาคของสีได้ว่อย่างไร

ก สีเหลืองละลายน้ำได้น้อยที่สุด

ข สีเหลืองถูกดูดซับไว้เร็วที่สุด

ค สีแดงถูกดูดซับไว้เร็วที่สุด

ง สีฟ้าเคลื่อนที่ไ้เร็วที่สุด

จ สีฟ้าละลายน้ำได้ดีที่สุด

10. เมื่อนำของเหลวสีน้ำเงิน ละลายในของเหลวสีเหลือง ปรากฏว่าได้สารละลายสีเขียว ถ้านำสารละลายสีเขียวไปทดสอบโดยวิธีโครมาโตกราฟี นักเรียนคิดว่าสีที่ติดบนกระดาษกรองควรจะเป็นกี่สี

ก มีสีเดียว คือเขียว

ข มีสองสี คือน้ำเงินและเหลือง

ค มีสามสี คือ เขียว น้ำเงิน เหลือง

ง มีสี่สีคือ เขียว น้ำเงิน เหลืองและไม่มีสี

จ ยังสรุปไม่ได้

11. นักเรียนคนหนึ่งตั้งสมมุติฐานว่า "สารต่าง ๆ มีความสามารถในการละลายในน้ำได้ก็ว่า ในแอลกอฮอล์"

แล้วเขาได้ดำเนินการทดลองโดยนำเอาน้ำและแอลกอฮอล์อย่างละเท่า ๆ กัน ใส่ในหลอดทดลองอย่างละหลอด นำน้ำตาลทรายอย่างละเท่า ๆ กัน ใส่ในหลอดทดลองทั้งสอง แล้วเขย่า ผลปรากฏว่าในหลอดที่ใส่น้ำ น้ำตาลทรายละลายหมด ส่วนในหลอดใส่อัลกอฮอล์ น้ำตาลไม่ละลาย

จากผลการทดลองนี้ พอดีสรุปได้ หรือยังว่าสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นถูกต้อง

ก ไ้แล้ว เพราะหลอดใส่น้ำละลายหมดส่วนอีกหลอดไม่ละลาย

ข ไ้แล้ว เพราะผลการทดลองเป็นไปตามสมมุติฐาน

- ค. ยัง เพราะไม่ได้ควบคุมให้ขนาดหลอดเท่ากัน
 ง. ยัง เพราะสารที่ใช้น้ำตาลทรายเพียงอย่างเดียว
 จ. ยัง เพราะไม่ได้กำหนดปริมาณน้ำ อัลกอฮอล์ และน้ำตาลทราย

12. ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบ ความสามารถในการละลายของสาร A และ B นักเรียนคนหนึ่งได้ออกแบบการทดลองดังนี้

- ขั้นที่ 1 รินน้ำใส่ในหลอดทดลอง 2 หลอด ๆ ละ 5 cm^3
 ขั้นที่ 2 เติมสาร A และ B ลงในหลอดทั้งสอง หลอดละ 1 ช้อนเบียร์หนึ่ง
 ขั้นที่ 3 เขย่าหลอดทั้งสอง
 ขั้นที่ 4 สังเกตว่าสารละลายหมดหรือไม่
 ขั้นที่ 5 ถ้าเห็นว่าละลายหมดให้เติมต่อไปที่ละช้อน จนเห็นว่าไม่ละลาย

วิธีการทดลองข้างต้น ขั้นตอนใดบกพร่องมากที่สุด

- ก. 1 ข. 2 ค. 3
 ง. 4 จ. 5

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 13 – 16

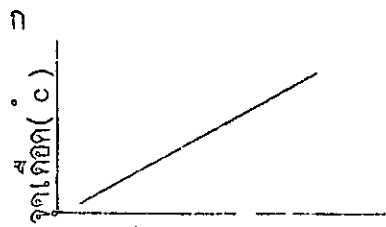
ตารางแสดงอุณหภูมิของของเหลว k ซึ่งเป็นสารบริสุทธิ์หนึ่ง เมื่อนำไปต้มและวัดอุณหภูมิตั้งแต่เริ่มต้นไปเรื่อย ๆ ทุก ๆ 2 นาที

เวลา (นาที)	2	4	6	8	10	12	14	16	18
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	25	34	43	52	61	70	79	79	79

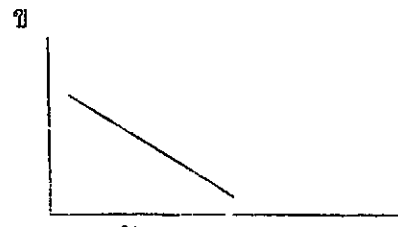
13. จุดเดือดของของเหลว k เป็นเท่าไร

- ก. 25°C ข. 43°C ค. 61°C
 ง. 79°C จ. 100°C

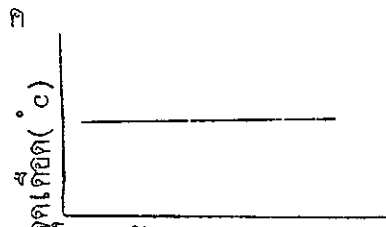
19. ข้อใดเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างจุดเดือดของสารบริสุทธิ์กับความดันบรรยากาศ



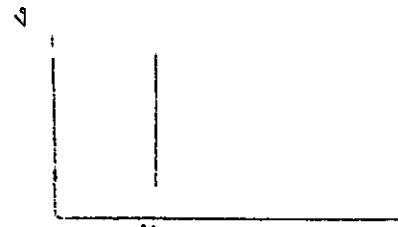
ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)



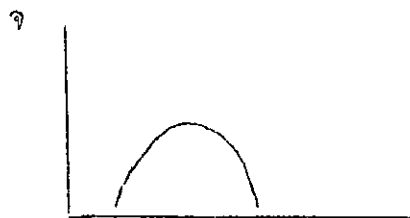
ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)



ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)



ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)



ความดันบรรยากาศ (mm. ของปรอท)

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 20 - 25

มีของเหลวใสไม่มีสีอยู่ 3 ชนิด เมื่อนำมาหาจุดเดือด และต้มจนแห้ง ปรากฏว่าได้ผลดังตาราง

ชนิดที่	อุณหภูมิขณะเดือด (°C) นาทีที่					การเปลี่ยนแปลงเมื่อต้มจนแห้ง
	1	2	3	4	5	
1	78	79	80	81	82	ไม่มีตะกอน
2	101	102	103	104	105	มีตะกอนสีขาว
3	110	110	110	110	110	ไม่มีตะกอน

20. นักเรียนคิดว่าของเหลวชนิดที่ 1 น่าจะเป็นสารประเภทใด

ก สารละลาย

ข สารบริสุทธิ์

ค สารเนื้อผสม

ง สารละลายอิ่มตัว

จ สารที่มีจุดเดือดสูงกว่าปกติ

21. ของเหลวชนิดที่ 2 น่าจะเป็นสารประเภทใด

ก ของผสม

ค สารบริสุทธิ์

จ สารละลายอิ่มตัว

ข สารละลาย

ง สารเนื้อผสม

22. ของเหลวชนิดที่ 3 เป็นสารประเภทใด

ก สารละลาย

ค สารเนื้อผสม

จ สารที่มีจุดเดือดสูงกว่าปกติ

ข สารบริสุทธิ์

ง สารละลายอิ่มตัว

23. ของเหลวชนิดที่ 1 เป็นสารใด

ก น้ำ

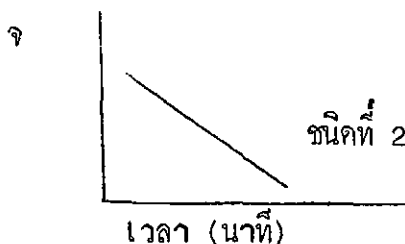
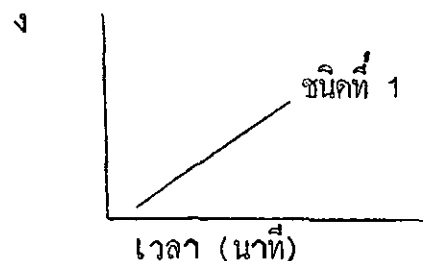
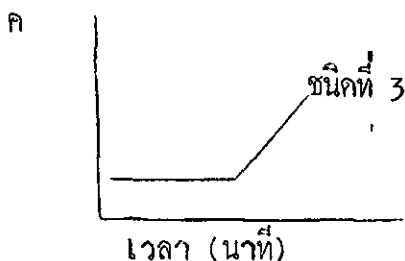
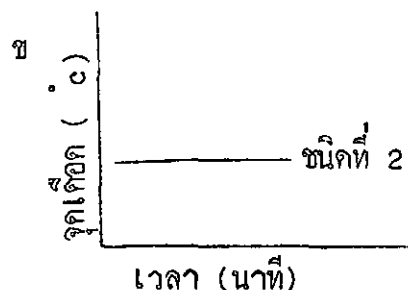
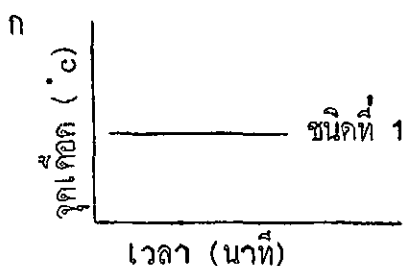
ค น้ำหวาน

จ ไม่มีข้อมูล

ข น้ำเกลือ

ง อัลกอฮอล์

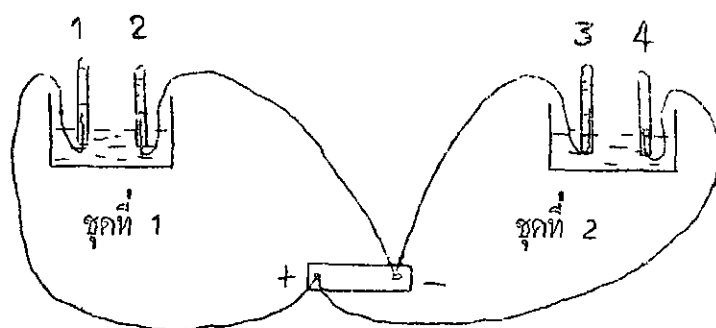
24. ข้อใดเป็นกราฟแสดงข้อมูลจากตารางได้ถูกต้อง



25. การเผาไหม้ในเซียมแล้วมีมวลเพิ่มขึ้น เกิดคล้ายปรากฏการณ์ใดมากที่สุด

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ก. เมฆกลายเป็นฝน | ข. น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง |
| ค. ผอยเหล็กทิ้งไว้เป็นสนิม | ง. น้ำฝนมีรสหวานเล็กน้อย |
| จ. เเผาไม้ไผ่ที่จกักทำให้เกิดถ่าน | |

จงพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 26 - 28



เครื่องแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้า 2 ชุด ข้อขั้ว 1 และ 4 เช้ากับขั้วบวก ข้อขั้ว 2 และ 3 เช้ากับขั้วลบ ของแบตเตอรี่ตามลำดับ

26. ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรจะเกิดกาซไฮโดรเจนในหลอดใด

- | | |
|------------|------------|
| ก. 1 และ 2 | ข. 2 และ 3 |
| ค. 2 และ 4 | ง. 3 และ 4 |
| จ. 4 และ 1 | |

27. ถ้าต้องการให้เกิดกาซไฮโดรเจนในหลอด 1 และ กาซออกซิเจนในหลอด 2 จะต้องต่อขั้วอย่างไร

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ก. 1 กับบวก, 2 กับลบ | ข. 1 กับลบ, 2 กับบวก |
| ค. 1 และ 2 กับบวก, 3 และ 4 กับลบ | ง. 1 และ 4 กับลบ, 2 และ 4 กับบวก |

28. เครื่องแยกน้ำด้วยกระแสไฟฟ้าดังกล่าวจะไม่สามารถแยกน้ำได้ ถ้าเป็นอย่างไ

- | | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| ก. ใช้น้ำปริมาณมากเกินไป | ข. น้ำที่นำมาใช้เป็นสารบริสุทธิ์ |
| ค. แบตเตอรี่มีกำลังไฟฟ้มากเกินไป | ง. ใช้เครื่องแยกน้ำเพียงชุดเดียว |
| จ. ขนาดหลอดที่ใช้เก็บกาซใหญ่เกินไป | |

จงพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 33 - 35

ธาตุ	ลักษณะผิว	สถานะ	สี	ความเปราะ เหนียว	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน
A	เป็นมัน	แข็ง	เทา	—	นำ	นำ
B	คาน	แข็ง	ดำ	เปราะ	—	—
C	—	ก๊าซ	—	—	ไม่นำ	ไม่นำ
D	เป็นมัน	แข็ง	—	เหนียว	—	นำ
E	คาน	แข็ง	—	—	ไม่นำ	—

ตารางแสดงสมบัติของธาตุ 5 ชนิด

เครื่องหมาย — หมายถึง ไม่มีข้อมูล

33. มีธาตุใดบ้างเป็นโลหะ

ก A และ B

ข B และ C

ค C และ D

ง A และ D

จ B และ E

34. มีธาตุใดบ้างเป็นอโลหะ

ก A และ B

ข B และ C

ค C และ D

ง D และ E

จ E และ A

35. ในการแบ่งธาตุออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 เหล็ก ทองแดง สังกะสี ปะวท มักเนเซียม

กลุ่มที่ 2 ก๊าซมีเทน ออกซิเจน ไฮโดรเจน คาร์บอน

นักเรียนคิดว่าใช้เกณฑ์ใดในการแบ่ง

ก สี

ข สถานะ

ค การนำไฟฟ้า

ง จุดหลอมเหลว

จ ความหนาแน่น

จากสารที่มีหมายเลขกำกับต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 36 และ 37

คาร์บอน... .. 1	เงิน.....5
ตะกั่ว..... 2	ทองคำ.....6
คอปเปอร์..... .. 3	ออกซิเจน.....7
คลอรีน..... 4	ไนโตรเจน....8

36. สารหมายเลขใดบ้างเป็นโลหะ

ก 1, 2, 3, 4

ข 3, 4, 5, 6

ค 5, 6, 7, 8

ง 7, 8, 1, 4

จ 2, 3, 5, 6

37. สารหมายเลขใดบ้างเป็นอโลหะ

ก 1, 2, 3, 4

ข 3, 4, 5, 6

ค 5, 6, 7, 8

ง 7, 8, 1, 4

จ 2, 3, 5, 6

จงพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 38 และ 39

ธาตุ	A	B	C	D	E
จุดหลอมเหลว($^{\circ}\text{C}$)	-218.4	-259.1	-38.9	3552.2	1083.0
จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	-183.0	-252.5	346.6	4827.0	2595.0

ตารางแสดงจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุ 5 ชนิด

38. ธาตุที่มีสถานะเป็นของเหลว ที่อุณหภูมิห้องคือธาตุใด

ก A

ข B

ค C

ง D

จ E

39. จากข้อ 38 นักเรียนทราบได้อย่างไร

ก จุดหลอมเหลวสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

ข จุดหลอมเหลวต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง

ค จุดเดือดสูงกว่าอุณหภูมิห้อง

ง ถูกทั้ง ก, ข และ ค

จ ถูกเฉพาะ ข และ ค

จงพิจารณาข้อมูลในตาราง แล้วตอบคำถามข้อ 40 -- 41

ธาตุ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	ความหนาแน่น (g/cm ³)	การนำไฟฟ้า	การนำความร้อน	การติดไฟ
A	-209.8	-195.8	0.0012	ไม่นำ	ไม่นำ	ไม่ติด
B	259.1	-252.5	0.00009	ไม่นำ	ไม่นำ	ติด
C	-38.9	356.6	13.5	นำ	นำ	ไม่ติด
D	660.2	2467.0	2.7	นำ	นำ	ไม่ติด
E	1535.0	2750.0	7.87	นำ	นำ	ไม่ติด

ตารางแสดงสมบัติของธาตุ 5 ชนิด

40. ธาตุชนิดใดนำมาทำเชื้อเพลิงได้

ก A

ข B

ค C

ง D

จ E

41. ธาตุชนิดใดเหมาะที่จะใช้บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์

ก A

ข B

ค C

ง D

จ E

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 42 และ 43

เอาฝอยเหล็กมาชั่งปรากฏว่าหนัก 10.5 กรัม เมื่อแช่น้ำไว้ 5 วัน และทิ้งไว้จนแห้ง
เอามาชั่งอีกครั้งหนึ่ง ปรากฏว่าหนัก 13.2 กรัม

42. การที่มวลเพิ่มขึ้นเช่นนี้ เป็นเพราะเหตุไร

- ก ฝอยเหล็กอิมั้วกับน้ำ
- ข ฝอยเหล็กรวมตัวกับน้ำ
- ค ฝอยเหล็กรวมตัวกับออกซิเจน
- ง ฝอยเหล็กรวมตัวกับไฮโดรเจน
- จ ฝอยเหล็กรวมตัวกับไฮโดรเจนและออกซิเจน

43. สารที่เกิดจากการเอาฝอยเหล็กไปแช่น้ำ เป็นสารประเภทใด

- ก ธาตุ
- ข โลหะ
- ค อโลหะ
- ง สารประกอบประเภทออกไซด์
- จ สารประกอบประเภทไฮไดรด์

.....

ภาคผนวก ข

1. ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
2. ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
3. ค่าความน่าจะเป็นในการคาดตอบถูกของแบบทดสอบ
4. ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตาราง 11 แสดงดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบย่อย

ข้อสอบ ข้อที่	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้							
	หน่วยที่ 1		หน่วยที่ 2		หน่วยที่ 3		หน่วยที่ 4	
	ฉบับ ก	ฉบับ ข	ฉบับ ก	ฉบับ ข	ฉบับ ก	ฉบับ ข	ฉบับ ก	ฉบับ ข
1	1	1	1	1	.8	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	.6	.6	1	1	.6	.6
4	1	1	.6	.6	1	1	.6	1
5	1	1	.6	.6	1	1	1	1
6	1	.8	.6	.6	1	1	1	1
7			.6	1	1	1	1	1
8			.6	1	1	1	.8	.8
9			1	1	1	1	1	1
10			1	1	1	1	.8	1
11			1	1	1	1	.8	1
12			1	1	1	1	1	1
13			1	1			1	.8
14			.8	1			1	1
15			1	1			1	.8
16			1	1			.8	.8
17			1	1			.8	.8
18			1	1			.8	
19			.8	1				
20			1	1				
21			1	1				
22			.8	1				

ตาราง 12 แสดงดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ของแบบทดสอบทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อสอบ	ค่าดัชนีความสอดคล้อง
1	1	23	1
2	1	24	1
3	1	25	1
4	1	26	1
5	1	27	1
6	.6	28	1
7	.6	29	1
8	.6	30	1
9	1	31	1
10	1	32	1
11	1	33	1
12	1	34	1
13	1	35	1
14	1	36	1
15	1	37	1
16	1	38	1
17	1	39	.8
18	1	40	1
19	1	41	1
20	1	42	1
21	1	43	1
22	1		

ตาราง 13 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานและแบบทดสอบย่อย

ข้อสอบ	ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความรู้พื้นฐานและแบบทดสอบย่อย				
	ความรู้พื้นฐาน	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4
1	.48	.28	.30	.50	.33
2	.29	.30	.28	.41	.30
3	.38	.47	.31	.47	.21
4	.25	.35	.28	.39	.22
5	.30	.32	.27	.28	.30
6	.31	.29	.22	.21	.31
7	.28		.32	.35	.50
8	.20		.34	.37	.51
9	.27		.23	.38	.49
10			.20	.25	.32
11			.21	.30	.40
12			.30	.27	.37
13			.31	.28	.37
14			.36		.40
15			.47		.26
16			.33		.30
17			.37		.21
18			.33		.23
19			.42		
20			.40		
21			.36		
22			.50		

ตาราง 14 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ	อำนาจจำแนก	ข้อสอบ	อำนาจจำแนก
1	.30	23	.37
2	.32	24	.39
3	.35	25	.22
4	.22	26	.37
5	.27	27	.37
6	.29	28	.35
7	.19	29	.49
8	.20	30	.48
9	.23	31	.48
10	.27	32	.45
11	.47	33	.37
12	.20	34	.38
13	.28	35	.26
14	.30	36	.26
15	.33	37	.29
16	.33	38	.31
17	.28	39	.28
18	.32	40	.40
19	.40	41	.31
20	.30	42	.48
21	.32	43	.45
22	.40		

ตาราง 15 แสดงผลการพิจารณาความน่าจะเป็นในการเลือกตอบถูกของแบบทดสอบความรู้พื้นฐาน และแบบทดสอบย่อย จากผู้เข้าวิชาญ

ข้อสอบ	ผลการพิจารณา				
	ความรู้พื้นฐาน	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4
1	.44	.67	.67	.67	.67
2	.83	.50	.50	.44	.83
3	.44	.67	.67	.44	.67
4	.83	.5	.83	.50	.67
5	.67	.5	.83	.50	.50
6	.50	.67	.67	.67	.67
7	.67		.83	.50	.67
8	.67		.83	.44	.50
9	.67		.67	.67	.67
10			.67	.61	.83
11			.67	.50	.50
12			.83	.67	.67
13			.83		.44
14			.67		.44
15			.50		.67
16			.83		.83
17			.50		.67
18			.83		.67
19			.50		
20			.67		
21			.67		
22			.67		

ตาราง 16 แสดงความน่าจะเป็นในการเลือกตอบถูกของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ จากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อสอบ	ผลการพิจารณา	ข้อสอบ	ผลการพิจารณา
1	.50	23	.61
2	.44	24	.44
3	.44	25	.44
4	.67	26	.50
5	.67	27	.50
6	.67	28	.67
7	.67	29	.50
8	.83	30	.44
9	.78	31	.50
10	.61	32	.33
11	.33	33	.33
12	.61	34	.50
13	.67	35	.44
14	.83	36	.33
15	.67	37	.67
16	.44	38	.33
17	.78	39	.22
18	.44	40	.83
19	.44	41	.44
20	.61	42	.39
21	.44	43	.50
22	.44		

ตาราง 17 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 6 ฉบับ

แบบทดสอบ	จำนวน ข้อสอบ	คะแนน เกณฑ์	P_{11}	P_{22}	ความเชื่อมั่น
ความรู้พื้นฐาน	9	6	.48	.15	.77
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1	6	4	.51	.20	.71
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	22	16	.53	.27	.77
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	12	7	.47	.29	.76
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4	18	12	.51	.20	.71
ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	43	23	.41	.18	.74