

การศึกษานอกระบบทางการเรียนวิชาเคมีและการศึกษาอย่างมีเหตุผล
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอนกนัย
กับคำถามแบบข เนกนัย

ปริญญานิพนธ์

ของ

วัชรินทร์ บุญมาทิศา

วิชา ค.พ. ๒๕๓๔

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตร
ปริญญามหาบัณฑิต

กันยายน ๒๕๓๒

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาดัชนีชี้วัดทางการเรียนวิชาเคมีและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง
ที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับคำถามแบบอเนกนัย

บทคัดย่อ
ของ
วัชรินทร์ บุญมาทิศ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กันยายน 2532

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อ เปรียบ เปรียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดย ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย กับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ของโรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 60 คน แบ่งเป็น กลุ่มทดลองที่ 1 และ กลุ่มทดลองที่ 2 กลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้ ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยใช้ชุดการเรียน ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ The Simple - Randomized Design การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ANCOVA ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียน ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย กับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติ

2. การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย กับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติ

A STUDY OF MATHAYOM SUKSA IV STUDENTS' ACHIEVEMENT
IN CHEMISTRY AND LOGICAL REASONING THROUGH
THE SELF - LEARNING PACKAGES EMPHASIZING
CONVERGENT QUESTIONS AND
DIVERGENT QUESTIONS

AN ABSTRACT

BY

WATCHARIN BUNMATID

Presented in partial fulfillment of the requirement

for the Master of Education degree

at Srinakharinwirot University

September 1989

The purpose of this study was to compare Mathayom Suksa IV students' achievement in Chemistry and logical reasoning taught by using self - learning packages emphasizing convergent questions and divergent questions

The subjects were 60 Mathayom Suksa IV Students studying in the first semester of the 1989 academic year at Bangrachan Wittaya School Bangrachan District, Singburi Province. They were assigned into the experimental group I and the experimental group II with 30 students in each. The experimental group I was taught by using self - learning packages emphasizing convergent questions; whereas experimental group II was taught by using those emphasizing divergent questions. The Simple - Randomized Design was used in the study. The ANCOVA was statistically used for data analysis.

The result of this study indicated that :

1. The achievement in Chemistry of the students taught by using self - learning packages emphasizing convergent questions and divergent questions were not significantly different.

2. The logical reasoning of the students taught by using self - learning packages emphasizing convergent questions and divergent questions were not significantly different.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบแก้ติจรรยาบรรณนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธาน
(ยศ. สมจิต สุวชนไพฑูรย์)

..... กรรมการ
(ยศ. จรินทร์ ประสงค์สม)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน
(ยศ. สมจิต สุวชนไพฑูรย์)

..... กรรมการ
(ยศ. จรินทร์ ประสงค์สม)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ดร. ชุติมา วัฒนศิริ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้ รับปริญญาฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิตของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ. ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่... 8 ... เดือน... กันยายน ... พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพมูลย์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรินทร์ ประสงค์สม กรรมการที่ปรึกษา อาจารย์ กร.สุกิม วัชนะศิริ อาจารย์ กร.ปรีชา วงศ์สุทธิ และรองศาสตราจารย์สมจิต สมิตตพันธ์ ผู้ซึ่งได้ประสาทความรู้ ให้แนวคิด ก่อสร้างใจ และตรวจแก้ไขปริญญานิพนธ์ทั้งแก่ต้นจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความมีน้ำใจ และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ กร.จรรยา สุวรรณพักตร์ และรองศาสตราจารย์ กร.ฉะลีย์ พลกล้า ที่ได้กรุณาแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์พรทิพา แด่อ่อน อาจารย์ว่าเน็จ มุขมั่งค์ อาจารย์สาโรช ไพบูลย์วุฒิชัย อาจารย์ฉัตรฉนา ศรีแท่ง อาจารย์จินตนา จิรพันธ์ศิริ เพื่อน ๆ กลุ่มวิทยาศาสตร์ศึกษา และท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ ในงานวิจัย จนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะครู และนักเรียนโรงเรียนบางระจันวิทยา และโรงเรียนสิงห์บุรี ที่ได้อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณ ปিকা มารดา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจอย่างดียิ่ง ทั้งแก่ต้นจนสำเร็จการศึกษา

คุณคำประโยชน์ใด ๆ จากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณแก่ ปিকা มารดา ครู - อาจารย์ ที่ช่วยอบรมสั่งสอน และชี้แนะแนวทางการศึกษาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

จรินทร์ บุญมาทิก

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	10
เอกสารเกี่ยวกับคำถาม	35
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	68
เอกสารเกี่ยวกับการศึกษาอย่างมีเหตุผล	73
งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	97
งานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการคิดและ การใช้คำถาม	101
งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาอย่างมีเหตุผล	113
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า	118
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	119
ประชากร	119
กลุ่มตัวอย่าง	119
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	119
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	120
แบบแผนการทดลอง	120

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	121
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	127
การวิเคราะห์ข้อมูล	127
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	128
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	130
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	130
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	130
5 สรุปย่อ อภิปรายย่อ และข้อเสนอแนะ	133
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	133
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	133
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	134
การวิเคราะห์ข้อมูล	135
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	135
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	136
ข้อเสนอแนะ	139
บรรณานุกรม	141
ภาคผนวก	158
ประวัติย่อของผู้วิจัย	373

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 เปรียบเทียบการศึกษาย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม	86
2 เปรียบเทียบผลการศึกษาของ เกทเซอ และแจคสัน กับ ฮาส์ และมัทเซอร์	110
3 แบบแผนการทดลอง	120
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่เน้นคำถามแบบเอกนัย กับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย	131
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการศึกษาย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ที่เน้น คำถามแบบเอกนัย กับ ที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย	132
6 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง	160
7 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง	162
8 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดการศึกษาย่างมีเหตุผล	165
9 แสดงค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดการศึกษาย่างมีเหตุผล ..	166
10 แสดงคะแนนสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (X) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง (Y) ของกลุ่มทศของที่ 1 ..	178

11	แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (X) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง (Y) ของกลุ่มทดลองที่ 2	179
12	แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (X) และคะแนนการคิดอย่าง มีเหตุผล (Y) ของกลุ่มทดลองที่ 1	180
13	แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (X) และคะแนนการคิดอย่าง มีเหตุผล (Y) ของกลุ่มทดลองที่ 2	181

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 โมเดลโครงสร้างของสมองตามทฤษฎีของกิธฟอร์ด	63
2 โมเดลลักษณะการคิดแบบอเนกนัย + แบบเอกนัย	66
3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	68

บทนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทำให้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ดังนั้นบุคคลในสังคมจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงตนเองอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้ทันกับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การให้การศึกษาจึงควรเป็นไปเพื่อพัฒนาคุณภาพของ บุคคลากรนักเรียน โดยมุ่งหวังให้นักเรียนรู้จักคิด ค้นคว้า หาเหตุผลประกอบข้อเท็จจริงและ รู้จักฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (ทองหล่อ วงษ์อินทร์. 2517 : 1) ดังนั้นจึงได้จาก จุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ที่เน้นให้นักเรียน มีเจตคติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 : 243) ซึ่งผู้ที่มีเจตคติทาง วิทยาศาสตร์จะมีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้คือ มีเหตุผล อายากรู้อยากเห็น ใจกว้าง มีความซื่อสัตย์ และมีใจเป็นกลาง มีความเพียรพยายาม และมีความละเอียดรอบคอบก่อน ตัดสินใจ

เนื่องจากจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายต้องการให้นักเรียน มีเหตุผล การที่จะให้นักเรียนคิดหรือแสดงเหตุผลในห้องเรียนได้นั้น ครูจะต้องเป็นผู้ป้อนปัญหา ให้นักเรียนได้ฝึกคิดหรือแสดงความคิดเห็น วิธีการที่ครูเสนอปัญหาก็คือการตั้งคำถามให้นักเรียน ได้คิดนั่นเอง (อรุณรัตน์ เอื้ออภัย. 2524 : 1) ดังนั้นคำถามจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญยิ่ง ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในปัจจุบันหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้เน้นการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ (เกษมศักดิ์ สุภิमार. 2529 : 1) จึงทำให้ครูทุกคนต้องเกี่ยวข้องกับ การตั้งและการใช้คำถามอยู่ตลอดเวลา แต่ครูส่วนใหญ่ไม่ได้ศึกษาลึกลงไปว่า ถามเพื่ออะไร และจะถามอย่างไร (ธงชัย ชิวปรีชา. 2521 : 1) การใช้คำถามมากไม่ได้หมายความว่า

เป็นการส่งเสริมความคิดมาก แต่จะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของคำถาม (สุวิทย์ นิยมคำ. 2517 : 150) ดังนั้นนักการศึกษาหลายท่านจึงได้จัดจำแนกคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามลักษณะการใช้ความคิดหาเหตุผลในการตอบ โดยมีคำถามทั้งระดับที่ใช้ความคิดน้อยไปจนถึงคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความคิดอย่างมากในการตอบคำถามนั้น ๆ โดยทั่วไปในการสอนนั้นมุ่งหวังที่จะให้ครูถามคำถามหลาย ๆ แบบ เพราะคำถามแต่ละแบบให้ประโยชน์ไม่เหมือนกัน (ชงชัย ชิวปรีชา. 2521 : 2) แต่จากการศึกษาพฤติกรรมการสอนของครู (ทองเพ็ญทอง ประภา. 2529 : 1 ; อ้างอิงมาจาก Sund and Trowbridge. 1976) พบว่าประมาณร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมดเป็นเวลาที่ครูใช้พูดแต่เพียงผู้เดียว แม้ครูจะตั้งคำถามถามนักเรียนแทนที่ครูจะเว้นระยะรอให้นักเรียนตอบ ครูส่วนใหญ่จะเป็นผู้ตอบคำถามนั้นเอง นอกจากนั้นการวิจัยของ Gallagher ยังพบว่าครูในระดับมัธยมศึกษาที่สอนวิชาภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ และสังคมศึกษา มักจะใช้คำถามประเภทความรู้ความจำมากเกินความต้องการ (จินตนา พุทธิพันธ์. 2523 : 29 ; อ้างอิงมาจาก Hyman and Ronald. 1970)

จากการศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของ เพียเจต์ พบว่านักเรียนที่มีอายุมากกว่า 11 - 12 ปี จะมีพัฒนาการทางความคิดอยู่ในขั้นนามธรรม (Formal Operation Stage) คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ จำแนก และวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีระบบ สามารถรับรู้และเข้าใจแบบ Formal Operation ได้ดี เช่น การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ทดลอง พิสูจน์ แปลผล ลงข้อสรุป และอนุมานผลจากข้อสรุปไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. 2525 : 141) ดังนั้นนักเรียนในระดับนี้จึงต้องใช้การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) ซึ่งเป็นการคิดทางเดียวเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้เมื่อต้องการแก้ปัญหา ซึ่งแคบและมีทางเลือกน้อย จนได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเท่าที่คิดได้จากสิ่งแวดล้อมของปัญหานั้น โดยต้องใช้เหตุผลอย่างกว้างขวาง (บึงอร พงสะอาค. 2517 : 2) และ การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่พยายามหาวิธีการหรือความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา (ประสาธ อิศรปรีดา. 2523 : 186) เกี่ยวกับการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัยนี้ แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (ประสาธ ปันพวงกูร. 2516 : 16 - 17 ; อ้างอิงมาจาก Anderson. 1970 : 95 - 97) ให้แนวคิดว่าการคิด

แบบเอเจนซี จะเป็นกระบวนการคิดในลักษณะไม่หยุดนิ่ง (Dynamics) เป็นการศึกษาขั้นตอนของการแก้ปัญหา ก่อนที่ผู้ตอบจะใช้ความคิดแบบเอเจนซีเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นการคิดแบบเอเจนซีจะใช้รวมกันตลอดเวลากับการคิดแบบเอเจนซี

✓ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ที่จะทำให้ประสบความสำเร็จตามจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรเน้นเฉพาะการจำความรู้เท่านั้น แต่ควรจะให้เด็กได้มีกระบวนการคิดแบบเอเจนซีและกระบวนการคิดแบบเอเจนซีควบคู่กัน อย่างไรก็ตามครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ก็จะเป็นผู้พูดแต่เพียงผู้เดียวหรือถ้าใช้คำถามก็มักจะใช้คำถามในชั้นความรู้ความจำ เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงไม่เป็นการปลูกฝังทักษะการคิดให้กับนักเรียน ซึ่ง ซีกเกสเลอร์ โยโน เคอร์ค และสเทิร์นเบิร์ก ต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า การสอนที่มุ่งเน้นเฉพาะเนื้อหาสาระวิชา โดยละเลยการปลูกฝังทักษะการคิดให้แก่ผู้เรียนนั้น ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงในระดับใดก็ตามแต่ลักษณะการคิดของนักเรียนก็จะเป็นการคิดตามกฎเกณฑ์ หรือภายใต้กรอบ คำจำกัดความหรือภายใต้ขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่ได้เรียนมาแล้ว และเมื่อสำเร็จการศึกษาไปแล้วผู้เรียนก็จะขาดความสามารถในการนำความรู้ที่ได้รับหรือมีอยู่ไปใช้ในสถานการณ์ที่เป็นจริง ที่แตกต่างไปจากที่ตนได้พบในโรงเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการประกอบอาชีพซึ่งต้องใช้ความรู้ ที่มีการเปลี่ยนแปลง แตกต่างไปจากที่ได้รับจากโรงเรียนโดยสิ้นเชิงนั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ความสามารถในด้านความคิด การใช้เหตุผล เพื่อทำการประยุกต์ความรู้ที่มีอยู่ให้เข้ากับงานที่ตนต้องการปฏิบัติ ควบสภาพการณ์ดังกล่าวนี้ นักการศึกษาทั้งหลายทางมีทัศนะตรงกันว่าการจัดการศึกษานั้นทางโรงเรียนควรสอนหรือปลูกฝังทักษะการคิดให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน (สมเจตน์ ไวยากวณ. 2530 : 3 - 4 ; อ้างอิงมาจาก Siegler. 1978 ; Bono. 1983 ; Dirkes. 1985 ; Sternberg. 1985)

นอกจากนี้ จอห์นสัน (ถาวร รอดเทศ. 2523 : 37 ; อ้างอิงมาจาก Johnson. 1955 : 412 ; citing Goodman) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์วิชาต่าง ๆ พบว่าการศึกษาเหตุผลมีความสัมพันธ์สูงที่สุดกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และสามารถ วิเคราะห์ (2512 : 98 - 103) ก็ได้ศึกษาพบว่า สมรรถภาพด้านเหตุผลเป็นองค์ประกอบรวมอันหนึ่งของการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

จากสภาพปัญหาและเหตุผลดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า การฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดและสามารถคิดได้อย่างมีเหตุผลเป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของครูส่วนใหญ่ยังมีการพัฒนาการคิดให้นักเรียนน้อยมาก แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้คือ การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดและคิดได้อย่างมีเหตุผล

หนึ่งการเรียนการสอนในปัจจุบันนี้ วิธีการสอนของครูยังมุ่งจะสอนแต่ความรู้ที่อยู่ในกรอบหรือมุ่งแต่จะหาความรู้มาถ่ายทอดให้นักเรียนโดยครูเป็นผู้บรรยายและนักเรียนเป็นผู้ฟัง ครูไม่พยายามเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาคำตอบ หรือขาดแนวทางในการชี้แนะให้ค้นพบความสามารถของตนเอง ขาดการฝึกให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น จึงเป็นเหตุให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่ตั้งใจเรียน เกิดความง่วงใจ (2522 : 1) โคกล่าวว่เพื่อให้การจัดการศึกษาได้เป็นไปอย่างเหมาะสม และให้โดยลัทธิทางความรู้และคุณภาพจะต้องอาศัยเทคโนโลยีเข้ามาช่วย เทคโนโลยีที่เข้ามาสนับสนุนทางการศึกษา ได้แก่ สื่อการเรียนการสอนที่มีอยู่หลายประการ รวมทั้งนวัตกรรมหรือวิธีการใหม่ ๆ ในการเรียนการสอน

ชุดการเรียนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาในรูปแบบหนึ่ง ซึ่ง กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) โคกล่าวว่ควรจะนำชุดการเรียนมาใช้ในการเรียนการสอนในระดับมัธยม เพื่อให้ นักเรียนได้ค้นพบความรู้ ความจริงด้วยตนเอง ชุดการเรียนจะช่วยให้ใช้เวลาอันน้อยลงในการเสนอข้อมูลต่าง ๆ ในการจัดการเกี่ยวกับกิจกรรมทางการเรียนในการตั้งคำถาม (Duan. 1973 : 330 - 331) ช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู (ซูซีท ออนโคสูง. 2524 : 11 - 29) ช่วยขจัดปัญหาในด้านการขาดสมรรถภาพในการสอนของครู การเรียนด้วยชุดการเรียน เป็นการเรียนที่ก้าวหน้าไปด้วยตนเอง ก้าวหน้าไปในอัตราของตนเอง นักเรียนสามารถเรียนได้โดยไม่ต้องให้ครูคอยกระตุ้นซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาคำถามแตกต่างระหว่างบุคคลได้อีกด้วย นอกจากนี้ชุดการเรียนยังช่วยให้นักเรียนมีทักษะและเจตคติในการศึกษาค้นคว้า เพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จะเห็นได้ว่าชุดการเรียนสามารถนำมาใช้ในระดับมัธยมศึกษาได้ และจากงานวิจัย การสอนโดยใช้ชุดการเรียนกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้พอ ๆ กับการสอนปกติ หรือสูงกว่าการสอนตามปกติ (อุษาคำประกอบ. 2530 : 96 ; สุภารัตน์ จินดาภิรมย์. 2531 : 106)

จากหลักการ แนวคิด และสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนทั้งที่กล่าวมาทั้งหมด จึงเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยที่จะสรรหารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะวิชาเคมีซึ่งเป็นวิชาที่ค่อนข้างไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก เพื่อให้ นักเรียนได้พัฒนาการศึกษามีเหตุผลด้วยตนเอง และเป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ให้มีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับลักษณะการศึกษาวិทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษามโนทัศน์ ทางการเรียนวิชาเคมี และการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดย ใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับคำถามแบบอเนกนัย

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุด การเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย
2. เพื่อเปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียน ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลการวิจัยครั้งนี้ จะทำให้ได้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยและคำถาม แบบอเนกนัย นอกจากนี้ยังทำให้ทราบผลของการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถาม แบบเอกนัยและคำถามแบบอเนกนัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมีและการศึกษามีเหตุผล ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ใ้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย

กลุ่มที่ 1 ไ้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 ไ้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย จำนวน 30 คน

3. เวลาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองกระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โดยใช้เวลาในการทดลอง กลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเวลาในการทดลอง 5 สัปดาห์

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรอิสระ ไ้แก่ การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง แบ่งออกเป็น

4.1.1 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

4.1.2 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

4.2 ตัวแปรตาม ไ้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

4.2.2 การศึกษาอย่างมีเหตุผล

5. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้เนื้อหาในหนังสือวิทยาศาสตร์วิชาเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในรายวิชา ว 031 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง หมายถึง ชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นโดยปรับปรุงรูปแบบมาจากชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ คาร์คาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- 1.1 หัวข้อ
- 1.2 หัวข้อย่อย
- 1.3 แนวคิด
- 1.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.5 กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 1.5.1 ขั้นระบุปัญหา
 - 1.5.2 ขั้นตั้งสมมุติฐาน
 - 1.5.3 ขั้นตรวจสอบสมมุติฐาน
 - 1.5.4 ขั้นสรุปผล

ในกิจกรรมจะมีทั้งแบบโปรแกรม คำถามจากสถานการณ์ กำหนดข้อความให้นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามข้อความที่ระบุไว้พร้อมทั้งให้ข้อมูลป้อนกลับ และแนวทางที่จะดำเนินการตามลำดับ ที่บูรณาการเข้ากับเนื้อหา

1.6 คำถามหาคำตอบ เป็นการประเมินผลการปฏิบัติตามกิจกรรม ให้นักเรียนตอบคำถามแล้วตรวจคำตอบที่เฉลยไว้

2. คำถามแบบเอกนัย หมายถึง คำถามแบบแคบที่กว้างกว่าคำถามประเภทความรู้ ความจำ คำตอบที่ไต่จะเป็นการรวมความจริงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน คำตอบที่ถูกต้องที่สุดจะมีเพียงคำตอบเดียว

3. คำถามแบบขณนัย หมายถึง คำถามแบบกว้างที่ต่ำกว่าคำถามประเภทประเมินค่า ซึ่งคำตอบจะไม่มีคำตอบที่แน่นอน เพราะเป็นการถามที่กระตุ้นความคิดของนักเรียน ให้นักเรียนค้นหาความรู้เดิม หรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาประกอบกัน

4. การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามรูปแบบในชุดการเรียนรู้ในข้อ 1 คำถามที่ใช้ในกิจกรรมจะเป็นคำถามแบบเอกนัย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ซึ่งการจัดกิจกรรมจะมีทั้งกิจกรรมรายบุคคลและกิจกรรมกลุ่ม ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษา เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนรู้

5. การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขณนัยจะมีลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนและรูปแบบของชุดการเรียนรู้ เหมือนกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย แต่คำถามที่ใช้ในกิจกรรมจะเป็นคำถามแบบขณนัย ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

6. บัณฑิตสหวิทยาการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดบัณฑิตสหวิทยาการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

6.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

6.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ที่ความขยายความ และแปลความโดยอาศัยข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎ หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

6.3 คำนการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

6.4 คำนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภท การคำนวณ การองความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งทำการวิเคราะห์แล้วว่า มีความสำคัญและเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

7. การคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Reasoning) หมายถึง การกระทำ หรือกระบวนการทางสมอง ในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ และสามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมุติได้

7.1 การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุส่วนที่เหลือ

7.2 การแยกและการควบคุมตัวแปร (Separation and Control of Variables) หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปร หรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยดังต่อไปนี้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. เอกสารเกี่ยวกับคำถาม
3. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. เอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

1. งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. งานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการคิดและการใช้คำถาม
3. งานวิจัยเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

โรเจอร์ (สมหญิง กลิ่นศิริ. 2523 : 42 - 43 ; อ้างอิงมาจาก Roger. 1969) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ Freedom to Learn ว่าโดยธรรมชาติเด็ก ๆ เป็นคนที่มีความกระตือรือร้น มีความขยันขันแข็งและกระหายที่จะค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาเสมอ แต่ผู้เรียนต้องมาอยู่ในห้องเรียนที่มีการสอนแบบที่ให้ความรู้แบบบอกเล่า ผู้เรียนเป็นพยาน เป็นระบบโรงเรียน จึงเป็นหน้าที่ของนักการศึกษาที่จะหาทางแก้ไข ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอน โดยเปิดช่องทางการเรียนรู้ของผู้เรียนให้กว้างขวางมีหลายรูปแบบมากขึ้น การสอนตามเอกัตภาพ เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้วิธีหนึ่ง

รูปแบบการสอนตามเอกลักษณ์ได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็สะท้อนความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งสิ้น เช่น

1. การจัดการสอนเป็นพิเศษแก่นักเรียนที่เรียนได้เร็วหรือช้ากว่าปกติ
2. การสอนแบบอิสระ เช่น โรงเรียนซัมเมอร์ฮิลส์ ในประเทศอังกฤษ
3. การจัดการสอนแบบไม่มีชั้น เช่น โรงเรียนฮอพลโล ในประเทศอเมริกา
4. การใช้บทเรียนสำเร็จรูป เครื่องช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การเรียนในศูนย์การเรียน
6. การใช้ชุดการสอนหรือชุดการเรียน

ประเภทของชุดการสอน

สมหญิง กลั่นศิริ (2523 : 58 - 59) กล่าวว่า ชุดการสอนจัดเป็นประเภทได้

3 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนสำหรับประกอบการบรรยาย หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดการสอนสำหรับครู คือเป็นชุดการสอนที่กำหนดกิจกรรม และสื่อการเรียนให้ครูใช้ประกอบการบรรยาย เพื่อเปลี่ยนบทบาทของครูให้พูดน้อยลงและเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ชุดการสอนนี้จะมีเนื้อหาวิชาเพียงหน่วยเดียว
2. ชุดการสอนสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดการสอนแบบไม่มุ่งเน้นที่ตัวผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน และอาจจัดการเรียนในรูปแบบของศูนย์การเรียน ชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มจะประกอบด้วย ชุดย่อยที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนศูนย์ที่แบ่งไว้ในแต่ละหน่วย ในแต่ละศูนย์มีสื่อการเรียนหรือบทเรียนครบชุดตามจำนวนผู้เรียนในศูนย์กิจกรรมนั้น สื่อการเรียนอาจจะจัดในรูปแบบของรายบุคคลหรือผู้เรียนทั้งศูนย์ใช้ร่วมกันก็ได้ ผู้ที่เรียนจากชุดการสอนแบบกิจกรรมกลุ่มอาจจะต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อยในระยะเริ่มเท่านั้น หลังจากเคยชินต่อวิธีการใช้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถช่วยเหลือกันและกันได้เอง ระหว่างประกอบกิจกรรมการเรียนรู้หากมีปัญหาก็สามารถปรึกษาคูได้เสมอ

3. ชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่จัดระบบขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนใช้เรียนด้วยตนเองตามลำดับขั้นความสามารถของแต่ละบุคคล : เมื่อศึกษาจนแล้วจะทำการทดสอบประเมินผลความก้าวหน้า และศึกษาชุดต่อไปตามลำดับ เมื่อมีปัญหายุ่งยากผู้เรียนจะปรึกษากับใครระหว่างผู้เรียนและผู้สอนพร้อมที่จะให้ความช่วยเหลือทันทีในฐานะผู้ประสานงานหรือผู้ชี้แนะแนวทางการเรียน

ชุดการเรียนด้วยตนเอง หรือชุดการสอนรายบุคคลนั้นรู้จักกันแพร่หลายในชื่อต่าง ๆ กัน เช่น ILP (Individualizing Learning Pack) SAP (Self-Learning Activity Package) LAP (Learning Activity Pack) MIP (Modularized Instructional Packet) และ UNIPAK (เขาวิน อະยะวงศ์. 2526 : 26 ; อ้างอิงมาจาก Krulih. 1974)

ความหมายของชุดการเรียน

มีผู้ให้ความหมายของชุดการเรียนไว้หลายท่าน เช่น

วาสนา ชาวหา (2522 : 32) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนการสอนว่า หมายถึง การวางแผนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อต่าง ๆ ร่วมกัน (Multi Media Approach) หรือหมายถึง การใช้สื่อประสม (Multi Media) เพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและเป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ โดยจัดไว้เป็นชุดในลักษณะของหรือกล่อง

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 12 - 13) ได้กล่าวถึงชุดการเรียนการสอนว่าเป็น กระบวนการสอนแบบโปรแกรมชนิดหนึ่ง อาศัยระบบสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วยมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ฉัตรกา ศุขปริศ (2523 : 32) ให้ความหมายชุดการเรียนด้วยตนเองว่า คือ การรวบรวมสื่อการสอนสำเร็จรูปให้ผู้เรียนใช้เรียนได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ด้วยความสะดวกสบาย เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

กาญจนา เกียรติประวิติ (2524 : 174 - 175) ได้ให้ความแตกต่างของคำว่า ชุดการเรียน (Learning Package) และคำว่าชุดการสอน (Instructional Package)

ว่า ชุดการสอนเป็นคำที่ใหม่ทั้งเจม แต่การใช้คำว่าชุดการสอน ทำให้เกิดแนวคิดว่า สื่อการเรียนทั้งหลายที่จัดรวบรวมไว้เพื่อให้ครูเป็นคนสอนใช้ ดังนั้นผู้ที่ทำกิจกรรมก็คือครู ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟังและสังเกต ในปัจจุบันนักการศึกษาจึงหันมาใช้คำว่า ชุดการเรียน (Learning Package) เพื่อเข้าถึงแนวการสอนที่บุคคลผู้เรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้มีโอกาสใช้สื่อต่าง ๆ ในชุดการเรียนเพื่อการศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้ครูลดบทบาทในการบอก และ สามารถนำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองได้

วีระ ไชยพานิช (2529 : 134) กล่าวว่า ชุดการเรียนมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน เช่น ชุดการสอน (Instructional Package) ชุดการเรียนเบ็ดเสร็จ (Self-Instruction Package) ชุดการสอนรายบุคคล (Individualized Learning Package) ซึ่งเป็นชุดของ สื่อประสม (Multi-Media) ที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน หัวข้อ เนื้อหา และอุปกรณ์ของ แต่ละหน่วยได้จัดไว้เป็นชุด หรือกล่อง หรือซอง ชุดการเรียนอาจมีรูปแบบ (Formats) ที่ แตกต่างกันไปซึ่งส่วนมากจะประกอบด้วย คำชี้แจง หัวข้อจุดมุ่งหมาย การประเมินผล เบื้องต้น การกำหนดกิจกรรมและการประเมินผลขั้นสุดท้าย จุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อการสอนนักเรียน เป็นรายบุคคล ให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนของตนเอง

แคปเฟอร์ และแคปเฟอร์ (Kapfer and Kapfer. 1972 : 3 - 10) ให้ความหมายว่า ชุดการเรียนเป็นรูปแบบของการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน ซึ่งประกอบด้วย คำแนะนำที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้จนบรรลุพฤติกรรมที่เป็นผลของการเรียนรู้และรวบรวม เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นชุดการเรียนนั้น ได้มาจากขอบข่ายของความรู้หลักสูตรของการให้นักเรียน ได้เรียนรู้และเนื้อหาจะตรงตรงและชัดเจนที่จะสื่อความหมายให้ผู้เรียนได้เกิดพฤติกรรมตาม เป้าหมายของการเรียน

ฮุสตัน และคนอื่น ๆ (Houston and others. 1972 : 10 - 15) ให้ความหมายไว้สั้น ๆ ว่า ชุดการเรียนเป็นชุดของโปรแกรมที่จัดทำเตรียมไว้ให้กับผู้เรียน เพื่อให้บรรลุ เป้าหมายที่ตั้งไว้

สมิท (Smith. 1973 : 24 - 25) ได้อธิบายเกี่ยวกับชุดการเรียนว่า เราจะต้อง ยอมรับให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนข้ามชั้นชุดการเรียนในบางหน่วยได้ เมื่อนักเรียนมีความรู้หรือ

สอบได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และจะต้องยอมให้ผู้อื่นมีโอกาสตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเองก่อนที่ครูจะวัดผล ในการจัดกิจกรรมให้แก่นักเรียนนั้นจะต้องจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก และหาวิธีการต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียนด้วย เพื่อให้การเรียนนั้นได้บรรลุเป้าหมาย เช่น

1. ใช้สื่อหลาย ๆ อย่าง เพื่อให้เกิดประสบการณ์ทางการเรียนดีขึ้น
 2. หาวิธีการหลาย ๆ รูปแบบ โดยมุ่งหมายและขบวนการหลายอย่าง เช่น อาจจะจัดให้เป็นไปตามขนาดของกลุ่ม และจะต้องหาวิธีการที่เหมาะสมเฉพาะแต่ละกลุ่มด้วย
 3. แบ่งเนื้อหาออกเป็นขั้นตอนตามลำดับความยากง่าย
 4. จัดกิจกรรมหลาย ๆ อย่าง ให้ผู้เรียนได้เลือก และมีส่วนร่วมในบทเรียน
- นอกจากนี้ สมิท ยังได้อธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ชุดการเรียนรู้ที่ดีนั้นจะต้องมีสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่น มีสีสันต่าง ๆ มีภาพประกอบตามความจำเป็น และรวบรวมสื่อและเรื่องราวต่าง ๆ ใส่ในกล่องเล็ก ๆ ที่เหมาะสม จะทำให้มีความสะดวกสบายในการเก็บรักษาและการนำเอามาใช้อีกด้วย

ควน (Duane. 1973 : 169) กล่าวถึงชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการเรียนรายบุคคล (Individual Instruction) อีกรูปแบบหนึ่งซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับสถานการณ์เรียนตามเป้าหมาย ผู้เรียนจะเรียนไปตามอัตราความสามารถ และความต้องการของตนเอง

มัวร์ (Moore. 1974 : 24) ได้พูดถึงชุดการเรียนรู้ว่าเป็นการศึกษารายบุคคลที่เป็นระบบ ที่ผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าประสงค์ในการเรียนต่อเนื่องกันไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้อุปกรณ์และกิจกรรมที่จัดไว้

เวบบอร์ (Webber. 1977 : 329) ได้กล่าวว่า การเรียนจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองนั้น ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือกระทำกิจกรรมในการเรียนด้วยตนเองตลอดเวลา ดังนั้นถ้าผู้เรียนยังเป็นเด็กเล็กที่ยังไม่มีวุฒิภาวะและวินัยในตนเองเพียงพอแล้ว ย่อมทำให้การเรียนไร้ประสิทธิภาพ ทั้งนี้เพราะเด็กอาจจะไม่เข้าใจวัตถุประสงค์ในการเรียน ไม่เข้าใจงานที่สั่งให้ทำ หรือขาดการมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียน เพราะมีช่วงความสนใจสั้นจึงเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน

จากเอกสารดังกล่าว สรุปได้ว่าชุดการเรียนรู้เป็นการรวบรวมสื่อการสอนสำเร็จรูปให้
ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามอัตรา
ความสามารถ ความต้องการของตนเอง และผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในบทเรียน ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก
และให้คำปรึกษาเมื่อมีปัญหายุ่งยากเกี่ยวกับการปฏิบัติการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้
ผู้เรียนได้สัมผัสผลของการเรียนตามเป้าหมาย และช่วยส่งเสริมการศึกษามีเหตุผลให้กับ
ผู้เรียนได้

แนวคิดทางจิตวิทยาที่นำไปใช้ในชุดการเรียนรู้

1. ทฤษฎีทางจิตวิทยาของ เพียเจต์

ได้ให้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นลำดับสอดคล้องกับพัฒนาการของ
ผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและระยะเวลาของพัฒนาการที่แตกต่างกันในผู้เรียนแต่ละคน
การที่จะให้แนวคิดใหม่ ผิดทักษะใหม่ หรือการที่จะตัดสินใจว่าจะใช้เทคนิคการสอนอย่างใดนั้น
ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบเหล่านี้เป็นสำคัญ ครูไม่สามารถบังคับให้ผู้เรียนคนใดเรียนรู้ แต่ครู
สามารถเตรียมสิ่งแวดล้อมและวัสดุอุปกรณ์ที่จะช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. ทฤษฎีจิตวิทยาการรับรู้

ได้ให้แนวทางเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ การสร้างบรรยากาศ
และสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนได้มีความรับรู้ต่อตัวเองในแง่ดี โดยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เลือกฝึก
ประสบการณ์ต่าง ๆ ด้วยตัวเองเมื่อผู้เรียนมีความพร้อมที่จะทำ จนกระทั่งประสบความสำเร็จใน
แต่ละกิจกรรมหรือประสบการณ์ที่เลือกฝึกนั้น (นิรมล ศกฺวชิ. 2526 : 138 - 139)

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่าชุดการเรียนรู้จะยึดทฤษฎีทางจิตวิทยาของ เพียเจต์
และทฤษฎีจิตวิทยาการรับรู้ ทฤษฎีทางจิตวิทยาของ เพียเจต์ จะคำนึงถึงพัฒนาการทางความคิด
ของนักเรียน ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จะมีอายุประมาณ 15 ปี มีพัฒนาการทางความคิด
อยู่ในขั้นนามธรรม (Formal Operation Stage) ซึ่งเป็นขั้นที่โครงสร้างทางสติปัญญาพัฒนา
อย่างสมบูรณ์ ทำให้นักเรียนสามารถศึกษามีเหตุผลได้ ดังนั้นชุดการเรียนรู้จึงน่าจะช่วยส่งเสริม
การศึกษามีเหตุผลให้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้

แนวคิดและหลักการของชุดการเรียนรู้

การนำระบบชุดการเรียนรู้มาใช้ในระบบการศึกษานั้น มีแนวคิดดังนี้ (สันติศ ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2525 : 193 - 195)

1. แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล

ตามหลักจิตวิทยาผู้เรียนมีความแตกต่างกันในด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม และอื่น ๆ นักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยาไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือการจัดการสอนรายบุคคล หรือการศึกษาตามเอกัตภาพ การศึกษาโดยเสรี และการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งล้วนแต่เป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตาม สติปัญญา ความสามารถ และความสนใจ โดยเมื่อครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

2. แนวคิดที่พยายามจะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิม

การเรียนการสอนแต่เดิมที่เคยยึดครูเป็นแหล่งความรู้หลักในปัจจุบันได้เปลี่ยนมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการการนำสื่อการสอนมาใช้จะต้องจัดให้ตรงเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ โดยนิยามจัดในรูปของชุดการเรียนรู้ การเรียนด้วยวิธีนี้ครูจะช่วยถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด ส่วนอีกสองในสามผู้เรียนจะศึกษาค้นคว้าเองจากที่ผู้สอนเตรียมไว้ให้ในรูปของชุดการเรียนรู้ และผู้สอนชี้ทางให้

3. แนวคิดในเรื่องการใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกไป

แต่เดิมนั้นการผลิตและการใช้สื่อการสอนมักออกมาในรูปต่างคนต่างผลิต ต่างคนต่างใช้เป็นสื่อเดี่ยว ๆ มิได้มีการจัดระบบการใช้สื่อหลายอย่างมาผสมผสานกันให้เหมาะสม และใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียนแทนการใช้ครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนตลอดเวลา แนวใหม่ใหม่จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการเรียนรู้ อันจะมีผลต่อการใช้จากการใช้สื่อ "เพื่อช่วยครูสอน" คือครูเป็นผู้หยิบใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ มาเป็นการใช้สื่อการสอน "เพื่อช่วยผู้เรียนเรียน" คือให้ผู้เรียนหยิบและใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ด้วยตัวของตนเองโดยอยู่ในรูปของชุดการเรียนรู้

4. แนวคิดเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับครู ๒ คน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับสภาพแวดล้อม

แต่เดิมเน้นความสัมพันธ์ระหว่างครูกับครูในห้องเรียนมีลักษณะเป็นทางเดียว คือ ครูเป็นผู้นำ และผู้เรียนเป็นผู้ตาม ครูมีได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี ผู้เรียนจะมีโอกาสพูดก็ต่อเมื่อครูให้พูด การตัดสินใจของผู้เรียนส่วนใหญ่ก็จะตามครู ผู้เรียนเป็นฝ่ายเอาใจครูมากกว่าครูเอาใจผู้เรียน ในส่วนที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนในห้องเรียนนั้นแทบจะไม่มีเลย เพราะครูส่วนใหญ่ไม่ชอบผู้เรียนคุยกัน ผู้เรียนจึงไม่มีโอกาสฝึกฝนทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ และเชื่องช้าและเคารพความคิดของผู้อื่น เมื่อเติบโตมาจึงทำงานร่วมกันไม่ได้ นอกจากนี้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อมก็มักอยู่กับข้อจำกัด กระดานดำ และแบบเรียนในห้องเรียนแคบ ๆ ครูไม่เคยพาผู้เรียนออกไปสู่สภาพภายนอกโรงเรียน แนวโน้มในปัจจุบันและอนาคตของกระบวนการเรียนรู้อาจต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ในการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน พฤติกรรมของการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการฝึกสอนการสอนออกมาในรูปของชุดการเรียน

5. แนวคิดในการนำหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาจัดสภาพสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้

โดยจัดสภาพออกมาเป็นการสอนแบบโปรแกรม ซึ่งหมายถึง ระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน

5.1 ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง

5.2 มีทางเลือกในการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร

5.3 มีการเสริมแรงบวกที่ทำให้ผู้เรียนภาคภูมิใจที่ได้ทำถูกหรือผิดถูกอื่นจะทำให้

กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต

5.4 ได้ค่อยเรียนรู้ไปทีละขั้นตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเอง โดยไม่ต้องมีผู้บังคับ

การจัดสภาพการณ์เพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ดังกล่าวจะต้องมีเครื่องมือช่วยใ้บรรลุจุดหมายปลายทาง โดยการจัดการสอนแบบโปรแกรมในรูปของกระบวนการและใช้ชุดการเรียนเป็นเครื่องมือสำคัญ

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ชุดการเรียนรู้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรม การเรียนการสอนด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี จัดประสบการณ์ ให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ การจัดสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวย ต่อการเรียนรู้ จึงน่าจะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ แก่ผู้เรียนได้

ปรัชญาของชุดการเรียนรู้

นิรมล ศกฺวิติ (2526 : 141) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนแบบชุดการเรียนรู้ ขอบข่ายปรากฏตามปรัชญาดังต่อไปนี้

1. ความเชื่อในเรื่องความจำเป็นที่ของจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับบุคลิกภาพ ความสามารถและความต้องการ ที่มีลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล
2. ความเชื่อในสิทธิของผู้เรียนว่า จะต้องได้รับโอกาสหลาย ๆ ทางเพื่อรู้รอบ (Mastery) เนื้อหาหรือทักษะ ได้มีโอกาสที่จะรู้อย่างแน่นอนว่าเขาจะต้องทำอะไรและจะได้รับ การพิจารณาตัดสินผลการเรียนด้วยวิธีใด ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนและการประเมินผล ตัวเอง ได้มีโอกาสใช้เวลาในการเรียนอย่างเพียงพอประสบความสำเร็จในการเรียน เพื่อว่าจะไม่พบกับความผิดหวัง และได้รับการสนับสนุนในกำลังใจให้เรียนได้สำเร็จ
3. ความเชื่อในเรื่องความจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้วิธีการเรียน ทั้งนี้เพราะ การเรียนรู้เป็นกิจกรรมตลอดชีวิต สถาบันการศึกษาจะต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการเรียนด้วย ตัวเอง วิธีการเรียนจากผู้อื่นและวิธีการเรียนจากสื่อ (Media) หลาย ๆ ประเภท ตลอดจน ความพร้อมที่จะเรียนเมื่อใดก็ได้ และในสถานที่ใดก็ได้
4. ความเชื่อในเรื่องความจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องค้นพบด้วยตนเอง และรู้จักตัวเอง โดยการจัดโปรแกรมการเรียน ให้มีทางเลือกหลากหลายจนกระทั่งผู้เรียนแต่ละคนสามารถ ตระหนักถึงความสนใจของตัวเอง และความสามารถพิเศษของตัวเอง และมีความคิดสร้างสรรค์
5. ความเชื่อในคุณค่าของการเรียนรู้ ไม่ว่าผู้เรียนจะเรียนรู้อะไรในสาขาวิชาใดก็ตาม ผู้เรียนจะต้องได้รับการสนับสนุนให้เห็นความสำคัญของการนำเนื้อหาไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของสังคม ให้ได้พัฒนาความคิด ความรู้สึกและความเป็นมนุษย์

คาร์คาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ได้กล่าวถึง ปรัชญาในการสร้างชุด
การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมว่า

1. ผู้เรียนจะได้รับการเรียนตามเอกลักษณ์ โดยขึ้นอยู่กับความต้องการ ความสนใจ
และความสามารถของตนเอง
2. บทบาทของครู คือเป็นผู้วินิจฉัย วางเงื่อนไข ให้ความสนใจและให้ความสะดวก
สบายแก่ผู้เรียน
3. บทบาทของนักเรียนจะเป็นผู้มีความอิสระที่จะเลือกตัดสินใจยอมรับและตอบสนอง
สำหรับการศึกษาของตนเอง
4. บรรยากาศของห้องเรียนด้วยชุดการเรียนรู้จะต้องเปิดเผย ส่งเสริมความคิด
สร้างสรรค์ การค้นคว้าสำรวจ การปฏิสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดความเจริญงอกงามขึ้นหลาย ๆ ด้าน
จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนแบบชุดการเรียนรู้
จะมีความเชื่อในเรื่องความจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนจะเป็นผู้มีความคิด
อิสระที่จะเลือกตัดสินใจ ดังนั้นจึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิดของตนเอง สามารถ
ตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล

วัตถุประสงค์ในการสร้างชุดการเรียนรู้

สมหญิง กลั่นศิริ (2523 : 59) ได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ในการสร้างชุดการเรียนรู้
ไว้ดังนี้

1. เพื่อใช้สอนเนื้อหา บทเรียน ตามหลักสูตรของการศึกษาในระบบ
2. เพื่อเป็นเครื่องช่วยอำนวยความสะดวกในการสอนของครู
3. เพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนครู เนื่องจากผู้เรียนสามารถเรียนจากชุดการเรียนรู้
ด้วยตนเอง หรืออาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทำให้ครูคนหนึ่งสอนผู้เรียนได้
จำนวนมากขึ้น
4. เพื่อช่วยในการศึกษาวลตบททั้งในและนอกระบบ เพราะชุดการเรียนรู้สามารถนำ
ไปใช้ได้ทุกสถานที่และเวลา

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าวพอจะสรุปได้ว่า ชุดการเรียนเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการสอนของครู โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการใช้คำถาม เพราะชุดการเรียนสามารถที่จะถามคำถามนักเรียนได้อย่างมีระบบและเป็นไปตามความต้องการของครู

ลักษณะของชุดการเรียนที่ดี

นิพนธ์ ศุภปริที (2519 : 67 - 68) ได้กล่าวถึงลักษณะของชุดการเรียนที่ดีว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นชุดการเรียนที่เหมาะสมตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ที่สุด
2. เหมาะกับประสบการณ์ของผู้เรียน
3. สื่อที่ใช้สามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้
4. มีคำแนะนำและวิธีการใช้อย่างละเอียดง่ายต่อการใช้
5. มีวัสดุ อุปกรณ์ในการเรียนการสอนทั้งหมดที่กำหนดไว้ในบทเรียนอย่างครบถ้วน
6. ใ้ทดสอบและปรับปรุงให้ทันต่อเหตุการณ์อยู่เสมอ
7. มีความคงทนต่อการเก็บและการหยิบใช้

ดังนั้นชุดการเรียนที่ดีน่าจะช่วยให้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพของผู้เรียนได้

โครงสร้างของชุดการเรียน

ลัดดา ศุภปริที (2523 : 32) กล่าวว่า ชุดการเรียนประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของบทเรียน
2. ข้อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งมีจุดมุ่งหมาย 2 อย่างคือ วัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่าจะเข้าใจบทเรียนหรือไม่ และวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่า มีความรู้เกี่ยวกับบทเรียนมากน้อยเพียงไร

3. นวัตกรรมวิธีการเรียนด้วยตนเอง

4. สื่อการเรียนรู้

5. ขอบเขตของหลังเรียน

นิรมล ศกฺวฺธิ (2526 : 142) ให้ความหมายว่าส่วนประกอบหลักของชุดการเรียนรู้แบบ
เอกเทศบุคคล (Individualized Learning Package) มีดังต่อไปนี้คือ

1. เป้าหมาย เป็นการกำหนดผลที่ต้องการ หรือผลที่คาดหวังขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียน
ควรได้รับเมื่อเรียนจบแล้ว ดังนั้นการกำหนดเป้าหมายในชุดการเรียนรู้แบบเอกเทศบุคคลนี้ อาจ
กำหนดเป็นเป้าหมายของบทเรียนแต่ละหน่วยใหญ่ หรือเป้าหมายของกระบวนการวิชานั้น ส่วนใน
หน่วยย่อย ๆ หรือในบทเรียนแต่ละเรื่องจะมีการกำหนดเฉพาะจุดประสงค์เท่านั้น

2. จุดประสงค์ คือการกำหนดผลที่ต้องการหรือผลที่คาดหวังที่เฉพาะเจาะจงของ
เนื้อหาบทเรียนแต่ละตอน จนเห็นได้ชัดเจนและเข้าใจตรงกันว่าผลเหล่านั้นคืออะไร จะนำมา
ควรวัดวิธีใด ในระดับคุณภาพขนาดใด นั่นคือกำหนดผลที่คาดหวังในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
(Behavioral Objective)

3. แนวคิดที่ควรรู้ (Ideas to be Learned) ประกอบด้วยแนวคิดที่สำคัญ โดย
สรุปเกี่ยวกับเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังจะเรียนเพื่อช่วยในการศึกษา วิเคราะห์ จักพหุพญ และ
แก้ปัญหาในรายละเอียดเนื้อหาบทเรียนต่อไป และเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนก็จะได้รับแนวคิด
เหล่านั้น

4. การประเมินตนเองก่อนเรียน (Preassessment) เป็นการกำหนดว่าผู้เรียนจะต้อง
ทำอะไรบ้าง เพื่อจะค้นพบว่าตนเองได้รู้เนื้อหาที่กำลังจะเรียนมากน้อยเพียงไร เพื่อ
ที่จะได้ตัดสินใจว่าควรจะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ใด หรือควรได้รับการยกเว้นไม่ทำกิจกรรมใด
บ้าง การประเมินตนเองก่อนเรียนนี้อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก็ได้ หรืออาจให้ผู้เรียน
แสดงหลักฐานว่าได้เรียนรู้ในเรื่องที่กำลังจะเรียนบางส่วน หรือทั้งหมดก็ได้

5. กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activity) ประกอบด้วยขั้นตอนที่เสนอแนะให้
ผู้เรียนปฏิบัติตาม เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์กิจกรรมการเรียนนี้จะเรียนตามลำดับก่อนหลัง
ในบางโอกาสผู้เรียนอาจจะไม่ทำทุกกิจกรรม อาจข้ามบางกิจกรรมถ้าสามารถทำกิจกรรมอื่นต่อไป
ได้สำเร็จ

6. การประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์หรือไม่ อาจใช้วิธีการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหรือให้ผู้เรียนเสนอผลงานในรูปแบบใดก็ได้ตามที่กำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์

ดัสตัน และคนอื่น ๆ (Houston and others. 1972 : 10 - 15) กล่าวว่า
ชุดการเรียนรู้มีหลายแบบ แต่จะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 5 ส่วน คือ

1. คำชี้แจง
2. จุดมุ่งหมาย
3. การประเมินผลก่อนการสอน
4. กิจกรรมการเรียนรู้การสอน
5. การประเมินผลหลังการสอน

โฮเวล (Howell. 1973 : 127) ได้สรุปว่า ชุดการเรียนรู้อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วย

1. จุดมุ่งหมายของหลักสูตร และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
 2. รายการเนื้อหาวิชาและสิ่งที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น กิจกรรม หรือวิธีการที่จะนำผู้เรียนให้บรรลุถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย
 3. วิธีการวัดผลความก้าวหน้าของผู้เรียนว่าได้บรรลุถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือยัง
- ควาน (Duane. 1973 : 169) ได้กำหนดโครงสร้างพื้นฐานของชุดการเรียนรู้ไว้

7 ประการ คือ

1. การวางจุดมุ่งหมายและเนื้อหาที่จะต้องเรียน
2. การบรรยายเนื้อหา
3. การวางวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. การเลือกกิจกรรมในการเรียน

5. การวางกิจกรรมที่จะส่งเสริมให้เกิดทัศนคติ

6. เครื่องมือวัดผลครั้งแรก วัดผลตัวเอง และวัดผลครั้งสุดท้าย

7. คู่มือครู

คาคาร์เรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ได้กำหนดโครงสร้างของชุดการเรียนรู้

ว่าประกอบด้วย

1. หัวข้อ (Topic)

2. หัวข้อย่อย (Subtopic)

3. จุดมุ่งหมายหรือเหตุผล (Rational)

4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objective)

5. การทดสอบขั้นแรก (Pretest)

6. กิจกรรมและการประเมินผลตนเอง (Activities and Self Evaluation)

7. การทดสอบย่อย (Quiz)

8. การทดสอบขั้นสุดท้าย (Posttest)

เนลสัน และลอเบียร์ (Nelson and Lorbeer. 1975 : 247) ได้กล่าวถึง

ชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์ ว่าประกอบด้วย

1. ปัญหาซึ่งเป็นข้อเรื่องของกิจกรรม

2. วัสดุ อุปกรณ์

3. วิธีดำเนินการทดลอง

4. รายละเอียดเพิ่มเติม ประกอบไปด้วยการอ้างอิงกฎเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

และคำแนะนำต่าง ๆ ในการศึกษาต่อไป

5. คำถามท้ายกิจกรรมเพื่อให้เด็กเกิดความคิด คำถามเร้าใจเด็กทำให้เกิดการซักถาม

และคิดหาวิธีการเพื่อกำหนดคำตอบเหล่านั้น

วิลแมน (Wileman. 1975 : 30 - 32) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจะประกอบไปด้วย

1. จุดมุ่งหมายสำหรับผู้เรียนและรายชื่อสื่อทัศนอุปกรณ์ที่ต้องการและจำเป็น
2. ประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ กัน
3. คำอธิบายเกี่ยวกับวิธีการใช้วัสดุอุปกรณ์และวิธีการเรียนต่าง ๆ
4. แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังจากเรียนแล้ว

เดอวิต และครอกโกเวอร์ (De Vito and Krockover. 1976 : 388) โต้กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้กิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จะมีรูปแบบประกอบไปด้วย

1. ปัญหาเพื่อนำไปสู่การหาคำตอบ
2. กำหนดสถานการณ์ซึ่งเป็นการบรรยายหรือกำหนดกิจกรรมการทดลอง
3. คำถามจากการให้สถานการณ์หรือการหาคำตอบการทดลอง คำถามนี้ไม่มีคำตอบเด็กจะตอบอย่างไรก็ได้ คำตอบของเด็กอยู่ในรูปการตั้งสมมุติฐาน
4. ข้อเสนอแนะหรือข้อคิดเพื่อแนะนำเด็กให้หาคำตอบต่อเนื่องไปอีก
5. คำถามเพื่อให้เด็กเกิดความคิดและสนใจที่จะดำเนินการหาข้อเท็จจริงตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

กรีน (Green. 1976 : 38 - 47) กล่าวว่า รูปแบบของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองประกอบด้วย

1. บัตรคำถามคำตอบ นำมาใช้ก่อนและหลังเรียน เพื่อให้ นักเรียนแน่ใจว่าต้องการศึกษา และนักเรียนไม่รู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะทำมาก่อนและอีกประการหนึ่งคือ เป็นการกระตุ้นให้เกิดแนวคิดในการทำงานต่อไป

2. บัตรทดลอง จะประกอบด้วยปัญหาที่จะนำไปสู่อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดรูปแบบมาจากชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ คาร์ตาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1. หัวข้อ
2. หัวข้อย่อย
3. แนวคิด
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 5.1 ขั้นระบุปัญหา
 - 5.2 ขั้นตั้งสมมุติฐาน
 - 5.3 ขั้นตรวจสอบสมมุติฐาน
 - 5.4 ขั้นสรุปผล
6. คำถามทบทวน

ขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่น ๆ (สันหัต ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2525 : 197 ; อ้างอิงมาจาก ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคนอื่น ๆ. 2521) กล่าวว่า ในการจัดทำชุดการเรียนรู้ นั้น จะใช้วิธีการจัดระบบโดยทำตามลำดับขั้นดังนี้

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหา (Subject) และประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดหมู่วิชาหรือผสมกันไป
2. กำหนดหน่วยการเรียนรู้ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย (Units) ประมาณเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลา
3. กำหนดหัวเรื่อง ว่าแต่ละหน่วยควรจะให้ประสบการณ์อะไรแก่ผู้เรียนบ้าง โดยเป็นหัวเรื่องย่อย (Topics) ให้เห็นอย่างชัดเจน
4. กำหนดความคิดรวบยอด (Concept) และหลักการให้สอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง
5. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง
6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกและการผลิตสื่อการสอน

7. กำหนดแบบประเมินผลให้ตรงกับวัตถุประสงค์
8. เลือกและผลิตสื่อการสอนให้สอดคล้องกับกิจกรรม และวัตถุประสงค์แล้วจัดเอาไว้เป็นชุด ๆ อาจจะใส่ซองหรือกล่องตามความเหมาะสม
9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยการทดลองใช้ เพื่อหาข้อมูลมาปรับปรุงชุดการสอนให้ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
10. การนำชุดการสอนไปใช้ ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพแล้วสามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอน และตามระดับการศึกษา

วาสนา ชาวหา (2522 : 28 - 31) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อสนองความถนัดในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) โดยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง (Capacity) การเรียนการสอนที่จัดว่าเป็นแบบโปรแกรมนั้นจะมีขั้นตอนในการจัดทำ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนวางแผนทางวิชาการ (Planning Stage) ซึ่งประกอบด้วย
 - 1.1 การกำหนดเนื้อเรื่อง ขอบข่ายของเรื่องและระดับชั้น เพื่อจะได้ดำเนินเรื่องให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและถูกต้อง
 - 1.2 การวางจุดมุ่งหมาย เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนบทเรียนให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ
 - 1.2.1 จุดมุ่งหมายทั่วไป (General Objectives) เป็นจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ ของวิชานั้น
 - 1.2.2 จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เขียนดำเนินเรื่องได้ตรงตามความมุ่งหมาย เพราะจุดมุ่งหมายชนิดนี้จะกระจำชัดที่สุด ซึ่งทุกคนสามารถเข้าใจตรงกัน และผู้วัดสามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการจะวัด
 - 1.3 การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการแตกเนื้อหาให้ละเอียดและเรียงลำดับจากง่ายไปยาก โดยระมัดระวังการข้ามขั้นตอนที่ควรจะได้กล่าวถึง และความสับสนในการเรียงลำดับ

เนื้อหาสิ่งใดควรกล่าวก่อนสิ่งใดควรกล่าวทีหลัง การกระทำในขั้นนี้เรียกว่า "การวิเคราะห์ภาระกิจ" (Task Analysis) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้คือตลอดบทเรียน

1.4 การสร้างแบบทดสอบ เพื่อนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และหลังจากได้เรียนบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว (Posttest) ซึ่งเป็นเครื่องมือชี้ให้เห็นว่าบทเรียนโปรแกรมนี้ใช้ได้หรือไม่ แบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้ควรให้ครอบคลุมเนื้อหาและวัดได้ครบตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่วางไว้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นได้ (Reliability) แบบทดสอบที่ใช้ก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนสำเร็จรูปนี้ ควรจะเป็นฉบับเดียวกัน หรือถ้าเป็นคนละฉบับก็ควรเป็นแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาเดิม และตรงตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เพียงแต่อาจข้อความหรือวิธีการอาจพลิกแพลงทางออกไป

2. ขั้นดำเนินการเขียน (Developmental Stage) ในการเขียนบทเรียน โปรแกรมนี้ประกอบด้วยหน่วยย่อย ๆ ซึ่งเรียกว่ากรอบ (Frame) โดยเริ่มจากกรอบเริ่มต้น (Set Frame) แล้วตามด้วยกรอบฝึก (Practice Frame) ทั้งสองกรอบนี้รวมเรียกว่ากรอบสอน (Teaching Frame) ในกรอบสอนนี้จะสอนความรู้ให้แก่นักเรียนจนกว่าผู้เรียนเข้าใจดีในเรื่องย่อยหรือจุดสอนในจุดสุดท้ายของกรอบสอนจะมีกรอบสอบ (Criterion Frame) เพื่อวัดว่าเด็กนักเรียนเข้าใจในเรื่องที่เรียนหรือยัง แล้วจึงจะไปยังกรอบสอนและกรอบฝึกต่อไป

3. ขั้นนำออกทดสอบ (Try Out) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การทดสอบเป็นรายบุคคลและแก้ไข (Individual Try Out and Revision) ในการทดสอบควรเลือกนักเรียนที่อ่อนกว่าปานกลางเล็กน้อย โดยทำการทดสอบ (Pretest) เสียก่อน จากนั้นให้นักเรียนได้เรียนบทเรียน ในขณะเดียวกันผู้สร้างบทเรียนต้องคอยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน คำตอบของผู้เรียน และจดบันทึกไว้เพื่อที่จะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียน เพื่อให้ใช้กับนักเรียนได้เหมาะสมต่อไป และเมื่อนักเรียนเรียนจบแล้วก็ได้ทำแบบทดสอบ (Posttest) อีกครั้งหนึ่ง

ระยะที่ 2 การทดสอบเป็นกลุ่มและปรับปรุงแก้ไข (Group Try Out and Revision) นักเรียนที่จะนำมาทดสอบในระยะนี้ควรจะเป็นนักเรียนปานกลาง จำนวน 5 - 8 คน

ก่อนจะทำการทดลองควรจะได้สร้างความเข้าใจแก่นักเรียนเสียก่อน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าตนเป็นที่ปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้ดีขึ้น จากนั้นก็ดำเนินการเหมือนกับการทดลองในระยะที่ 1 แต่การทดลองในระยะนี้จะไม่มีการติดต่อเป็นส่วนตัวระหว่างผู้สร้างบทเรียนกับนักเรียน

ระยะที่ 3 การทดลองภาคสนามหรือทดลองกับห้องเรียนจริง และปรับปรุงแก้ไข (Field Try Out and Revision) ดำเนินการเหมือนระยะแรก ๆ เพื่อนำสิ่งที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่แน่ใจว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้

4. ขั้นใช้ผลิตภัณฑ์ (Implementation) เป็นขั้นที่นำบทเรียนที่ได้ผ่านการทดลองทั้ง 3 ครั้ง ไปใช้กับนักเรียนที่อยู่ในสภาพชั้นเรียนทั่วไป ซึ่งผู้สร้างจะต้องติดตามผลการใช้บทเรียนนี้อยู่เสมอ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

สุนันท์ บัณฑิต (เขาวานี อะชะวงค์. 2526 : 28 - 29 ; อ้างอิงมาจาก สุนันท์ บัณฑิต. 2519) ได้กำหนดลำดับขั้นตอนในการวางแผนการทำชุดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน
 - 1.1 เลือกเรื่อง วิชา ชั้น
 - 1.2 ลำดับขั้นการผลิตและวิธีการ
 - 1.3 กำหนดรายละเอียด ช่วงระยะเวลาการจัดทำ
2. ขั้นดำเนินการ
 - 2.1 กำหนดรายละเอียดของเนื้อหา
 - 2.2 ตั้งวัตถุประสงค์
 - 2.3 นำรายละเอียดของเนื้อหา มาจัดทำกิจกรรมการผลิตตามวิธีการที่กำหนดไว้
 - 2.4 จัดทำสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบเนื้อหา
 - 2.5 การทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)
 - 2.6 ลงมือผลิตและจัดทำเพื่อใช้ทดสอบขั้นต้น
3. การทดลอง (Try Out)
 - นำชุดการสอนที่ผลิตแล้วไปรับการทดสอบหาความบกพร่อง

4. แกไขชุกกพรอง
 5. แกไขและลงมือผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบจริง
 6. ลงมือทดลอง
 7. การเก็บรายงานผลข้อมูลในเชิงสถิติ
 8. บรรจุกล่องและคำชี้แจงรายละเอียดพร้อมทั้งรายละเอียดของการดำเนินงาน
 9. รายงานผลของประชุมใหญ่ของการจัดการ
 10. สิ่งงาน
- ชม ภูมิภาค (2524 : 103 - 104) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้

ดังนี้

1. วิเคราะห์และกำหนดความต้องการ
2. กำหนดจุดหมายและจุดมุ่งหมาย
3. ออกแบบองค์ประกอบของระบบ
4. วิเคราะห์แหล่งวิทยาการที่ต้องการ แหล่งวิทยาการที่มีอยู่และข้อจำกัด (Constraints)
5. การปฏิบัติเพื่อจัดขึ้นหรือปรับปรุงข้อจำกัด
6. เลือกหรือพัฒนาวัสดุเพื่อการสอน
7. ออกแบบการประเมินผลการกระทำของนักเรียน
8. ทำการทดสอบทดลองประเมินผลเพื่อพัฒนาและฝึกอบรมครู
9. ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผล
10. การประเมินผลเพื่อสรุป
11. การสร้างเป็นชุดหรือติดตั้งเพื่อใช้

สมชัย วุฒิปรีชา (ปริยา ทวีศาสตร์. 2530 : 44 ; อ้างอิงมาจาก สมชัย วุฒิปรีชา. 2516 : 128 - 129) กล่าวว่า ชุดการเรียนรู้เป็นสื่อประสมที่ความสมบูรณ์ในตัวเอง แต่ชุดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นจะมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้หรือไม่ จำเป็นจะต้องเอาวิธีวิเคราะห์ระบบมาใช้ ซึ่งวิธีวิเคราะห์ระบบเป็นกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล เรียกว่า System Approach มีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นปัญหาที่ต้องการแก้ไขนั้นคืออะไร
2. ขั้นกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยสามารถปฏิบัติหรือเห็นการกระทำได้
3. ขั้นการสร้างเครื่องมือ กระทำหลังจากตั้งเป้าหมายแล้วเพื่อใช้วัดค่าทุกระยะ
4. ขั้นการกำหนดทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหานั้น เพื่อใช้ดำเนินการให้บรรลุเป้าหมาย
5. ขั้นทดลอง เพื่อเลือกเอาวิธีที่ดีที่สุดใช้เป็นแนวทางไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้
6. ขั้นวัดและประเมินผล โดยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นมาประเมินว่าสามารถใช้

ปฏิบัติงานตามเป้าหมายได้หรือไม่เพียงไร เพื่อปรับปรุงแก้ไข

เลwis (Lewis. 1968 : 329 - 330) ได้ขยายถึงการสร้างชุดการสอนหรือชุดการเรียนรู้ เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาหลักสูตรนั้น จะต้องทำตามขั้นตอน ดังนี้

1. จะต้องยึดมั่นในจุดมุ่งหมายของการศึกษา
 2. กำหนดเป้าหมายเฉพาะของการเรียนรู้
 3. จัดสภาพห้องเรียนและกิจกรรมที่จำเป็นอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
 4. เลือกและจัดวัสดุ แบ่งเครื่องมือและอำนวยความสะดวกในการใช้ การทำงาน
- ฮัทเธอร์ (Heathers. 1977 : 344) ได้ให้ขั้นตอนสำหรับครูผู้สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง คือ

1. ศึกษาหลักสูตร ทัดสินใจเลือกสิ่งที่จะให้ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วจัดลำดับชั้นเนื้อหาให้ต่อเนื่องจากง่ายไปหายาก
 2. ประเมินหาความรู้พื้นฐานประสบการณ์เดิมของผู้เรียน
 3. เลือกกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีสอนและสื่อการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยคำนึงถึงความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน
 4. กำหนดรูปแบบการเรียนรู้
 5. กำหนดหน้าที่ของผู้ประสานงานหรือจัดอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้
 6. สร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนว่าบรรลุเป้าหมายประสงค์ในการเรียนรู้หรือไม่
- ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนในการสร้างชุดการเรียนรู้ของ วาสนา ชาวหา (2522 : 28 - 31) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนรู้

บทบาทของครูในการใช้ชุดการเรียนรู้

เฟลด์ฮุสเซน และคนอื่น ๆ (Feldhusen and others. 1975 : 20 - 21) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการเรียนเป็นรายบุคคลว่า ควรมีบทบาทดังนี้

1. เลือกสรร คัดแปลง หรือปรับปรุง วัสดุประกอบการเรียนและกิจกรรมให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
2. การแนะนำช่วยเหลือนักเรียนเป็นรายบุคคล
3. ประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียน เกี่ยวกับพัฒนาการทางสังคม การปฏิบัติกิจกรรม

จากเอกสารดังกล่าวจะเห็นว่า ครูควรปรับปรุงกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ให้ช่วยกระตุ้นการคิดของผู้เรียน เพื่อผู้เรียนจะได้รู้จักคิดและคิดได้อย่างมีเหตุผล

คุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้

วาสนา ชาวหา (2522 : 34) ได้กล่าวถึงคุณประโยชน์ของชุดการเรียนรู้ไว้ว่า

1. นักเรียนสามารถเรียนได้ตามลำพังเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคลโดยไม่ต้องอาศัยครูเป็นผู้สอน และเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียนในอัตราความเร็วของแต่ละคน โดยไม่ต้องกังวลว่าจะตามเพื่อนไม่ทันหรือต้องเสียเวลาคอยเพื่อน
2. นักเรียนสามารถนำไปเรียนที่ใดหรือเวลาใดก็ได้ที่ตนสะดวกและพอใจ
3. แก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนครูได้ในบางโอกาส อาจใช้ชุดการเรียนนี้กับนักเรียนเนื่องจากครูไม่เพียงพอหรือมีความจำเป็นมาสอนไม่ได้ ซึ่งการเรียนจากชุดการเรียนนี้ยังส่งผลทางด้านคุณภาพการเรียนรู้อย่างดี
4. เปิดนักเรียนให้เรียนรู้โดยการกระทำที่นอกเหนือไปจากสภาพการณ์ในชั้นเรียนปกติที่ปฏิบัติอยู่เป็นประจำ เป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวาง และเน้นกระบวนการเรียนรู้ (Process) มากกว่าเนื้อหาวิชา (Content)

ลัทธา สุขปรีดิ์ (2523 : 33) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ว่า

1. ให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ชุดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนนั้นจะสร้างขึ้นให้นักเรียนใช้ นักเรียนจะทำตามคำแนะนำที่บอกไว้ในชุดการเรียนรู้นั้น ๆ ด้วยตนเอง

2. สร้างขึ้นสำหรับหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่อง (Continuous Progress Curriculum) ชุดการเรียนรู้จะถูกสร้างขึ้นเป็นรายวิชา แต่ละวิชาถูกแบ่งเป็นหน่วยย่อย เป็นชุดการเรียนรู้ขึ้นชุดหนึ่ง ซึ่งเนื้อหาจะเรียงตามลำดับต่อเนื่องกันตั้งแต่ง่าย ๆ ไปหายากและมีความสมบูรณ์ในตัวเอง ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนในแต่ละหน่วยที่ตนเองชอบได้ตามความสามารถและประสบการณ์เดิม จะเรียนอย่างใดก่อนและอย่างใดหลัง และจะเรียนให้ก้าวหน้าไปเท่าใดก็ได้ไม่มีขีดจำกัด ชุดการเรียนรู้เมื่อจบแต่ละหน่วยแล้วมีโอกาสติดตามผลหน่วยต่อไปได้ตามความสามารถของผู้เรียนนั้น ๆ

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเองเป็นขั้นตอนและจะได้รับรู้ประสบการณ์แห่งความสำเร็จ เป็นการเสริมแรงทำให้อยากเรียนในขั้นเรียนต่อไป ชุดการเรียนรู้จะช่วยให้ทุกคนประสบความสำเร็จในการเรียนตามอัตราความสามารถของผู้นั้น

4. สร้างบรรยากาศในการเรียนให้เป็นที่ยึดพอใจของผู้เรียน จะเรียนที่ไหน เมื่อใด และจะใช้เวลาเรียนนานเท่าใดก็ได้ซึ่งไม่เหมือนกันหรือไม่ต้องเรียนไปพร้อม ๆ กัน

สันติศ ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข (2525 : 199) ได้กล่าวว่าชุดการเรียนรู้มีประโยชน์ ดังนี้

1. ช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษาอยู่ เพราะชุดการเรียนรู้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนของตนมากที่สุด

2. ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ หรือความพร้อมของตนเอง

3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น เปิดการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบของตนเองและสังคม

4. ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกัน

5. ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ของครู ชุติการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตลอด ไม่ว่าผู้สอนจะมีสภาพหรือความคับข้องทางอารมณ์มากน้อยเพียงใด

6. ช่วยในการเรียนรู้เป็นอิสระจากบุคลิกภาพของครู เนื่องจากชุกการเรียนรู้ช่วยถ่ายทอดเนื้อหาได้ ถึงแม้ครูที่พูดไม่เก่งก็สามารถสอนให้มีประสิทธิภาพได้

7. ช่วยให้การวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

8. ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อม และความมั่นใจให้แก่ครู เพราะชุกการเรียนรู้ยัดไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

9. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครูชั้นอายุ เพราะช่วยการสอน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย

10. ช่วยสร้างเสริมการเรียนรู้แบบต่อเนื่อง หรือการศึกษานอกระบบ เพราะชุกการเรียนรู้สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

11. แก้ไขความแตกต่างระหว่างบุคคล เพราะชุกการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

12. เป็นประโยชน์สำหรับการเรียนการสอนแบบศูนย์การเรียนรู้

วิระ ไชยพานิช (2529 : 137) กล่าวว่า เมื่อนำชุกการเรียนรู้มาใช้จะทำให้

1. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักทำงานร่วมกัน

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกวัสดุการเรียนรู้และกิจกรรมที่เขาชอบ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ก้าวหน้าไปตามอัตราศักยภาพความสามารถของแต่ละคน

4. เป็นการเรียนที่สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. มีการวัดผลตนเองบ่อย ๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของตนเองและสร้างแรงจูงใจ

6. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

7. เป็นการเรียนรู้นิเทศ active ไม่ใช่ passive

8. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามความพอใจของผู้เรียน

9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างนักเรียนและครู

แมริสเบอร์เกอร์ (ดูหา คำประกอบ. 2530 : 33 ; อ้างอิงมาจาก Harrisberger. 1973 : 201 - 205) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการเรียนรู้ 5 ประการ คือ

1. ผู้เรียนสามารถทดสอบตนเองก่อนว่า มีความสามารถอยู่ในระดับไหนหลังจากนั้นก็
จะเริ่มทบทวนในสิ่งที่ตนเองไม่ทราบ ทำให้ไม่ท้อเสียเวลากลับมาเรียนในสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้แล้ว

2. ผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปเรียนที่ไหนก็ได้ตามความพอใจ โดยไม่จำกัดในเรื่อง
ของเวลา สถานที่

3. เมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทดสอบตัวเองได้ทันที เวลาไหนก็ได้และได้ทราบ
ผลการเรียนของตนเองทันทีเช่นกัน

4. ผู้เรียนจะมีโอกาสได้พบปะหรือกับผู้สอนมากขึ้น เพราะผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง
ครุฑมีเวลาให้คำปรึกษากับผู้มีปัญหาในขณะที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5. ผู้เรียนจะไ้รับคำแนะนำอะไรขึ้นขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนของผู้เรียนเอง ไม่มีคำว่าสอบตกสำหรับผู้เรียนไม่สำเร็จ แต่จะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษา
ในเรื่องเกิมนั้นใหม่ จากผลการเรียนจะได้ตามมาตรฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

กรีนวอลด์ (Grinewald. 1975 : 39) ได้กล่าวว่า

1. นักเรียนที่ใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จะมีโอกาสศึกษาวัสดุประเภทต่าง ๆ ซึ่ง
จะทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในหัวข้อนั้นกว้างขวางขึ้น

2. นักเรียนเห็นคุณค่าความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์ประกอบการเรียน และพยายาม
ที่จะศึกษาพิจารณาผลการเรียนของตนเองว่ารู้อะไรบ้าง จะต้องศึกษาเพิ่มเติมอะไรอีก

3. สื่อต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่แปลก ๆ จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ทำให้
ผู้เรียนไม่เบื่อ

4. ชุดการเรียนรู้จะมีคำแนะนำให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนแหล่งวัสดุ
อุปกรณ์ ๆ ที่จะต้องไปศึกษาเพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด เป็นต้น

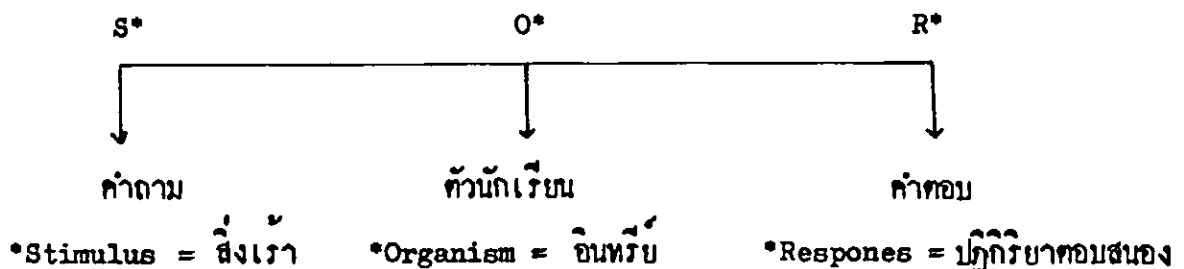
5. กิจกรรมใดที่ผู้เรียนทำได้สำเร็จบรรลุถึงวัตถุประสงค์แล้ว ย่อมก่อให้เกิดความพอใจ
แก่ผู้เรียน อันเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนอยากศึกษาหรือกระทำกิจกรรมอื่นต่อไป

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนด้วยตนเองก็กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การเรียนด้วยตนเองมีลักษณะ คุณค่า และสามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนาผู้เรียนแต่ละบุคคลให้มีการคิดอย่างมีเหตุผลได้ การเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้คิดแปลงรูปแบบมาจากโครงสร้างของการเรียนของ คาร์กาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) และสร้างตามขั้นตอนการสร้างของการเรียนของ วาสนา ขาวหา (2522 : 28 - 31) โดยให้กิจกรรมการเรียนที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง

เอกสารเกี่ยวกับคำถาม

การใช้คำถามในการเรียนการสอนได้เริ่มตั้งแต่สมัยโซคราตีส (Socrates) เมื่อประมาณ 2,400 ปีมาแล้ว โซคราตีส ได้รับการยกย่องให้เป็นบรมครูคนแรกของกรีก ที่คิดค้นนำเอาวิธีสอนแบบใหม่ ๆ มาใช้ และเป็นผู้ให้กำเนิดศาสตร์ใหม่ คือ ศาสตร์แห่งการตั้งคำถาม กล่าวคือ เขาเริ่มสอนด้วยการตั้งคำถาม ทำให้ผู้ถูกถามได้ขบคิดหาเหตุผลและรู้จักใช้ความคิดของตนให้เป็นประโยชน์ (จักรอิน พิเศษสาคร. 2521 : 5 - 6) ซึ่ง วราภรณ์ ชัยโอภาส (2521 : 127) ก็ได้กล่าวว่า การใช้คำถามประเภทต่าง ๆ จะช่วยให้เกิดกระบวนการคิดทางสมอง ถ้าเปรียบเทียบคำถามของครู และคำตอบของนักเรียนกับสิ่งเร้าและปฏิกิริยาตอบสนอง จะมีลักษณะดังนี้ (สายหยุด ขมานนท์ และคนอื่น ๆ. 2521 : 164)

ผลิตผลทางความคิด



ดังนั้นสัมพันธภาพระหว่างครูและนักเรียนจึงมีความสำคัญที่ครูจะต้องรู้จักกับคำถามระดัต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน

ความมุ่งหมายของการตั้งคำถาม

นงลักษณ์ สีนสัยมล และคนอื่น ๆ (วิทยาลัยครูชุมพร. 2516 : 23) กล่าวถึง
ความมุ่งหมายของการตั้งคำถามไว้ดังนี้

1. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเห็นแนวทางที่จะเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่
2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลในลักษณะต่าง ๆ
3. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจ กล้าแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟัง

ความคิดเห็นของผู้อื่น

สุวัชก์ นิยมคำ (2517 : 151) ได้กล่าวถึงเหตุผลของการใช้คำถามสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อจะค้นหาว่านักเรียนรู้หรือไม่รู้ เข้าใจหรือไม่เข้าใจในเรื่องราวที่ครูอยากจะ

ทราบ

2. เพื่อเฝ้าและสร้างความสนใจ ตลอดจนกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกิจกรรมในบทเรียน
3. เพื่อทบทวนและสรุปสิ่งที่เรียนไปแล้ว
4. เพื่อทำให้เกิดเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
5. เพื่อทำให้เกิดฝึกและเกิดการมองเห็น
6. เพื่อให้เกิดค้นหาความรู้เพิ่มเติม
7. เพื่อประเมินผลการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2520 : 2) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมาย
ในการถามคำถามในชั้นเรียนไว้ดังนี้

1. ช่วยนักเรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว
2. ตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่สอนไปหรือไม่
3. ช่วยกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน
4. เน้นในสิ่งที่ต้องการพูด
5. ควบคุมกิจกรรมในชั้นให้ดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ
6. ประเมินผลการเรียนของนักเรียน
7. กระตุ้นให้เกิดการอภิปราย

8. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

9. ปักใจให้นักเรียนใคร่จึกคิดและแก้ปัญหาต่าง ๆ

กรอบเชอร์ (เค็คควง แฉงใจ. 2522 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Groisser.

1964 : 64) กล่าวว่ การใช้คำถามมีวัตถุประสงค์หลายประการดังต่อไปนี้

1. ทดสอบความพร้อมของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน
2. เป็นการจูงใจและสร้างปัญหาเพื่อเร้าให้เกิดความสนใจในบทเรียน
3. เพิ่มพูนความเข้าใจในบทเรียนยิ่งขึ้น
4. เป็นการพัฒนาแนวความคิด เกิดมโนภาพ และการหยั่งเห็น
5. พัฒนาเจตคติ
6. เป็นการสรุปย่อหรือทบทวนเนื้อเรื่องที่ได้อ่านไปแล้ว
7. เป็นแรงกระตุ้นให้ใช้เหตุผลและเกิดการคิดค้นต่อไป
8. เป็นการทดสอบความสัมฤทธิ์ในวัตถุประสงค์ของการสอนของครู

คาร์วิน และซันด์ (สุเทพ อุดาหะ. 2526 : 87 ; อ้างอิงมาจาก Carrin and

Sund. 1971 : 23 - 24) ได้กล่าวถึงลักษณะการใช้คำถามโดยสรุปดังนี้

1. เพื่อเร้าความสนใจและจูงใจให้นักเรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนอย่างจริงจัง
2. เพื่อประเมินความพร้อมของนักเรียนหรือตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับการบ้าน

หรืองานมอบหมายต่าง ๆ

3. เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นหรือจุดอ่อนของนักเรียน
4. เพื่อทบทวนหรือสรุปสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว
5. เพื่อกระตุ้นการอธิบายในชั้นเรียน
6. เพื่อกำหนดทิศทางให้กับนักเรียนเกี่ยวกับผลที่น่าจะเป็นไปได้จากปัญหาที่กำลังศึกษา
7. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมด้วยตนเอง
8. เพื่อช่วยสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับตัวเองในทางบวก
9. เพื่อช่วยให้นักเรียนเห็นว่าความรู้ที่เรียนไปแล้วจะนำไปใช้ได้อย่างไร
10. เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าการตั้งคำถามของครูจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกิจกรรมในการเรียนการสอน และเป็นการฝึกให้นักเรียนใ้รู้จักคิด เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตัดสินใจ กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และช่วยให้นักเรียนคิดอย่างมีเหตุผลในลักษณะต่าง ๆ

ลักษณะของคำถามที่ดี

สุวัชร์ นิเมศ (2517 : 151) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีไว้ดังนี้

1. ต้องชัดเจน เจาะจง ไม่กำกวม
2. ต้องเป็นคำถามที่ถามให้คิดท้าทายและยั่วบู้แก่ให้ตอบ
3. ต้องใช้ภาษาง่าย ๆ
4. ไม่ควรตั้งคำถามซ้อนคำถามหรือเป็นคำถามเชิงนิเสธ
5. ต้องเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน

ศิริกาญจน์ โกศล (2521 : 5) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะคำถามที่ดี ดังนี้

1. เป็นคำถามที่ตอบได้หลายคน และตอบได้หลายอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเหตุผลที่ให้
2. เป็นคำถามที่ผู้ตอบไม่รู้ลึกคืบของใจมากเกินไป
3. เป็นคำถามที่มุ่งให้เหตุผลตามความเป็นจริง
4. เป็นคำถามที่ผู้ตอบสามารถแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกได้อย่างเสรี
5. เป็นคำถามที่มีการวางแผนมาดีแล้ว มีลำดับชั้น ผู้ตอบไม่สับสนและสามารถติดตาม

ไปที่ละขั้นตอน

6. เป็นคำถามที่ให้เวลาแก่ผู้ตอบ
7. เป็นคำถามที่เราใจให้อยากตอบเพราะมีการให้แรงเสริม

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525 : 92)

ได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ดีว่า

1. ต้องใช้ภาษาง่าย ๆ ชัดเจน เจาะจง ไม่กำกวม
2. ต้องเป็นคำถามให้คิด ท้าทาย และยั่วบู้ให้ตอบโดยเป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้

จินตนาการหรือความคิดใหม่ ๆ

3. ไม่ควรตั้งคำถามหลายคำถามในขณะเดียวกัน
 4. ไม่ควรตั้งคำถามเชิงนิเสธ
 5. ต้องมีระดับความยากง่ายพอเหมาะกับระดับชั้นที่เรียน
- สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 122) ได้กล่าวว่า ลักษณะคำถามที่ดีคือ

1. ต้องเป็นคำถามที่ชัดเจน เป็นปรนัย
2. ต้องเป็นคำถามที่พหุพจน์ ให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบ
3. เป็นคำถามที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้ความสามารถระดับสูงของตนเอง
4. มีระดับความยากง่าย เหมาะกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่าคำถามที่ใช้ในการเรียนการสอนควรจะเป็นคำถามที่มีการวางแผนมาเป็นอย่างดี มีลำดับชั้น ผู้ตอบไม่สับสนและสามารถติดตามไปถึงขั้นตอนที่จุดการเรียนรู้สามารถที่จะช่วยจี้คำถามชั้นของคำถามได้ นอกจากนี้คำถามยังต้องท้าทายให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบ และคำตอบนั้นควรมุ่งที่เหตุผลตามความเป็นจริง

การจำแนกประเภทคำถาม

การจัดประเภทคำถามโดยใช้กระบวนการคิดเป็นเกณฑ์

แนวความคิดที่สำคัญ ๆ ของนักการศึกษา ซึ่งใช้กระบวนการคิดเป็นเกณฑ์ในการจัดจำแนกประเภทคำถาม มีอยู่ 3 แนวความคิด คือ

1. การจัดประเภทคำถามตามแนวความคิดของ กิลฟอร์ด (Gilford's

Classification of Questions)

แอสช์เนอร์ และคนอื่น ๆ (Dunkin and Biddles. 1974 : 248 - 252 ; citing Aschner and others. 1965 : 28 - 31) ได้สร้างระบบการจัดจำแนกแอสช์เนอร์-แกลลาคเกอร์ (Aschner-Gallagher Classification System) ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมการใช้คำถามในห้องเรียน จำแนกประเภทคำถามตามกระบวนการทางสมองของ กิลฟอร์ด (Gilford's Model of Intellectual Process) จำแนกคำถามออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. คำถามที่เป็นกระบวนการดำเนินการในห้องเรียน (Routine or Classroom Procedure) ได้แก่ คำถามที่เกี่ยวกับการจัดการในห้องเรียน การยกของ และการขึ้น่า พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

2. คำถามเกี่ยวกับความรู้-ความจำ (Cognitive-Memory) ได้แก่ คำถามให้นักเรียนสรุปย่อให้ความกระจ่างและเสนอข้อเท็จจริง

3. คำถามประเภทความคิดแบบแคบ (Convergent Thinking) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนแปลความหมาย สร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงหรือเปรียบเทียบ อธิบาย ความต่าง ๆ และการสรุป

4. คำถามประเภทความคิดแบบกว้าง (Divergent Thinking) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนในรายละเอียด เชื่อมโยงความคิด หรือการสังเคราะห์

5. คำถามประเภทความคิดประเมินค่า (Evaluating Thinking) ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนจัดอันดับคุณภาพและตัดสินคุณภาพของสิ่งต่าง ๆ

2. การจัดประเภทคำถามตามแนวความคิดของ บลูม (Bloom's Classification of Questions)

บลูม (Bloom. 1956 : 201 - 207) จัดประเภทกระบวนการคิดทางด้านความรู้ (Cognitive Domain) ตามประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษา ซึ่งการจัดประเภทกระบวนการคิดมีระบบที่เป็นลำดับต่อเนื่อง จำแนกประเภทของคำถามออกเป็น 6 ประเภท เรียงตามลำดับขั้นต่ำสุดถึงขั้นสูงสุด ดังนี้คือ

1. คำถามชั้นความจำ (Memory) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการระลึกหรือจำเรื่องราวที่เคยได้เรียนรู้มาแล้ว

2. คำถามชั้นความเข้าใจ (Comprehension) เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแปลความ ตีความ และขยายความ จากข้อความหมายต่าง ๆ ผู้ตอบจะต้องสามารถคิดแปลงแก้ไขสิ่งที่ยากซับซ้อน ให้เป็นสิ่งที่ง่ายขึ้นเพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนขึ้น

3. คำถามชั้นการนำไปใช้ (Application) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎเกณฑ์และวิธีการต่าง ๆ ของเรื่องราวที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว ไปใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า หรือปัญหาใหม่ที่นักเรียนยังไม่เคยประสบมาก่อน

4. คำถามชั้นการวิเคราะห์ (Analysis) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการแยกเรื่องราว หรือแยกเหตุการณ์สองปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า ประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง และส่วนย่อยนั้นมีส่วนใดที่สำคัญและมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับอย่างไร

5. คำถามชั้นการสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการรวบรวมหรือประกอบส่วนย่อยทั้งหลายให้เป็นส่วนรวม โดยที่ส่วนรวมนั้นจะมีแบบหรือโครงสร้างใหม่ที่มีความชัดเจน และคุณภาพสูงกว่าเดิม

6. คำถามชั้นการประเมินค่า (Evaluation) เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เรื่องราว เหตุการณ์ บุคคล ความคิดเห็น และทัศนคติได้อย่างมีหลักเกณฑ์

แซนเดอร์ส (Sander. 1966 : 2 - 6) ได้นำเกณฑ์การจำแนกคำถามตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาของ Bloom มาจัดประเภทใหม่ เพื่อให้ครอบคลุมจุดประสงค์ด้านความรู้ โดยแยกคำถามประเภทความเข้าใจ (Comprehension) ออกเป็น 2 ประเภทคือ คำถามที่แปลความ (Translation) และคำถามที่ตีความ (Interpretation) ประเภทของคำถามที่ Sanders จัดขึ้นใหม่นี้จึงมี 7 ประเภท ดังนี้คือ

1. คำถามประเภทความจำ (Memory)
2. คำถามประเภทการแปลความ (Translation)
3. คำถามประเภทการตีความ (Interpretation)
4. คำถามประเภทการนำไปใช้ (Application)
5. คำถามประเภทการวิเคราะห์ (Analysis)
6. คำถามประเภทการสังเคราะห์ (Synthesis)
7. คำถามประเภทประเมินผล (Evaluation)

3. การจัดประเภทคำถามตามแนวคิดของ ทาบ่า (Taba's Classification of Questions)

ทาบ และคนอื่น ๆ (Dunkin and Biddle. 1974 : 258 - 263 ; citing Taba and others. 1964 : 199 - 201) ได้ทำการวิเคราะห์และสร้างเครื่องมือประมวลระดับความคิด (Thought Level Codes) แบ่งหน่วยความคิดออกเป็น 3 หน่วย คือ

1. การจัดกลุ่มและตั้งชื่อ เป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่ม จัดกลุ่ม ความรู้อย่างไร เชื่อมโยงกัน

2. การตีความและการสรุปความ เป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนตีความหมายของข้อมูลต่าง ๆ พร้อมกับสรุปความ

3. การทำนายผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนคาดการณ์ ในปี ค.ศ. 1966 ทาบได้สร้างเครื่องมือขึ้นมาใหม่อีก เรียกว่า ลำดับชั้นแห่งระดับความคิด (Categories for Thought Levels) แบ่งหน่วยความคิดเป็น 3 ประเภท คือ

1. การสร้างความคิดรวบยอด ได้แก่ การถามคำถามเกี่ยวกับการแจ่มชัด การจัดกลุ่ม การจัดประเภทสิ่งของ และการตั้งชื่อ

2. การสรุปอ้างอิงผล ได้แก่ การถามคำถามเกี่ยวกับการอธิบาย การให้ข้อมูล และการสรุปความ

3. การนำไปใช้ ได้แก่ การถามคำถามเกี่ยวกับการทำนาย การอธิบายสนับสนุน การพิสูจน์ และการทำนายโดยใช้ข้อสรุปทางตรรกศาสตร์

ต่อมา ทาบ (เคซิงค สุกิมารต. 2529 : 15 ; อ้างอิงมาจาก Klinckmann. 1970 : 343 - 348) ได้จำแนกคำถามออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้คือ

1. คำถามเกี่ยวกับการรวมความ

2. คำถามเกี่ยวกับการขยายความ

3. คำถามเกี่ยวกับการยกระดับความคิด

การจัดประเภทคำถามโดยใช้คำทอมเป็นเกณฑ์

นักการศึกษาหลายท่านได้นำเอาคำทอมของนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ มาเป็นเกณฑ์ในการจัดประเภทคำถาม ซึ่งแนวทางในการจัดประเภทคำถามของแต่ละท่านเป็นดังนี้

คันทิงแฮม (Cunningham. 1971 : 86 - 130) ได้ศึกษาการจัดประเภทคำถามของ Aschner และ Gallagher และแบ่งคำถามออกเป็น 2 แบบคือ คำถามแบบแคบ (Narrow Questions) และคำถามแบบกว้าง (Broad Questions) ซึ่งทั้ง 2 แบบนี้แยกย่อยออกเป็นแบบละ 2 ประเภท คือ

1. คำถามแบบแคบ เป็นคำถามที่ต้องการให้ใช้ความคิดในระดับต่ำ ต้องการคำตอบสั้น ๆ หรือเป็นการตอบเพียงใช่หรือไม่ใช่เท่านั้น คำถามแบบแคบนี้ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นหรือทบทวนสิ่งที่เรียบมาแล้ว หรือใช้ในการอธิบายนอกความสัมผัส อย่างไรก็ตามคำถามแบบแคบจะเป็นทางนำไปสู่การคิดในระดับที่สูงขึ้น อันตรายในการใช้คำถามแบบแคบคือการไขว่ถามมากเกินไปจะไปขัดขวางการพัฒนาความคิดในระดับสูงของเด็ก คำถามแบบแคบนี้แบ่งเป็น

1.1 คำถามความรู้-ความจำ (Cognitive-Memory Questions) เป็นคำถามแบบแคบที่จำกัดคำตอบที่สุด เป็นการคิดในขั้นต่ำ คำตอบเป็นผลของความจริง คำจำกัดความ หรือความจำที่เกี่ยวข้องกับเรื่องราวข้อมูลต่าง ๆ ผู้ตอบคำถามใดที่ตอบอาศัยความจำหรือประสบการณ์เดิมในการตอบ ตัวอย่างเช่น

1.1.1 สสารคืออะไร

1.1.2 แมลงมีกี่ขา

1.1.3 น้ำบริสุทธิ์มีคุณสมบัติอย่างไร

1.2 คำถามเขตนัย (Convergent Questions) จัดเป็นคำถามแบบแคบที่กว้างกว่าคำถามประเภทความรู้-ความจำ เพราะคำตอบที่ใดจะเป็นการรวมความจริงต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วจึงออกมาเป็นคำตอบ คำตอบที่ถูกต้องที่สุดมีเพียงคำตอบเดียว เด็กต้องใช้ความคิดในระดับสูงขึ้น เพื่อนำความจริงที่รู้อยู่มาสัมพันธ์กัน เพื่ออธิบายคำตอบด้วยคำพูดของตัวเอง ตัวอย่างเช่น

1.2.1 ทำไมจึงมีหยกน้ำเกาะรอบนอกแก้วที่ใส่น้ำแข็งไว้

1.2.2 เมื่อผมนำเบญจมาศ ปรากฏว่าน้ำเค็มที่อุณหภูมิ 96 องศาเซลเซียสแสดงไคววอย่างไร

1.2.3 การต้ม น้ำ การก่อไฟ การระบายสี ชวนการใดเป็นการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. คำถามแบบกว้าง เป็นคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ผู้ถามจะไม่สามารถเดาได้ว่าเด็กจะตอบอะไร เพราะคำถามนี้เป็นการทิ้งความคิดของเด็กออกมา คำถามแบบนี้จะทำให้เด็กเกิดความสามารถในการตั้งสมมุติฐาน การพยากรณ์ และสรุปอ้างอิง รวมทั้งคำตอบที่แสดงความคิดเห็น การตัดสินใจ และการแสดงความรู้สึก สำหรับคำถามแบบกว้างจะไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง เมื่อครูใช้คำถามแบบนี้จะต้องใช้เวลาเด็กในการคิดหาคำตอบมากกว่าคำถามแบบแคบ

คำถามแบบกว้างอาจใช้ในการกระตุ้นนักเรียนให้รู้จักค้นคว้าในเนื้อหาวิชาในอีกชั้นมากขึ้น หรือทำการทดลองใหม่มากขึ้น ช่วยพัฒนาให้เกิดการหยั่งรู้ (Insight) ใหม่ ๆ เกิดขึ้น เกิดความคิด-ความซาบซึ้ง และเกิดทัศนคติที่ดี นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นและแนะแนวทางให้เด็กเกิดความสนใจในประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ ๆ และสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ครูสามารถใช้คำถามแบบนี้ช่วยนักเรียนในการพัฒนาสติปัญญาให้เป็นที่รู้จักที่จะรวบรวมข้อมูลและใช้ข้อมูลนั้น เพราะคำถามแบบกว้างจะมีคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ เด็กจะเลือกนิสัยที่จะหาคำตอบหรือจำข้อความในหนังสือมาตอบครู แต่จะไขข้อความนั้น ๆ มาพัฒนาความคิดในระดับที่สูงขึ้น คำถามแบบกว้างนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 คำถามแบบแยก (Divergent Questions) คำตอบของคำถามประเภทนี้ไม่มีการคาดคะเนล่วงหน้า เพราะเป็นการถามที่กระตุ้นความคิดของเด็ก ให้เด็กได้นำความรู้เดิมหรือหลักการหลาย ๆ อย่างมาประกอบกัน โดยใช้สมรรถภาพทางสมองด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือการสังเคราะห์ วิเคราะห์ การตั้งสมมุติฐาน และการสรุปอ้างอิง ดังตัวอย่างเช่น

- 2.1.1 อะไรเป็นสาเหตุให้น้ำไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ
- 2.1.2 สิ่งใดที่สำคัญที่มนุษย์ต้องการจากพืช
- 2.1.3 จะมีวิธีป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ได้

อย่างไรบ้าง

2.1.4 เมื่อไรน้ำบาดาลจะหมด ปรากฏว่ายังมีควมสมบูรณ์อยู่ จากการสังเกตนี้ใครสรุปอะไรบ้าง

2.2 คำถามประเมินค่า (Evaluative Questions) คำถามชนิดนี้ต้องการคำตอบในลักษณะที่แสดงการตัดสินใจ ตัดสินคุณค่าการเลือกโอกาสหรือการโต้แย้ง จัดเป็นคำถาม

ในระดับขั้นที่สูงที่สุด เพราะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับความรู้ สร้างแนวความคิดและเลือกแนวความคิดไปใช้ มุ่งให้หาเกณฑ์ในการพิจารณาคุณค่า ทักษะใจของตนเอง หรือใช้ในการเปรียบเทียบ ตัวอย่างเช่น

2.2.1 สมมุติฐานใดเหมาะสมที่สุดที่จะใช้กับการทดลองนี้

2.2.2 ถ้านักเรียนต้องการแยกสารประกอบ นักเรียนคิดว่าวิธีใดจะเป็น

วิธีที่ดีที่สุด

2.2.3 จากคำตอบของเพื่อนเกี่ยวกับการป้องกันการสึกกร่อน และพักหา โดยอมและน้ำนั้น นักเรียนมีความเห็นว่าซักจน ถูกต้อง และเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

บางครั้งการใช้คำถามกับวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ เช่น เราต้องการที่จะถามแบบให้มีการตัดสินใจเลือก แต่เป็นคำถามที่ถามความจำไปที่เป็นเช่นนั้น เพราะคำถามที่เราใช้ในประโยคคำถาม บางครั้งไม่สามารถที่จะเป็นสื่อให้ผู้ฟังเข้าใจได้ การที่จะเป็นสื่อให้เข้าใจตรงกันในชนิดของคำถาม สำคัญอยู่ที่การใช้คำในประโยคคำถาม เพราะการเปลี่ยนคำที่เป็นตัวแสดงคำถามนั้น จะทำให้การสื่อความหมายผิดไป คำถามแต่ละแบบมีคำถามที่ใช้ถามต่างกัน ดังต่อไปนี้

คำที่ใช้ในคำถามประเภทต่าง ๆ

คำถามความรู้-ความจำ

1. บอกชื่อ (Name)
2. ใช่ ไม่ใช่ (Yes or No)
3. บอกคำจำกัดความ (Define)
4. บอกสิ่งที่กำหนดให้ (Designate)
5. บอกสิ่งที่สังเกตเห็น (Identify Observe)
6. ถามให้ระลึก (Recall)

คำถามเอกนัย

1. ถามให้อธิบาย ทำไม เพราะเหตุใด (Explain)
2. ให้ออกความสัมพันธ์ (State Relationship)
3. ให้เปรียบเทียบความแตกต่าง (Compare and Contrast)

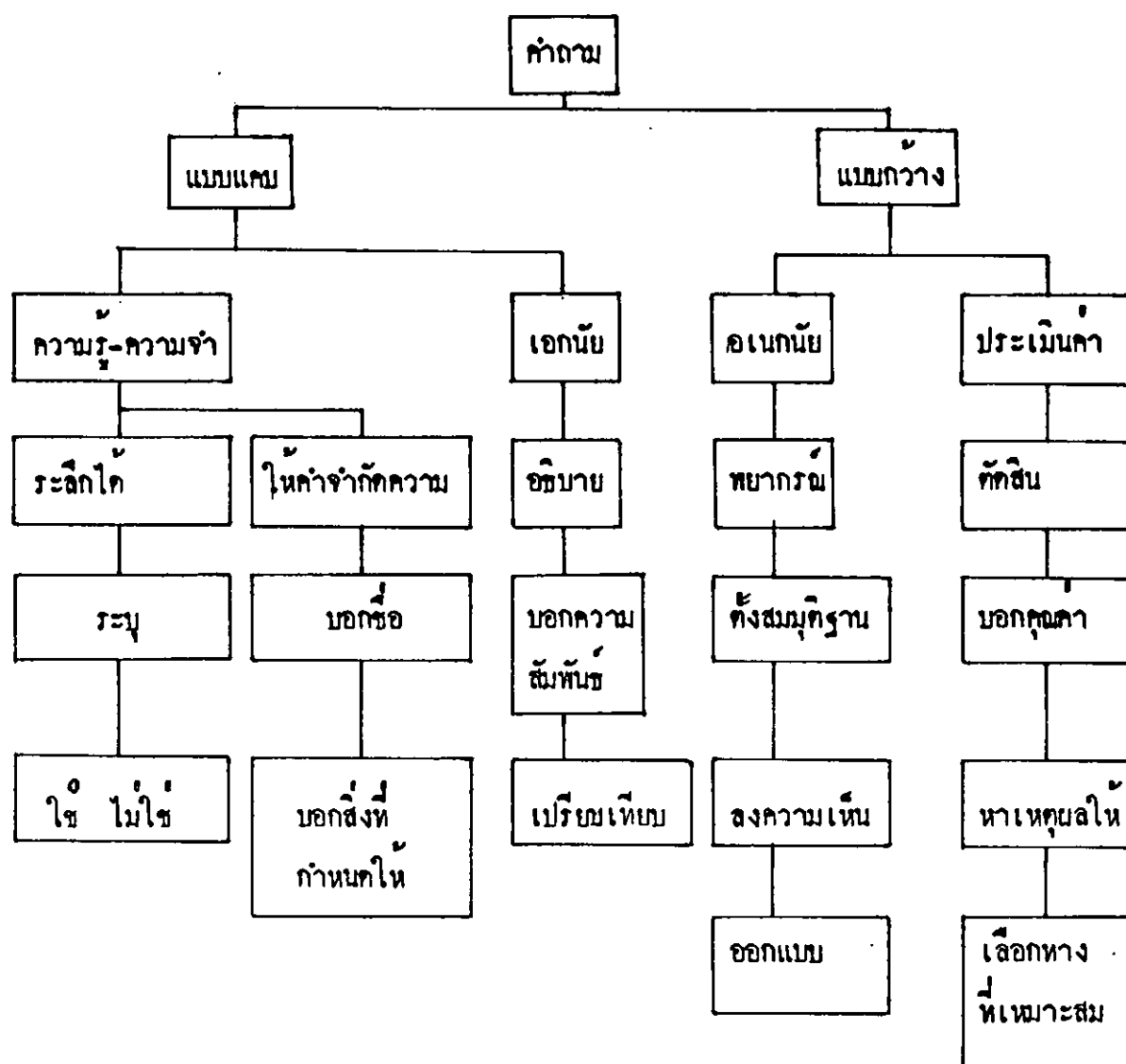
คำถามอนนัย

1. ใหพยากรณ์ (Predict)
2. ใหตั้งสมมุติฐาน (Hypothesize)
3. ใหลงความคึกเห็น (Infer)
4. ใหออกแบบ (Reconstruction)

คำถามประเมินค่า

1. ใหตัดสินใจ (Judge)
2. ใหบอกคุณค่า (Value)
3. หาเหตุผลให (Defend)
4. ใหเลือกสิ่งที่เหมาะสม (Justified Choice)

การแบ่งประเภทคำถามตามแบบของ Cunningham



แอนเดอร์สัน (สว๊ตซ์ นิยมคำ. 2517 : 151 - 155 ; อ้างอิงมาจาก Anderson. 1978 : 3493) ได้แบ่งประเภทคำถาม โดยใช้คำตอบของคำถามเป็นเกณฑ์ แบ่งคำถามออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. คำถามแบบถามความจำ (Conitive-Memory Questions) คำถามประเภทนี้จะถามความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว จึงไม่ต้องใช้ความคิดอะไรมากนัก เพียงแต่ระลึกได้จำได้ก็พอแล้ว เช่น

- 1.1 ใครเป็นคนบอกว่าโลกกลมเป็นคนแรก
- 1.2 จงบอกนิยามของความหนาแน่น
- 1.3 ถ้าแยกน้ำควยกระแสไฟฟ้าจะได้อะไรบ้าง

2. คำถามแบบถามความคิดโดยมีคำตอบทางเดียว (Convergent-Though Questions) คำถามประเภทนี้วัดความคิดสูงกว่าความจำเล็กน้อย เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบได้คิดเสียก่อนตอบ โดยดึงเอาความรู้เดิมมาผสมผสานกันจนเป็นคำตอบใหม่ แต่เป็นคำถามที่มีคำตอบอย่างเดียวกันหรืออยู่ในแนวเดียวกัน เรียกว่ามีคำตอบที่ถูกต้อง หรือคำตอบที่ถูกของที่สุดอย่างเดียวกัน บางครั้งอาจเป็นการสรุปเรื่อง สรุปหลักเกณฑ์ ในสิ่งที่กำลังเรียนหรือเรียนมาแล้ว แต่คำตอบที่ได้จะอยู่ในแนวเดียวกัน นอกจากนี้ อาจจะเป็นการให้นักเรียนเล่าเรื่องเก่า แต่ใช้คำพูดใหม่ โดยใช้คำพูดของนักเรียนเองก็ได้ เช่น

- 2.1 จงอธิบายหลักการสังเคราะห์แสงของพืช
- 2.2 จงเปรียบเทียบความคล้ายคลึงระหว่างแก๊วคาร์บอนกับกลองดำรูป
- 2.3 ปลาห้องกับเตาเวลานั้นเคลื่อนไหวที่ต่างกันที่ตรงไหน

3. คำถามแบบใช้ความคิดโดยมีคำตอบหลายทาง (Divergent-Though Questions) คำถามแบบนี้เป็นคำถามแบบกว้าง เมื่อถามแล้วเด็กจะตอบทันทีไม่ได้ต้องใช้เวลาคิด เพราะต้องอาศัยสมรรถภาพทางสมองด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ได้แก่ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ทั้งสมมุติฐาน ทั้งนี้เพราะคำตอบนั้นหาคำลงหน้าไม่ได้ อาจเป็นไปได้หลายทางหรือหลายอย่าง ซึ่งแต่ละทางมีเหตุผลสนับสนุนคำถามประเภทนี้ ได้แก่

- 3.1 คำถามเกี่ยวกับการพยากรณ์ (Prediction) เช่น
นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าก๊าซกระบอกนี้เป็นก๊าซออกซิเจนหรือไม่
- 3.2 คำถามเกี่ยวกับการตั้งสมมุติฐาน (Hypothesize) เช่น
นกถูกฉลามหนามานเหี่ยวแห้งเพราะอะไร

3.3 คำถามเกี่ยวกับการลงความเห็นจากสิ่งที่รู้แล้วไปหาสิ่งที่ยังไม่รู้

(Inference) เช่น

มีต้นไม้ยูโกลทิน 2 ต้น ต้นแรกเป็นต้นมะละกอ ปลูกลานานจนออกผลแล้ว
ต้นที่สองเป็นต้นมะยม ปลูกลอยใกล้ต้นมะละกอ ต้นมะยมมีพ้อโตขึ้นจะเร็วเล็กไม่ค่อยตรง แต่จะ
เบนออกไปอีกทางหนึ่ง การที่เป็นเช่นนี้หมายความว่าอย่างไร

3.4 คำถามเกี่ยวกับการวางแผน (Planning) เช่น

ที่นาแปลงหนึ่งมีน้ำขังตลอดปี เวลาปลูกข้าวได้รับความเสียหายมาก เนื่องจาก
มีปัญหาลำลายต้นข้าว นักเรียนจะมีวิธีการกำจัดอย่างไร จึงจะทำให้ต้นข้าวเสียหายน้อยที่สุด

3.5 ถามหาเหตุผลให้โต้แย้ง (Defend) เช่น

ผลการทดลองของกลุ่มที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มอื่นทั้งหมด ใครเห็นว่ามีข้อ
ผิดพลาดที่ไหน อะไรบ้าง และขอในกลุ่มที่ 1 ให้เหตุผลโต้แย้ง ถ้าไม่เห็นด้วย

3.6 ถามเพื่อให้จัดโครงสร้างใหม่ (Reconstruction) เช่น

จงหาตัวเลขมาเติมลงในรูปต่อไปนี้ให้คำตอบเท่ากับ 5

$$\square + \triangle - \square = 5$$

4. คำถามแบบให้ประเมินค่า (Evaluation-Thought Questions) เป็นคำถาม
ที่ต้องการให้นักเรียนตัดสินพิจารณาคุณค่า เป็นการถามเกณฑ์ในการตัดสิน เช่น

4.1 ระหว่างนิวตันกับไอน์สไตน์ ใครเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญที่สุด เพราะอะไร

4.2 คราวหนึ่งมีการแบ่งวัตถุเป็นซากุ สวรรประกอบ ของผสม การแบ่งเช่นนี้
อาศัยเกณฑ์อะไร

ลัทธิคาร์ลสัน กับสุวรรรณ (2520 : 34) ได้จัดประเภทคำถามในทำนองเกี่ยวกับ
Cunningham และมีรายละเอียดของคำถามแต่ละประเภทแตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้

1. คำถามแคบ (Narrow Questions) คือ

1.1 คำถามที่เกี่ยวกับความจำ ได้แก่ คำถามที่ถามคำจำกัดความ คำถามให้
ระบุชื่อ คำถามที่ให้ตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" คำถามที่ให้งงคำถามที่ใหญ่ตอบพบพวนความจำ

1.2 คำถามที่รวบรวมความคิด ได้แก่ คำถามที่ของการให้ผู้ตอบอธิบายเปรียบเทียบความแตกต่าง บอกลักษณะที่เหมือน แปลความหมายของกราฟ อ่านกราฟนำความรู้ไปใช้

2. คำถามกว้าง (Broad Questions) คือ

2.1 คำถามประเภทขยายความคิด (Divergent Questions) ได้แก่ คำถามที่ของการให้ผู้ตอบทำนาย ตั้งสมมุติฐาน วิเคราะห์ และสังเคราะห์

2.2 คำถามที่เกี่ยวกับการประเมินค่า (Evaluative Questions) ได้แก่ คำถามให้ผู้ตอบของทัศนคติ แสดงความรู้สึกต่อการตัดสินใจ แสดงความคิดเห็น และแสดงเหตุผลของการตัดสินใจ

ธงชัย ชิวปรีชา (2521 : 5 - 6) ได้จำแนกคำถามโดยอาศัยคำตอบเป็นเกณฑ์ออกเป็น 4 ประเภทคือ

1. คำถามทั่ว ๆ ไป ที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Managerial Questions) เป็นคำถามที่ครูใช้ถามเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ และอาจใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียน คำถามประเภทนี้อาจจะไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา

2. คำถามเนนความ (Rhetorical Questions) เป็นคำถามที่ไร้แก่นและไร้ความสนใจของนักเรียน จุดมุ่งหมายของคำถามประเภทนี้ไม่ใช่ให้ผู้ตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" แต่ของการบอกข้อเท็จจริง ข้อที่หวังในการใช้คำถามประเภทนี้ครูจะต้องการทราบว่าคำตอบคืออะไร ถ้าถามเพื่อให้เด็กเรียนคิดแล้วจะต้องเสียงคำถามที่คำตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่"

3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (Closed Questions) เป็นคำถามที่มีคำตอบจำกัดและแน่นอน ไม่ว่าจะถามคำถามนี้ต่อใครก็หวังจะได้คำตอบแบบเดียวกัน คำถามประเภทนี้ไม่เกี่ยวกับความคิดเห็น ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงมักจะวัดความรู้ความจำในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว อย่างไรก็ตามคำถามที่มีคำตอบแน่นอนบางข้อ อาจเป็นคำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำก็ได้

4. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง (Open Questions) เป็นคำถามที่มีคำตอบได้มากกว่าหนึ่งหรือสองคำตอบ มักจะเป็นคำถามที่ให้เด็กเรียนบรรยายสิ่งที่สังเกตได้ อธิบายหรือสรุปหรือทำนายและควบคุมตัวแปร คำถามประเภทนี้บางคำถามจะเป็นการให้เด็กเรียนแสดงความคิดเห็นของตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ดังนั้นคำตอบของแต่ละคนอาจจะไม่เหมือนกัน

การจัดประเภทคำถามโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเกณฑ์

การจำแนกคำถามประเภทนี้มีลักษณะแตกต่างจากคำถามทั้งสองประเภทที่กล่าวมาแล้วคือ มีความเชื่อว่าการค้นหาความรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific's Method) เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนทุกคน เพื่อส่งเสริมแนวความคิดทั้งกล่าวครูควรจะใช้คำถามเฉพาะที่ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านสนใจและได้ทำการจำแนกคำถามประเภทนี้ไว้ กล่าวคือ

ซักแมน (Suchman. 1966 : 56) ได้จำแนกคำถามตามกระบวนการคิดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจัดตามการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Processor of Science) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. การตรวจสอบ (Verification) เป็นคำถามที่ถามความจริง เพื่อตรวจสอบลักษณะที่สังเกตได้จากสถานการณ์จริง

2. การทดลอง (Experimentation) เป็นคำถามที่ได้จากการตั้งสมมุติฐาน เพื่อแสดงถึงลำดับขั้นตอนในการทดลอง ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงวิธีดำเนินการทดลองจากที่กำหนดไว้ในคำแนะนำ

3. ความจำเป็น (Necessity) เป็นคำถามที่ถามเพื่อให้ความสนใจว่าสถานการณ์ใดเป็นสิ่งจำเป็นต่อการทดลองที่เกิดขึ้น

4. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นคำถามที่พยายามกำหนดแนวความคิดหรือทฤษฎีเฉพาะเกี่ยวกับสาเหตุที่เกิดขึ้นว่าเป็นสาเหตุจริงหรือไม่

ซันด์ และทรอว์บริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1967 : 116 - 117) ได้จำแนกประเภทของคำถามตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 8 ประเภท คือ

1. การสังเกต (Observation) เช่น

นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบางอย่างบริเวณสายหาค

2. การตั้งสมมุติฐาน (Hypothesizing) เช่น

นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้น ถ้าครูให้ความร้อนกับสารละลาย

3. การออกแบบการทดลอง (Designing on Experiment) เช่น
นักเรียนจะทำการทดลองได้อย่างไร ที่จะวัดความยาวของคลื่นแสงชนิดต่าง ๆ

ในน้ำ

4. การเขียนกราฟ (Graphing) เช่น
นักเรียนจะเขียนกราฟจากข้อมูลนี้ได้อย่างไร
5. การจัดเครื่องมือ (Setting up Equipment) เช่น
จากเครื่องมือที่กำหนดให้ ให้นักเรียนจัดเครื่องมือตามวิธีที่เขียนไว้ให้
6. การลดความคลาดเคลื่อนในการทดลอง (Reducing Experimental Error)

เช่น

- นักเรียนจะใช้วิธีวัดอย่างไรที่จะให้ข้อมูลที่ถูกต้อง
7. การสรุปอ้างอิง (Inferring) เช่น
จากข้อมูลที่ได้นักเรียนจะสรุปลงความเห็นได้อย่างไรบ้าง
 8. การวัด (Measuring) เช่น
นักเรียนวัดอุณหภูมิของน้ำในถ้วยนี้ได้อย่างไร

สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (เคซมรงค์ สุกุมารส.

2529 : 24 - 25 ; อ้างอิงมาจาก American Association for the Advancement of Science-AAAS. 1970 : 33 - 173) ได้จัดประเภทคำถามเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็น 13 ประเภท ทักษะกระบวนการที่ 1 - 8 เป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (Basic Processes) และทักษะกระบวนการที่ 9 - 13 เป็นทักษะกระบวนการขั้นสูง (Integrated Processes) ซึ่งจัดจำแนกคำถามได้ดังนี้คือ

1. การสังเกต (Observing)
2. การวัด (Measuring)
3. การจัดประเภท (Classifying)
4. การใช้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่อยู่และเวลา (Using Space and Time

Relationship)

5. การสื่อความหมาย (Communicating)
6. การสรุปอ้างอิง (Inferring)
7. การใช้จำนวนเลข (Using Number)
8. การพยากรณ์ (Predicting)
9. การตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis)
10. การแปลผลจากข้อมูล (Interpreting Data)
11. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
12. การกำหนดนิยามปฏิบัติการ (Defining Operationally)
13. การทดลอง (Experimenting)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ชงชัย ชิวปรีชา. 2521 :

65 - 67) ได้จำแนกประเภทคำถามออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คำถามเพื่อการสังเกต เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ประสาททั้ง 5 รับรู้สิ่งที่ตนสังเกต แล้วบรรยายออกมาเป็นภาษาที่สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้ มักเป็นคำถามที่ถามในช่วงต้นของการอภิปรายหลังการทดลอง เป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต และสามารถบรรยายสิ่งที่ตนเองสังเกตเห็นด้วยภาษาที่เหมาะสม ทำให้คนอื่นเข้าใจได้
2. คำถามเพื่อการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่ ประกอบกับความรู้เดิม มาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น คำถามที่เกี่ยวกับการสรุปผลการทดลอง ส่วนใหญ่มักเป็นคำถามเพื่อการอธิบาย คำถามประเภทนี้ฝึกให้นักเรียนรู้จักอธิบายสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่เป็นหลักฐานอ้างอิงหรือรู้จักหาข้อมูลมาเป็นหลักฐานอ้างอิง ฝึกให้เป็นคนเคารพในเหตุผลในประจักษ์พยาน และหลักฐาน รู้จักอธิบายด้วยภาษาที่รัดกุมเข้าใจง่าย
3. คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน เป็นคำถามที่ผู้ถามมุ่งให้ผู้ตอบทำนายหรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่อาจหาได้ในขณะนั้น คำถามประเภทนี้จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักทำนายหรือคาดการณ์อย่างมีเหตุผล อันเป็นความสามารถที่ควรจะต้องปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร มักเป็นคำถามที่ต่อเนื่องจากคำถามเพื่อการตั้งสมมุติฐาน ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถในด้านการสังเคราะห์ คือการนำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์ปะติดปะต่อกันให้เกิดเป็นการทดลองได้

5. คำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ เป็นคำถามที่ให้ผู้ตอบนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่เรียนรู้ไปดัดแปลงใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ คำถามประเภทนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดที่จะนำเอาความรู้ที่เรียนมาไปใช้

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทของคำถาม จะเห็นได้ว่านักการศึกษาหลาย ๆ ท่าน ได้จำแนกประเภทของคำถามไว้แตกต่างกัน ซึ่ง กอล (1970 : 712) กล่าวว่า การจำแนกคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ มักยึดเอากระบวนการคิดเป็นหลัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามเอกนัย กับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามอเนกนัย ในการสอนวิชาเคมี โดยยึดหลักการจำแนกประเภทคำถามของ คินนิ่งแฮม (1971 : 86 - 103) เพราะสามารถกระตุ้นให้นักเรียนคิดได้หลายระดับ และสามารถจัดระดับความคิดในการตอบคำถามได้เหมาะสม

หน้าที่ของคำถาม

ฮักกินส์ (เคซมวงค์ สุภิมารส. 2529 : 27 ; อ้างอิงมาจาก Hunkins. 1972 : 78 - 88) ได้สรุปหน้าที่ของคำถามไว้ดังนี้คือ

1. ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดและความสนใจในเนื้อหาที่ต้องการ (Centering Function)
2. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดปัญญาที่จะคิดต่อไป ทั้งในระดับปัญญาระดับเริ่มต้นหรือระดับปัญญาที่สูงขึ้นไป (Expansion Function)
3. ใช้รักษาสภาพภายในห้องเรียนให้อยู่ในบรรยากาศทางวิชาการเสมอ และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนที่ไม่สนใจหรือไม่ติดตามบทเรียนให้เข้าร่วมในกระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ (Order Function)

จะเห็นได้ว่าคำถามจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดและความสนใจในเนื้อหาที่
ของการ ดังนั้นคำถามจึงน่าจะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีเหตุผล
ของนักเรียนได้

หลักสำคัญในการใช้คำถาม

คาร์วิน และซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 111 - 112) กล่าวว่า การใช้
คำถามควรคำนึงถึงหลักสามประการคือ

1. ถามคำถามที่ผู้ถามตอบได้หลายอย่าง
2. หลีกเลี่ยงคำถามเกี่ยวกับความจำ
3. พยายามให้นักเรียนทุกคนมีส่วนเกี่ยวข้องกับคำถามให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

จากหลักสำคัญในการใช้คำถามทั้งสามประการจึงเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยคิดที่จะสร้าง
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ
อเนกนัย

ประโยชน์ของคำถาม

มีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของคำถามไว้ ดังต่อไปนี้

นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์ (เกตุศักดิ์ ศรีน้อย. 2527 : 28 ; อ้างอิงมาจาก นิพนธ์ จิตต์ภักดิ์.

2517 : 30)

1. ช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้รู้จักคิด อยากรู้อยากเห็นและตั้งใจเข้าร่วมกิจกรรม
การเรียนรู้การสอน

2. ช่วยในการทบทวนและสรุปบทเรียน
3. ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง
4. ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์ ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่างถาม
5. ช่วยให้ทราบความคิดพื้นฐานของนักเรียน จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียน
6. ช่วยช่วยให้นักเรียนรู้จักใช้วิธีการของตนเองในการหาความรู้เพิ่มเติม
7. ช่วยในการประเมินผลการเรียนว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี (2522 : 24) ได้กล่าวว่า ถ้าครูมีทักษะในการใช้คำถามและนำคำถามที่เหมาะสมเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยให้ครูได้ประโยชน์ในการเรียนการสอนดังนี้

1. ช่วยให้การรู้พื้นฐานความสามารถของนักเรียน ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในการเรียน

การสอน

2. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิด เกิดความอยากรู้และเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ช่วยในการหมทวนบทเรียนและสรุปบทเรียน ช่วยประเมินผลว่าการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ทั้งที่ตั้งใจหรือไม่

4. ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และรู้จักคิดด้วยตนเองของนักเรียน

5. ช่วยพัฒนาความคิดแบบวิจารณ์ใ้ให้นักเรียนเป็นคนช่างคิด ช่างถาม

ชาญชัย ศรีไสยเพชร (2525 : 23) กล่าวว่า เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ของคำถามทุก ๆ ด้าน พอจะสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. เพื่อเสริมสร้างความสามารถทางความคิดใ้แก่ผู้เรียน การสอนที่ปราศจากคำถามจะไม่เหมาะสม การคิดที่ใ้แก่ผู้เรียนได้

2. ใช้เป็นส่วนเร้าความสนใจ ทั้งนี้ครูอาจใช้คำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนใ้ทุกชั้นตอนการสอน เช่น การถามใ้สังเกต อาจใช้เป็นการเริ่มต้นที่ การซักถามระหว่างการเสนอความรู้ ก่อให้เกิดความเข้าใจ

3. คำถามที่ก่ทำให้เกิดการอภิปรายต่อเนื่อง เป็นการขยายความคิดและแนวทางในการเรียนรู้

4. ทำใ้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ทั้งนี้ใ้หมายถึงเฉพาะแค่ตอบคำถามอย่างเดียว แต่ยังหมายถึงการมีส่วนร่วมเชิงพฤติกรรมอีกด้วย

5. ใช้เป็นสื่อกลางเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่

6. ก่อให้เกิดการค้นคว้า และสำรวจความรู้ใหม่ การใช้คำถามที่ดีในบางครั้งจะเป็นต้นเหตุใ้ผู้เรียนต้องคิดค้นคว้าเพิ่มเติม ซึ่งเป็นการปลูกฝังนิสัยรักการค้นคว้าใ้เกิดขึ้น

7. ใช้คำถามหมทวนหรือสรุปเรื่องราวที่สอนใ้กระตือรือร้นขึ้น

8. ใช้วัดผลความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียน รวมทั้งวัดผลการสอนว่าเป็นไปตามจุดหมายเพียงใด

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยงานวิทยาลัย (2525 : 88) ได้กล่าวว่า การใช้คำถามที่เหมาะสมจะได้ประโยชน์ในการเรียนการสอน ดังนี้

1. ช่วยให้การทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน
2. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะคิด เกิดความอยากเรียนรู้และเต็มใจเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน

3. ช่วยในการทบทวนและสรุปบทเรียน
4. ช่วยในการประเมินผลว่า การสอนได้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
5. ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และรู้จักคิดค้นคว้าตนเอง
6. ช่วยพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล
7. ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนช่างคิดช่างถาม

สุวิมล เขียวแก้ว (2527 : 123 - 124) ได้สรุปเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้คำถามไว้ดังนี้

1. ครูได้ทบทวนพื้นฐานความรู้ของนักเรียนว่า เก่ง หรือค่อย ในจุดใดเพื่อจะได้จัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้สอดคล้องกับพื้นฐานที่นักเรียนมีอยู่
2. นักเรียนจะมีความสนใจบทเรียนอย่างสม่ำเสมอ เพราะต้องเตรียมพร้อมที่จะตอบปัญหาของครู และฟังคำตอบของเพื่อน ๆ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุป
3. นักเรียนได้แสดงออก รู้จักใช้คำถามอย่างเหมาะสม
4. นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิด
5. ช่วยในการประเมินผลการสอนของครู

คาร์วิน และซันด์ (Carin and Sund. 1971 : 23 - 24) ได้เสนอว่า การใช้คำถามจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ดังนี้คือ

1. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและสนใจ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน
2. เพื่อทดสอบความพร้อมในการเรียนและความเข้าใจในบทเรียนของนักเรียน

3. เพื่อวินิจฉัยจุดเด่นและข้อบกพร่องของนักเรียน
4. เพื่อช่วยนักเรียนทบทวนหรือสรุปเนื้อหาที่ครูได้สอนไปแล้ว
5. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปราย
6. เพื่อนำนักเรียนไปสู่การศึกษาค้นคว้าปัญหาใหม่
7. เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนหาความรู้ที่เหมาะสมกับตนเองเพิ่มขึ้น
8. เพื่อช่วยให้นักเรียนมีความคิดเกี่ยวกับตนเอง (Self-Concept) ในทางที่ดี
9. เพื่อฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่เรียนมาแล้วไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ
10. เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของนักเรียนตามจุดมุ่งหมายหรือจุดประสงค์ของบทเรียนนั้น

บทเรียนนั้น

จากความคิดเห็นของนักการศึกษาทั้งหลาย พอจะสรุปได้ว่าการใช้คำถามก่อให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการเรียนการสอน ดังนี้คือ

1. ช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ อาจจะเป็นการประเมินผลสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว หรือประเมินผลตามจุดมุ่งหมายของบทเรียนนั้น ๆ เช่น ช่วยทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาแล้ว ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และช่วยสรุปบทเรียน
2. ช่วยพัฒนาระดับสติปัญญาของนักเรียน เช่น กระตุ้นนักเรียนให้เกิดความคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนคิดและมองเห็นความสัมพันธ์ของปัญหาและช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ

จะเห็นได้ว่าคำถามเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมากในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสรรหารูปแบบการใช้คำถามเพื่อให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนให้มากขึ้น

การคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัย

ความหมายของการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัย

ฮันส์เปอร์เกอร์ (Huntsberger. 1976 : 185 - 191) ได้ให้ความหมายของการคิดแบบอเนกนัยไว้ว่า หมายถึง ความสามารถที่จะคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้หลาย ๆ วิธี

เมื่อต้องเผชิญกับปัญหา เป็นความคิดที่ได้นำมาจากการสร้างสิ่งที่มีของสิ่งที่เราประสมเข้าในสมองและเป็นผลให้เราสามารถคิดหาคำตอบ หรือวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหที่เกิดขึ้นจากสิ่งนั้นได้

เกรียงศักดิ์ พราวศรี (2516 : 7) ได้ให้ความหมายของการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัย ไว้ดังนี้

การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะคิดวิเคราะห์ เปรียบเทียบสิ่งเร้า หรือโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าที่เป็นภาพ (Figural) สัญลักษณ์ (Symbol) และภาษา (Semantic) ที่กำหนดให้เพื่อเพ้นจำนวน (Differentiate) หารสิ่งที่ถูกต้องที่สุดตามความเป็นจริง ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่ว ๆ ไป เพียงสิ่งเดียว ผู้ที่สามารถเพ้นจำนวนได้สิ่งที่ถูกต้องมากถือว่าเป็นผู้มีความสามารถในการคิดแบบเอกนัยสูง

การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะตอบคำถามได้หลายแง่หลายมุม ละเอียดที่สุด และสามารถที่จะคิดรวมสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันให้เป็นรูปใหม่ที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่นไ้มากที่สุด บุคคลที่คิดได้หลายแง่หลายมุม และคิดในสิ่งที่เป้นเอกลักษณ์ (Unique) ไ้มาก ถือว่าเป็นบุคคลผู้มีความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยสูง

จากความหมายของการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัย พอจะสรุปได้ว่า

การคิดแบบเอกนัย เป็นการคิดหาสิ่งที่ถูกต้องที่สุดตามความเป็นจริงเพียงสิ่งเดียว โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วยในการคิด

การคิดแบบอเนกนัย เป็นการคิดของบุคคลที่จะตอบคำถามได้หลายแง่หลายมุม และคำตอบที่ได้นั้นจะต้องเป็นจริงหรือเป็นไปได้ในสถานการณ์ปัจจุบัน

การที่บุคคลจะมีการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัยได้นั้น บุคคลผู้นั้นก็จำเป็นต้องมีการคิดอย่างมีเหตุผลเข้ามาช่วยในการตัดสินใจ

ความสามารถทางการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัย

กิลฟอร์ด นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน จัดอยู่ในกลุ่มของนักจิตวิทยาผู้ศึกษาเกี่ยวกับสติปัญญา โดยใช้แบบทดสอบซึ่งเรียกว่ากลุ่มวัดทางจิตวิทยา (Psychometric) ซึ่งเริ่มต้นจาก อัลเฟรด บิเน็ต (Alfred Binet) และคณะผู้พยายามศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบที่มีผลต่อโครงสร้างทาง

ความคิดโดยใช้แบบทดสอบวัดสติปัญญา (I.Q.) ซึ่งต่อมา เทอร์สโตน (Thurstone) ได้นำมาพัฒนา (ฉันทนา ภาคบางก. 2528 : 12) และกิลฟอร์ด ได้นำแนวความคิดของ เทอร์สโตนไปขยายออก ซึ่ง กิลฟอร์ด ได้อธิบายความสามารถทางสมองของมนุษย์เป็น 3 มิติ ดังนี้คือ (ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. 2528 : 34 - 39)

มิติที่ 1 การขบวนการคิดหรือวิธีการ (Operations) เป็นขบวนการทางสมองที่เริ่มจากง่ายไปหายาก โดยมีส่วนประกอบ 5 ชั้น คือ

1. การรับรู้การเข้าใจ (Cognitive) หมายถึง ความสามารถทางสมองของมนุษย์ที่เห็นสิ่งเร้าแล้วเกิดความคิด รับรู้ และเข้าใจสิ่งนั้น ๆ และสามารถบอกได้ว่าสิ่งนั้น ๆ คืออะไร เช่น เห็นภาพหนังสือก็สามารถบอกได้ว่า นั่นคือหนังสือ หรือเห็นคนกำลังแสดงพฤติกรรมออกมา ก็สามารถบอกได้ว่าเขากำลังทำอะไร เป็นต้น

2. ความจำ (Memory) หมายถึง ความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการเก็บสะสมความรู้ จดจำสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในสมอง แล้วสามารถระลึกโดยทอออกมาได้ เช่น จำได้ว่าเคยเห็นภาพหนังสือมาแล้วในอดีต

3. การคิดแบบแตกแขนง (Divergent Production) หมายถึง ความสามารถทางสมองของมนุษย์ ในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้หลายแง่มุมแตกต่างกันไป เช่น ถามว่าการนอมีประโยชน์อย่างไร ในการตอบก็อาจจะมีได้หลายคำตอบ เหมือนกันบ้าง ต่างกันบ้าง บางคนก็ตอบได้หลายคำตอบ บางคนตอบได้น้อย ใครตอบได้หลายคำตอบและถูกต้องมากก็แสดงว่าคน ๆ นั้นมีความสามารถในการคิดแบบแตกแขนง

4. การคิดแบบเอกรัง (Convergent Production) หมายถึง ความสามารถทางสมองของมนุษย์ ในการคิดหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุด ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว หรือสามารถหาเกณฑ์ที่เหมาะสมได้ที่สุดในการคิดหาคำตอบของมนุษย์ เริ่มแรกมนุษย์จะคิดหาคำตอบหลาย ๆ วิธี แต่จะเลือกเอาวิธีที่ดีที่สุดเป็นคำตอบ วิธีการนี้เป็นการคิดแบบเอกรัง เช่น ถามว่าช้างใช้อะไรหายใจ ผู้ตอบอาจจะคิดว่าวัวจะหายใจโดยใช้หาง โคนแก้ม จมูก ปาก เหงือก ผิวหนัง และวง เป็นต้น เมื่อผู้ตอบทราบว่าช้างมีวงจึงสรุปว่า ช้างใช้วงหายใจเป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด วิธีการคิดแบบนี้จะให้ได้คำตอบเดียวคือการคิดแบบเอกรัง

5. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถทางสมองของมนุษย์ในการพิจารณาตัดสินคุณค่า ลงสรุป ที่ราคาใดถูกต้องเหมาะสมที่สุด โดยอาศัยเกณฑ์ที่ดีที่สุด
วิธีการคิดทั้ง 5 ชั้น ในมิติที่ 1 นี้ ไม่ได้เป็นอิสระจากกัน มนุษย์จะใช่วิธีการคิดทั้ง 5 ชั้นนี้ อย่างต่อเนื่อง โดยที่วิธีการคิดขั้นต้น ๆ จะเป็นพื้นฐานของการคิดขั้นหลัง ๆ เช่น มนุษย์รับรู้เข้าใจในสิ่งใด ก็จะจดจำไว้และหาทางคิดหลายวิธีแบบอเนกนัยและเลือกวิธีที่ดีที่สุดเพียงวิธีเดียว เพื่อใช้ประเมินค่าของสิ่งนั้นตามลำดับดังกล่าว

มิติที่ 2 ด้านเนื้อหา (Content) หมายถึง สิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความคิดหรือความรู้สึกที่สามารถตอบสนองได้ สิ่งเร้าต่าง ๆ เหล่านี้สามารถสัมผัสได้ด้วยระบบประสาท เช่น มองเห็น ไกล่เห็น ไกล่ฟัง เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. สิ่งมองเห็น (Visual) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นรูปธรรมมีรูปร่างแน่นอน และสามารถรับรู้ได้ด้วยการสัมผัส เช่น มองเห็น จับต้องได้ เช่น สมุด หนังสือ บ้าน โรงเรียน รูปภาพต่าง ๆ เป็นต้น

2. สิ่งที่ได้ยิน (Auditory) หมายถึง สิ่งเร้าที่เป็นเสียง ที่สามารถสัมผัสได้ทางหู เช่น เสียงดนตรี เสียงรถไฟ การพูดคุย เป็นต้น

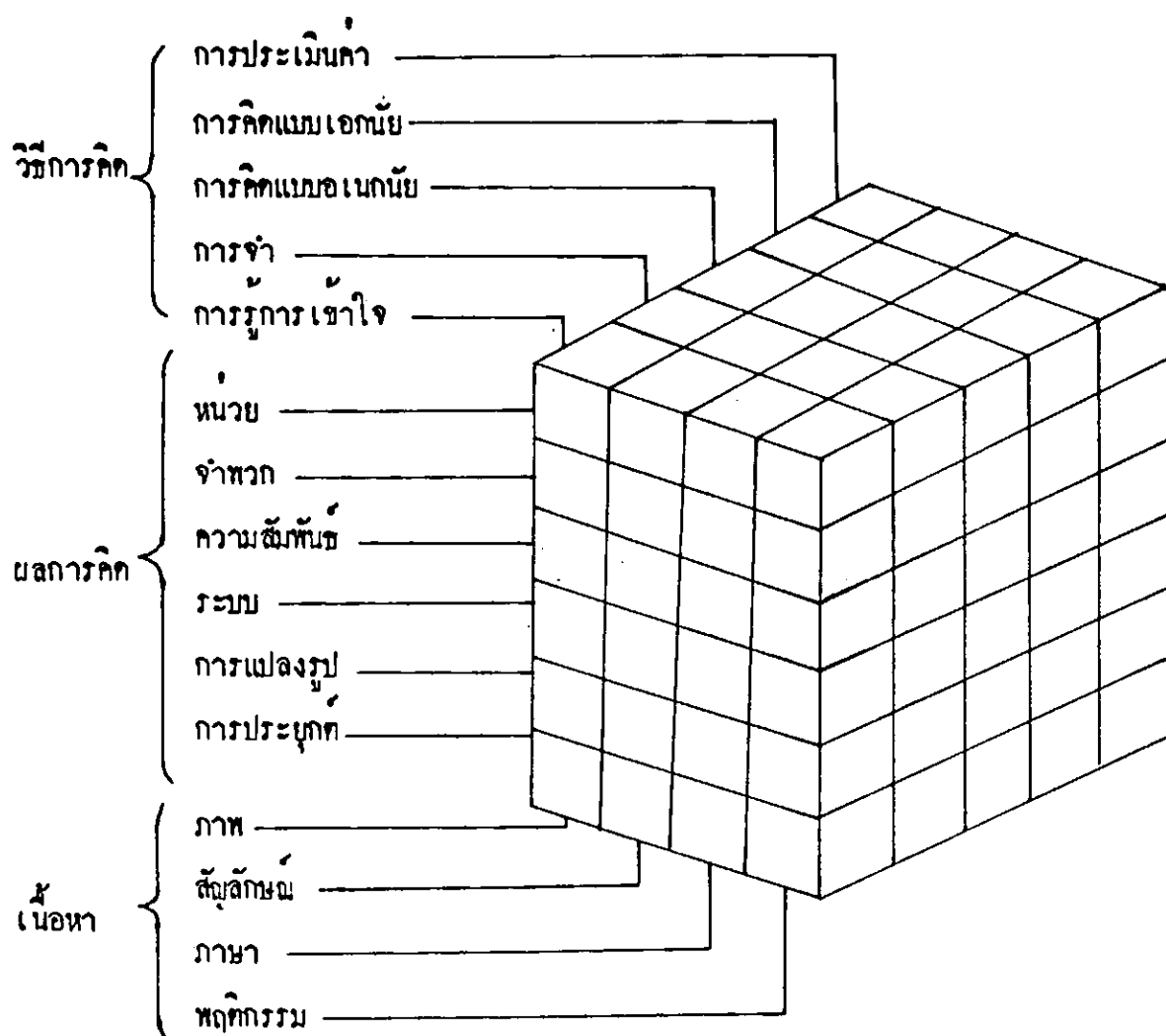
3. สัญลักษณ์ (Symbolic) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นเครื่องหมายหรือสัญญาณต่าง ๆ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร สัญญาณจราจร โน้ตดนตรี เครื่องหมายต่าง ๆ เป็นต้น

4. ภาษา (Semantic) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นถ้อยคำต่าง ๆ ที่ใช้พูดหรือภาษาที่ใช้เขียนที่มีความหมาย สามารถใช้เป็นสื่อในการติดต่อกับบุคคลอื่น ๆ ได้ แต่ส่วนใหญ่มองในด้านการคิด (Verbal Thinking) มากกว่าเขียน

5. พฤติกรรม (Behavioral) หมายถึง สิ่งเร้าหรือข้อมูลที่เป็นการกระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ ของบุคคล รวมถึงการแสดงออกทางจิตใจที่ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยการมองเห็นโดยตรง เช่น หัตถศิลป์ อารมณ์ ความต้องการ ความคิด เป็นต้น

มิติที่ 3 ด้านผลของการคิด (Products) หมายถึง ผลที่เกิดจากการรับเอาสิ่งเร้าหรือข้อมูลในมิติที่ 2 เข้ามาไว้ในสมอง แล้วใช้กระบวนการคิดทั้ง 5 ชั้น ในมิติที่ 1 ผลผลิตของความคิด ออกมาในรูปต่าง ๆ กันตั้งแต่เป็นหน่วยย่อยจนถึงการประยุกต์ใช้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ประเภท คือ

1. หน่วย (Units) หมายถึง สิ่งย่อยที่สุดของสิ่งต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ไม่เหมือนกับสิ่งอื่น ๆ เช่น ช่าง มา หนู เตื่อ เป็นต้น
 2. จำพวก (Classes) หมายถึง กลุ่มต่าง ๆ หรือชุดของหน่วยที่มีคุณสมบัติร่วมกัน เช่น สุนัขกับแมว เป็นหน่วยย่อยต่างกัน แต่จัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เพราะมีคุณสมบัติร่วมกัน คือ เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งคู่
 3. ความสัมพันธ์ (Relations) หมายถึง ผลของการเชื่อมโยงความคิดของประเภท หรือมากกว่าเข้าด้วยกัน โดยอาศัยความสัมพันธ์บางอย่างเป็นเกณฑ์ อาจจะเป็นหน่วยกับหน่วย หน่วยกับจำพวก หรือจำพวกกับจำพวก ก็ได้ เช่น พ่อกับแม่ ชายกับหญิง มีความสัมพันธ์กัน หรือคนกับบ้าน นกกับรัง เป็นต้น
 4. ระบบ (Systems) หมายถึง การจัดองค์การ จัดแบบแผนหรือจัดรวมโครงสร้าง ในกลุ่มต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกันอยู่ในระบบเดียวกัน โดยมีหลักเกณฑ์ร่วมกัน เช่น 1, 3, 5, 7, 9 เป็นระบบเลขคี่ และ 1, 2, 3, 4, ... เป็นระบบเลขจำนวนธรรมชาติ
 5. การแปลงรูป (Transformations) หมายถึง การเปลี่ยนแปลง ทดแปลงหรือ ปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปร่างใหม่ การเปลี่ยนแปลงนี้อาจจะมองในรูปแบบของข้อมูล หรือประโยชน์ก็ได้ เช่น การแปลความหมาย การย่อความ การขยายความ เป็นต้น
 6. การประทุกฏ (Implications) หมายถึง การนำเอาความเข้าใจข้อมูลไปใช้ในการคาดคะเนหรือพยากรณ์ว่าถ้ามีเหตุเกิดขึ้นแล้วจะเกิดผลใดตามมา มักจะเป็นการคาดคะเน ในเชิงตรรกวิทยา (Logic) ที่พออาศัยเหตุและผล
- จากทฤษฎีโครงสร้างของสมองตามทฤษฎีของ กิลฟอร์ด สามารถเขียนแผนภาพแสดงเป็น รูป 3 มิติ ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 โมเดลโครงสร้างของสมองทฤษฎีของ กิดฟอร์ด

ความเกินของทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด อยู่องค์ประกอบของมิตินึกคิด เอกนัยและความคิดเอกนัย ซึ่ง กิลฟอร์ด (ประทุมพร ศุภเจริญ. 2520 : 30 ; อ้างอิงมาจาก Guilford and Tenenpor. 1968 : 34) มีความเห็นว่า วิธีคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา และการคิดก่อให้เกิดสิ่งต่าง ๆ ใหม่ ๆ เป็นความคิดสร้างสรรค์ซึ่งประกอบด้วยการคิดแบบเอกนัย และการคิดแบบเอกนัย การที่จะใช้การคิดแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาว่าต้องการคำตอบอย่างไร ถ้าปัญหานั้นมีโครงสร้างไม่ชัดหรือคลุมเครือไม่เพียงพอที่จะใช้ในคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ก็ต้องใช้วิธีคิดแบบเอกนัย ซึ่งอาจหาคำตอบได้หลาย ๆ ทาง แต่ถ้ามองการคิดแก้ปัญหานั้น ต้องการคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียววิธีวิธีการคิดก็จะเป็นแบบเอกนัย ลักษณะของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องใช้ความคิดทั้ง 2 แบบควบคู่กันไป ซึ่งความคิดที่มีความแตกต่างกันนี้ไปสู่การค้นคว้าต่าง ๆ มากมาย (ฉันทนา ภาคบังษ. 2528 : 15)

จากทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ กิลฟอร์ด ซึ่งแบ่งพฤติกรรมทางสมองของมนุษย์ออกเป็น องค์ประกอบที่มี 3 มิติ มิติที่ 1 คือ ด้านขบวนการคิดหรือวิธีการ มิติที่ 2 คือ ด้านเนื้อหา และ มิติที่ 3 คือ ด้านผลของการคิด จึงเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยคิดที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย และชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

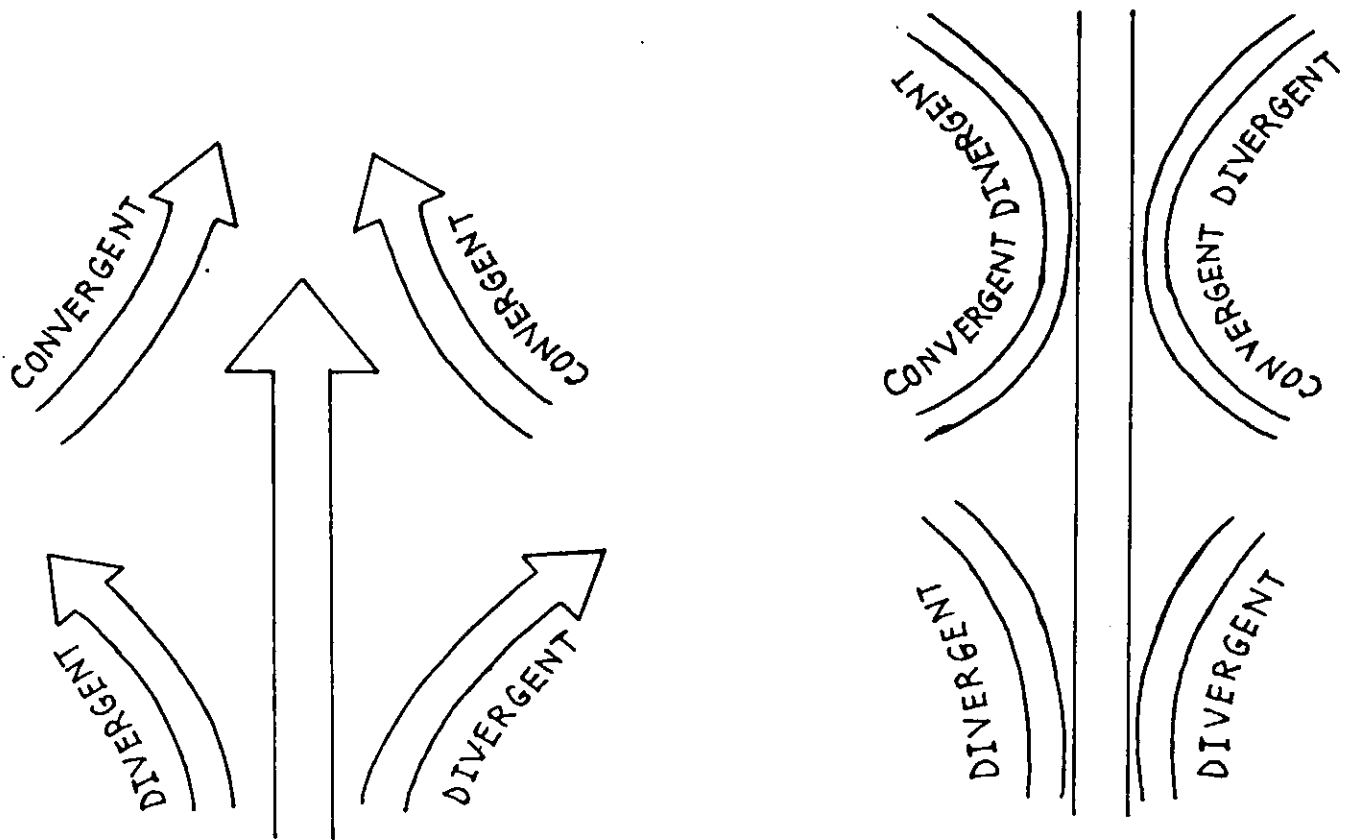
ความสัมพันธ์ของการคิดแบบเอกนัยกับการคิดแบบเอกนัย

ความสัมพันธ์ของการคิดแบบเอกนัยกับการคิดแบบเอกนัย มีผู้ให้ทัศนะไว้ต่าง ๆ กัน เช่น เทลโฟลด์ และซอเรีย (Telford and Sawrey. 1967 : 134) ได้กล่าวว่า การคิดแบบเอกนัยกับความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่สิ่งเดียวกัน เพราะความคิดสร้างสรรค์จะประกอบด้วยการคิดแบบเอกนัย (Divergent Thinking) การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) และการคิดประเมินผล (Evaluation)

การ์รีย์ และคิงส์เลย์ (Garry and Kingsley. 1970 : 473 - 474) ได้กล่าวว่า การคิดไม่ว่าจะเป็นแบบเอกนัย หรือแบบเอกนัยก็ตามเป็นกระบวนการที่อยู่ในระดับจิตใต้สำนึก (Unconscious) ของบุคคลซึ่งความแตกต่างระหว่างการคิดแบบเอกนัยกับการคิดแบบเอกนัยนี้สามารถอธิบายได้ง่าย ๆ ว่าการคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) เป็นการคิดใน

ระบบปิด (Closed System) คือกำหนดให้คิดในลักษณะที่ทับเข้าในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น ส่วนการคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นการคิดในระบบเปิด (Open System) ซึ่งผู้ตอบจะมีอิสระในการคิดทุกทิศทาง เขาจะค้นหาวิธีการแก้ปัญหาในแนวทางกว้างและลึก และสามารถตอบในแนวใด ๆ ก็ได้โดยไม่จำกัด

แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (Anderson and others. 1970 : 95 - 97) มีความเห็นบางส่วนที่คล้ายกันกับ การริ้ว และคิงส์เลย์ แต่ความคิดที่ต่างออกไปก็คือ เขาคิดว่า การคิดแบบอเนกนัยจะเป็นกระบวนการคิดในลักษณะไม่หยุดนิ่ง (Dynamics) เป็นการคิดขั้นต้นของการแก้ปัญหา ก่อนที่ผู้ตอบจะใช้การคิดแบบเอกนัยเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด การคิดแบบอเนกนัย จะใช้ร่วมกันตลอดเวลากับการคิดแบบเอกนัย ความสัมพันธ์ของการคิดทั้งสองแบบดังกล่าวนี้ อาจแสดงได้ด้วยภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 โมเดลลักษณะการคิดแบบเอกนัย-แบบเอกนัย

จากเอกสารเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการคิดแบบเอกนัยกับการคิดแบบเอกนัยนั้นจะเห็นได้ว่านักเรียนจะต้องใช้ทั้งการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบเอกนัยร่วมกันในการแก้ปัญหา ดังนั้นทั้งการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบเอกนัยต่างก็จะมีประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนของครู

ความสัมพันธ์ของคำถาม คำตอบ การคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบเอกนัย

คณะอนุกรรมการวิจัยและจัดทำหลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา หน่วยงานวิทยาสัย (2525 : 10 - 11) ได้กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่สัมพันธ์กับการคิดไว้ดังนี้

1. การที่ครูถามโดยให้นักเรียนตอบโดยใช้การคิดแบบเอกนัย (Convergent Thinking) หมายถึง ครูถามให้นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เคยเรียนรูมาแล้ว เข้าด้วยกัน ให้อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ และอธิบายถึงผลที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุต่าง ๆ อธิบายถึงคุณภาพของสิ่งต่าง ๆ ว่าดีหรือไม่ดี สำคัญหรือไม่สำคัญ มีประโยชน์หรือไม่มีความเห็นต่าง ๆ ใช่หรือไม่ใช่ เพราะอะไร อธิบายการทำงานแต่ละขั้นตอนโดยอาศัยความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว ให้จัดกระทำกับข้อมูล และสื่อความหมายข้อมูล ให้มีความหมายชัดเจน และลงข้อสรุปคือให้หาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการเปรียบเทียบ บอกความแตกต่าง ความคล้ายคลึง จักลัดับที่ตำแหน่งประเภท และสรุปความสัมพันธ์ทั้งหมดของข้อมูลให้ชัดเจนจากโจทย์ที่กำหนดให้ ให้นำหลักเกณฑ์ที่เรียนรู้อแล้วไปใช้ในการแก้ปัญหา ให้แยกเหตุการณ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ อะไรบ้าง และส่วนย่อยนั้นมีส่วนใดที่สำคัญ และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีคำตอบถูกคำตอบเดียว

2. การที่ครูถามโดยให้นักเรียนตอบโดยใช้การคิดแบบอเนกนัย (Divergent Thinking) หมายถึง ครูถามให้นักเรียนตอบโดยใช้ความคิดริเริ่มของตนเอง ไม่ซ้ำกับใครหรือซ้ำกับที่เรียนมาแล้ว ได้แก่ การให้นักเรียนแก้ไข ปรับปรุง เปลี่ยนแปลง ความคิดต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว ให้ทั้งสมบูรณ์ขึ้น ให้กำหนดตัวแปร ให้เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่ ๆ ให้ออกแบบการทดลอง ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายคำตอบ

กัลแลเกอร์ (Gallagher. 1962 : 227) ได้กล่าวว่า การคิดแบบอเนกนัยนั้น นอกจากผู้ตอบจะใช้ความคิดในการคิด คิดในลักษณะกว้างและลึกแล้วผู้ตอบยังจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับคำตอบด้วย ซึ่งเขาได้กล่าวถึงลักษณะของคำตอบที่เกิดจากการคิดแบบอเนกนัยไว้ 3 ประการ คือ

1. El - Elaboration ได้แก่ ความสามารถในการตอบคำถามในแนวกว้างให้มากที่สุด ตอบได้ละเอียดที่สุด และเป็นคำถามที่เ็นรูป ซึ่งสามารถคิดและวิจารณ์ได้หลายลักษณะ

2. Ass - Association คำตอบนั้นจะต้องเป็นคำตอบที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ซึ่งอาจเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะของแนวคิด รูปร่าง สี เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ และผู้ตอบจะมีอิสระที่จะคิดแบบของความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปใดก็ได้

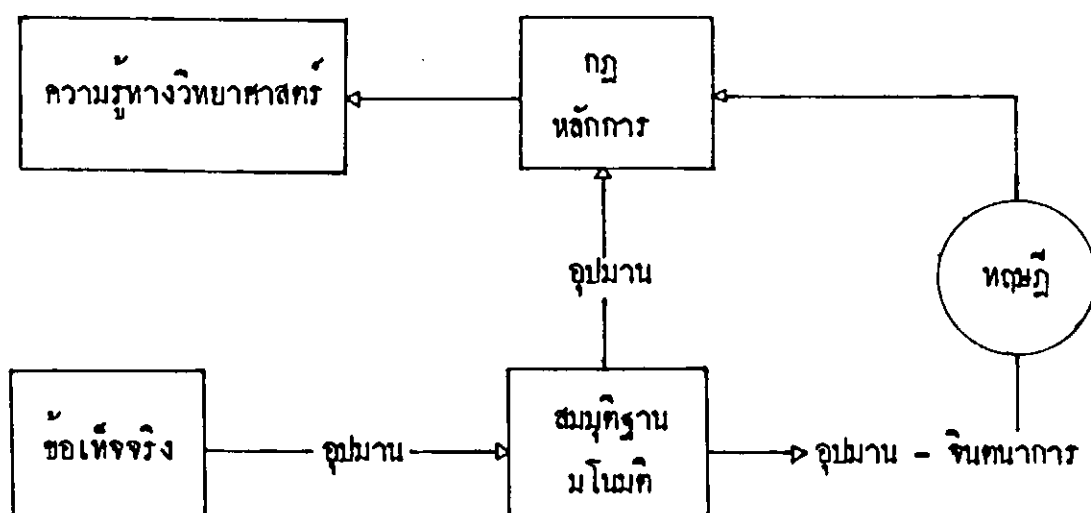
3. Syn - Synthesis คำตอบนั้นจะต้องมีเนื้อหาสาระที่สามารถสรุปความสัมพันธ์หรือสามารถนำข้อสรุปไปประยุกต์ได้อย่างอิสระ

จากเอกสารดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าคำถามสามารถที่จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดได้ และคำตอบก็แสดงให้เห็นถึงลักษณะการคิดของนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาคำถามที่เน้นการคิดแบบเอเจนซีและคำถามที่เน้นการคิดแบบอเนกนัย

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมจิต สวชนไพบูลย์ (2526 : 1 - 5) ได้กล่าวถึงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับอนุกรมการพัฒนากการสอนและนิติศาสตร์อุปการการสอนวิทยาศาสตร์ (2525 ก : 1 - 15) โดยสรุปดังนี้

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ทำเนิการค้นคว้าสืบเสาะ ทดลองจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวนไพบูลย์ (2526 : 63 - 69) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่างๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติ และจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น ดังนี้ คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผล และการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้ว ผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบอีกด้วย คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน อุทิศหา ความซื่อสัตย์ ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ ๆ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติ และจากการฝึกฝนความนึกคิดอย่างมีระบบ ซึ่ง สสวท. ได้รวบรวมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ 13 ทักษะ (สสวท. 2526 : 1 - 16) คือ

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ได้ใช้ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนใดอย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ทั้งกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ ไคแก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ไคแก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ไคจากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้นับเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไคอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความึกเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความึกเห็นให้กับข้อมูลที่ไคจากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้น ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการสรุป

การพยากรณ์ เกี่ยวกับตัวเลข ไคแก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ห่าไค 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมุติฐาน หมายถึง การคิดหาค่าตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมุติฐานหรือคำขอที่ตกไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมุติฐานที่ตั้งไว้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดสอบหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมุติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมุติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้

11. การกำหนดและความคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การขึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ 통제ควบคุมในสมมุติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนแปลงไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

ตัวแปรที่ 통제ควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือทดสอบสมมุติฐานที่ตั้งไว้ใน การทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและความคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้อากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะ และสมบัติของข้อมูลที่พบ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ ที่กล่าวมาแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะที่ 1 ถึง 8 และทักษะขั้นบูรณาการ ได้แก่ ทักษะที่ 9 ถึง 13

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้รับทั้งเนื้อหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการ วัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ของ ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 21 - 31) ไปสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหา ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการจำแนกประเภท การคำนวณ การลง ความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน และการตีความหมายข้อมูลและ ลงข้อสรุป

เอกสารเกี่ยวกับการศึกษามีเหตุผล

ความหมายของการคิด

นักจิตวิทยาการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดในลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น

บรุนเนอร์ และคนอื่น ๆ และทาบ (สมเจตน์ ไวยาकरण 2530 : 12 ;

อ้างอิงมาจาก Bruner and others. 1956 and Taba. 1965) ได้ให้ความหมาย

สอดคล้องกันว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการสร้างแนวคิดรวบยอด (Concept Formation)

ด้วยการจำแนกความแตกต่าง การจัดกลุ่ม และการกำหนดเรียกชื่อ (Labeling) เกี่ยวกับ

ข้อความจริงที่ได้รับและเป็นกระบวนการที่ใช้ในการแปลความหมายข้อมูล รวมถึงการสรุปอ้างอิง

ด้วย การจำแนกรายละเอียด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ ตลอดจนเป็น

กระบวนการเกี่ยวกับการนำกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีเหตุผลและเหมาะสม

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1962 : 129) ให้ความหมายว่า การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้น

ในสมอง เนื่องจากกระบวนการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นกระบวนการ

ที่ภาพหรือสัญลักษณ์ของสิ่งของหรือสถานการณ์ต่าง ๆ มาปรากฏในแนวคิด (Idea) หรือจิตใจ (Mind)

เพียเจต์ (สมเจตน์ ไวยาकरण 2530 : 12 - 13 ; อ้างอิงมาจาก Piaget.

1962 : 58) ให้ทัศนะเกี่ยวกับการคิดของบุคคลว่าเป็นกระบวนการใน 2 ลักษณะ คือ การดูดซึม

และการปรับขยายโครงสร้าง

การดูดซึม (Assimilation) เมื่อคนใดปะทะกับสิ่งแวดล้อมจะทำให้เกิดความรู้สึก ความรู้และความคิดขึ้น ซึ่งจะเข้าไปรวมหรือเกี่ยวข้องกับ Schema อันหมายถึง ความรู้ที่สะสมเป็น หุ่นเดิมของเด็ก หรือประสบการณ์เดิมของเด็กนั่นเอง วิธีการเข้าไปรวมเช่นนี้เรียกว่า การดูดซึม

การปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) ถ้าคนใดประสบกับเหตุการณ์ใด ๆ ซึ่งไม่อาจเข้ากันได้กับ Schema ที่มีอยู่ คนนั้นจะพยายามปรับปรุง Schema ที่มีอยู่นั้นให้เข้า กันได้ หรืออาจจะสร้าง Schema ใหม่ ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับสิ่งเร้าที่เข้ามา วิธีการเช่นนี้ เรียกว่า การปรับขยายโครงสร้าง

การที่เด็กมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งใด ๆ ก็ตาม ครั้งแรกเด็กพยายามทำความเข้าใจกับ
 ประสมการณ์ใหม่ด้วยการใช้ความคิดเดิม หรือประสมการณ์เดิม (Assimilation)
 แต่เมื่อประสมการณ์สำเร็จ เด็กจะต้องเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ (Accommodation)
 จนในที่สุดเด็กสามารถผสมผสานความคิดใหม่ให้กลมกลืนเข้ากันได้กับความึกเก่า สถานการณ์
 เช่นนี้ก่อให้เกิดความสมดุล (Equilibrium) อันมีผลทำให้คนสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม
 ได้ (ทรรณิ ชูหทัย. 2522 : 50 - 55)

กิลฟอร์ด (สมเจตน์ ไวยากรณ. 2530 : 12 ; อ้างอิงมาจาก Guilford. 1967)
 ให้ความหมายว่า การคิดเป็นการค้นหาหลักการ (Abstraction) โดยการแยกแยะคุณสมบัติของ
 สิ่งต่าง ๆ หรือข้อความจริงที่ได้รับแล้ว ทำการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปอันเป็นหลักการของข้อ
 ความจริงนั้น ๆ รวมถึงการนำหลักการดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากเดิม
 (Generalization)

โบโนและซีเกล (เชกศักดิ์ ไชวสินธุ์. 2530 : 24 ; อ้างอิงมาจาก Bono.
 1981 and Sigel. 1984) ได้รวบรวมและสรุปความหมายของการคิดว่า จะมีความหมาย
 เปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่มีขอบเขต ตามลักษณะปฏิบัติการทางสมอง (Mental Function)
 จากสิ่งที่เรียกว่า Suggesting Passive Reception อันได้แก่ การใคร่ครวญ (Reflection)
 การคิดอย่างจริงจัง (Serious Thought Meditation) และการคิดอย่างฉกฉวย (Cogitation)
 ไปสู่ Active Approach ซึ่งเป็นการแสดงออกของพลังสมอง (Mental Action) เช่น
 การสร้างความคิดรวบยอด (Conceptualization) และการแก้ปัญหา (Problem Solving)
 ตลอดจนสิ่งที่ปฏิบัติการทางสมอง (Mental Operation) เช่น การอุปมา (Induction)
 การอนุมาน (Deduction) การใช้เหตุผล (Reasoning) การจัดเรียงลำดับ (Sequencing)
 การจัดประเภท (Classification) และการให้ความหมายของความสัมพันธ์ (Definition
 of Relationship) โดยกระบวนการแต่ละกระบวนการเหล่านี้ สามารถทำหน้าที่แยกจากกัน
 เป็นอิสระ หรือทำหน้าที่ร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการคิดหรือสิ่งที่ต้องการ เช่น การค้น
 ปัญหาหรือการแก้ปัญหา

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่า การคิดมีลักษณะเป็นทั้งกระบวนการและผลผลิต ซึ่งมีลักษณะ
 ที่ต่อเนื่องกัน แยกออกจากกันโดยเด็ดขาดไม่ได้

ความสำคัญของการคิด

ความสำคัญของการคิดและการพัฒนาการคิดนั้น เป็นสิ่งสำคัญยิ่งสำหรับการจัดการศึกษา ทั้งจะเห็นได้จากการประชุมร่วมกันของนักการศึกษา เมื่อปี 1949 เพื่อพิจารณาจำแนก จุมนงหมายทางการศึกษา (Taxonomy of Educational Objectives) โดยได้จำแนกออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านการคิด (Cognitive Domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านวิชาการที่ใช้กระบวนการทางสมองเพื่อก่อให้เกิดความรู้
2. ด้านความรู้สึก (Affective Domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านความรู้สึก เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางค่านิยมและบุคลิกภาพ
3. ด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) หมายถึง การเรียนรู้ด้านทักษะอันเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ และการแสดงออกของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ

จุมนงหมายทั้งสามด้านดังกล่าวนี้ นักการศึกษาที่เข้าร่วมประชุมครั้งนั้นจัดให้เป็นจุมนงหมายหลักที่สำคัญของการจัดการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการจัดการศึกษาระบบใด หรือระดับใด และจุมนงหมายด้านการคิดเป็นจุมนงหมายที่กลุ่มนักศึกษากลุ่มนี้ให้ความสำคัญเป็นลำดับแรก (เจคคัสท์ ไชวาสินธุ์. 2530 : 2 ; อ้างอิงมาจาก Bloom and others. 1972)

ฮิลล์ ได้สรุปแนวคิดของ บลูม และคนอื่น ๆ เกี่ยวกับการจำแนกจุมนงหมายของพฤติกรรมด้านการคิดไว้ดังนี้ (Hill. 1984 : 184)

1. พฤติกรรมด้านการคิดสามารถแยกได้เป็น 6 ระดับพฤติกรรม คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
2. ระดับของพฤติกรรมดังกล่าวนี้ มีการจัดเรียงอย่างเป็นลำดับขั้น (Hierarchical) ซึ่งหมายความว่า พฤติกรรมระดับสูงกว่าจะมีความซับซ้อนมากกว่าพฤติกรรมที่อยู่ระดับต่ำกว่า
3. ลักษณะของพฤติกรรมที่จัดเรียงลำดับขั้นนี้มีลักษณะเป็นการสะสม (Cumulative) กล่าวคือ พฤติกรรมที่อยู่ในระดับขั้นสูงกว่าจะรวมพฤติกรรมที่อยู่ระดับขั้นต่ำกว่าไว้ด้วย
4. กระบวนการต่าง ๆ ของการจัดลำดับขั้นของพฤติกรรมที่แตกต่างกันนี้ มีความเป็นอิสระจากอาบุ ชนิดของกระบวนการสอน ตลอดจนเนื้อหาวิชาโดยทั่วไป

แนวคิดของ บรูม และคนอื่น ๆ ในการจำแนกพฤติกรรมด้านการคิดดังกล่าวไว้รับ
ความสนใจ และถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในวงการศึกษา

แนวทางพื้นฐานเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด

การประชุม Invitational Conference ของนักการศึกษาทั่วโลกจำนวนผู้เข้าร่วม
ประชุม 60 คน ที่ The Wingspread Conference Center in Racine รัฐ Wisconsin
เมื่อเดือนพฤษภาคม 1984 เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดของเด็ก ซึ่งพบว่า การทำเนิ
การวิจัยและทดลอง เพื่อพัฒนาการคิดจากนักการศึกษาได้ดำเนินการไปตามความสนใจของแต่ละคน
มีทั้งที่ใช้นำแนวทางที่สอดคล้องกัน และแนวทางที่แตกต่างกัน สามารถสรุปแนวทางพื้นฐานเพื่อพัฒนา
คุณภาพการคิดออกเป็น 3 แนวทางด้วยกัน คือ (เชกคักก์ โฆวสินธุ์. 2530 : 28 - 29)

1. แนวทางการสอนเพื่อให้คิด (Teaching for Thinking) การสอนตามแนวทางนี้
เน้นในค่านิยมวิชาการ โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในค่าน
การคิดของเด็ก ทั้งนี้เนื่องจากผลของการประเมินความก้าวหน้าทางการศึกษาแห่งชาติของ
The National Assessment of Educational Progress : NAEP เมื่อปี 1983 พบว่า
ในกลุ่มเด็กอายุ 17 ปี มีความสามารถในการทำความเข้าใจกับสิ่งที่ย่านลดลงถึงร้อยละ 10
โดยลดลงจากร้อยละ 51 ในปี 1970 เหลือเพียงร้อยละ 41 ในปี 1980 ความเข้าใจใน
ทฤษฎีวิทยาศาสตร์ลดลงจากร้อยละ 62 ในปี 1973 เหลือร้อยละ 58 ในปี 1978 และความสามารถ
ในการเขียนเพื่อชักจูงคนอ่านลดลงจากร้อยละ 21 ในปี 1974 เหลือร้อยละ 15 ในปี 1979
ข้อค้นพบดังกล่าวนี้จากการศึกษาพบว่า เป็นผลมาจากวิธีการสอนของครู ซึ่งโดยปกติแล้วครู
ส่วนใหญ่ยังนิยมใช้วิธีการสอนที่เคยใช้อยู่ตามปกติ โดยที่การสอนในลักษณะนี้นักเรียนจะมีส่วน
รวมในกระบวนการเรียนการสอนน้อยมาก การใช้คำถามของครูมักจะเป็นไปในลักษณะที่รวบรัด
รัดกุม ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกิดการเรียนรู้หรือขยายแนวคิดของตนได้ ซึ่ง แบรินค
(Brandt. 1983) ได้ให้ทัศนะว่า เด็กจะเป็นนักคิดที่ดีได้ ถ้าครูรู้จักใช้คำถามที่กระตุ้นให้เด็ก
ไตร่ตรองคิด รู้จักทำความเข้าใจกับแนวคำตอบของตน ตลอดจนรู้จักทำการตั้งคำถามเพื่อตรวจสอบ
ตนเองโดยสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเกิดขึ้นได้ จากการสอนที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีบทบาทและมีส่วน
ร่วม ในการเรียนการสอนมากขึ้นกว่าเดิม โดยครูควรมีบทบาทเพียงเป็นผู้ชี้แนะและกระตุ้นให้

นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่ ตลอดจนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการศึกษาคำตอบจากคำถามของครูโดยคำถามต่าง ๆ ของครูนั้นควรเป็นคำถามที่มีคุณภาพในการเร้าให้เด็กเรียนรู้ของใช้ความสามารถด้านการคิดที่สูงกว่าระดับความจำมาคิดแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ

2. แนวทางการสอนการคิด (Teaching of Thinking) การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ เป็นการปลูกฝังทักษะการคิดโดยตรง ลักษณะของงานที่นำมาใช้สอนจะไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาการที่เรียนในโรงเรียน แนวทางในการสอนแตกต่างกันออกไปตามทฤษฎีและความเชื่อพื้นฐานของแต่ละคนที่นำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมการสอน เช่น ไรท์ทฤษฎีเกี่ยวกับองค์ประกอบของการคิด หรือทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลข้อความจริง การสอนตามแนวทางนี้เป็นที่ยอมรับและนำไปใช้มาก ได้แก่ โปรแกรมการสอนของ ฟุเออร์สไตน์ และมีคเกอร์

3. แนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching about Thinking) การสอนการคิดตามแนวทางนี้เน้นไปที่การใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยการช่วยเหลือให้เด็กได้รู้ และเข้าใจในกระบวนการคิดของตนเอง เพื่อให้เกิดทักษะการคิดที่เรียกว่า Metacognition คือ รู้ว่าตนเองรู้อะไร ท้องการรู้อะไร และยังไม่รู้อะไร ตลอดจนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ ผู้ที่สนใจการสอนเพื่อพัฒนาการคิดตามแนวทางนี้ ได้แก่ เกอร์ก และคอสตา แต่แนวทางดังกล่าวนี้ยังต้องการงานวิจัยที่จะสนับสนุนอีกมาก ซึ่ง คอสตาเชื่อว่าในทศวรรษหน้าจะเป็นยุคของการวิจัยทางการคิดแบบ Metacognition

ประเภทของการคิด

ฮิลการ์ด (ประสาธ อิศรปริทา. 2523 : 186 ; อ้างอิงมาจาก Hilgard. 1962) ได้จำแนกการคิดออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

1. การคิดแบบสัมพันธ์ต่อเนื่อง (Associative Thinking) เป็นการคิดที่ไม่มีจุดมุ่งหมาย และไม่ใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การที่จิตแพทย์ให้คนไข้ได้นอนหลับคลาความถึงเกรียก แล้วชักชวนคนไข้พูดคุยเรื่องใดก็ได้ที่คนไข้คิดถึง และคิดเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งหรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งหรือการคิดแบบฝันกลางวัน เป็นต้น

2. การคิดแบบมีจุดมุ่งหมาย (Directed Thinking) เป็นการคิดที่จะหาช่องทางเพื่อบรรลุเป้าประสงค์ ซึ่งจะใช้ในการแก้ปัญหาโดยตรง การคิดประเภทนี้ยังแยกออกเป็น การคิดอีก 2 แบบ คือ

2.1 การคิดที่พิจารณาถึงหลักการและเหตุผลในเรื่องที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าจะถูกต้อง หรือไม่ คือ เป็นการคิดที่พยายามรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาที่มียุ่ ไม่ได้อะไรขึ้นมาใหม่ ได้แก่ การคิดแบบวิจารณ์ (Critical Thinking) การคิดหาเหตุผล (Reasoning Thinking) การคิดแบบเอกฉันท์ (Convergent Thinking) เป็นต้น

2.2 การคิดที่พยายามหาวิธีการหรือความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหา การคิดประเภทนี้จะทำให้เกิดวิทยาการและเครื่องประสิทธิ์ใหม่ ๆ ขึ้น เช่น การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หรือการคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) เป็นต้น

กาเบ้ (สมเจตน์ ไวยการณ. 2530 : 13 ; อ้างอิงมาจาก Gagne. 1970 :283) ได้จำแนกลักษณะหรือประเภทของการคิดออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การคิดอย่างเลื่อนลอยหรือไม่ทิศทาง คือ การคิดจากสิ่งที่มีประสบการณ์เห็นจากประสบการณ์ตรง จากสิ่งที่ได้ยินหรือได้ฟังมา หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการคิดต่อเนื่อง (Associative Thinking) จำแนกย่อยออกเป็น 5 ลักษณะคือ

1.1 Free Association คือ การคิดถึงเหตุการณ์แล้วมาแล้ว เมื่อมีการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจำพวกคำพูดหรือเหตุการณ์

1.2 Controlled Association คือ การคิดโดยอาศัยคำสั่งเป็นแนว เช่น ผู้คิดอาจได้รับคำสั่งให้บอกคำที่อยู่ในพวกเดียวกันกับคำที่ตนได้ยินมา

1.3 Day Dreaming คือ การคิดที่มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันตนเองหรือเพื่อให้เกิดความพอใจในตน ซึ่งเป็นการคิดฝันในขณะที่ยังตื่นอยู่

1.4 Night Dreaming คือ การคิดฝันเนื่องจากความคิดของตนหรือเป็นการคิดฝันเนื่องจากการรับรู้หรือตอบสนองสิ่งเร้า

1.5 Autistic Thinking คือ การคิดหาเหตุผลเข้าข้างตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเชื่อหรืออารมณ์ของผู้คิดมากกว่าขึ้นอยู่กับลักษณะที่แท้จริงของการคิด

2. การคิดอย่างมีทิศทางหรือมีจุดมุ่งหมาย คือ การคิดที่บุคคลเริ่มใช้ความรู้พื้นฐาน เพื่อบำบัดการกีดขวางการคิดที่เพี้ยน การคิดที่เลื่อนลอยไร้ความหมายให้เป็นการคิดที่มีทิศทางขึ้น โดยมุ่งไปสู่จุดหมายจุดใดจุดหนึ่ง และเป็นการคิดที่มีผลสรุปของการคิดหลังจากที่คิดเสร็จแล้ว ซึ่งจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creative Thinking) คือ การคิดในลักษณะ ที่คิดในหลายทิศทาง (Diverge Thinking) ไม่ซ้ำกัน หรือเป็นการคิดในลักษณะที่โยงสัมพันธ์ได้ (Association) กล่าวคือ เมื่อระลึกสิ่งใดสิ่งหนึ่งก็จะเป็นสะพานเชื่อมต่อไปหะสิ่งต่าง ๆ ใดต่อไป โดยสัมพันธ์กันเป็นลูกโซ่

2.2 การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Thinking) คือ การคิดอย่างมี เหตุผล (Reasoning Thinking) ซึ่งเป็นการคิดที่ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาถึง สภาพการณ์หรือข้อมูลต่าง ๆ ว่ามีข้อเท็จจริงเพียงใดหรือไม่

การคิดอย่างมีทิศทางและมีจุดมุ่งหมายนั้น คลอสเมอร์ และริฟเฟิล (Klausmeier and Ripple. 1971 : 438 - 439) ให้ความสำคัญว่าเป็นรากฐานที่สำคัญของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ของบุคคล ทั้งนี้เพราะในการเรียนรู้และการแก้ปัญหานั้น บุคคลจะต้องรู้จักใช้การคิดแบบวิเคราะห์ วิจัย (Critical Thinking) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อความจริงหรือปัญหานั้น ๆ ในลักษณะ ต่าง ๆ และใช้การคิดเชิงสร้างสรรค์ในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ ในการเรียนรู้และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นการคิดในลักษณะที่เป็นการขยายทัศนะของบุคคลให้กว้างไกลออกไป

การที่บุคคลจะคิดอย่างมีจุดมุ่งหมายทั้งในลักษณะที่เป็นการคิดเชิงวิเคราะห์และการคิด สร้างสรรค์นั้น บุคคลต้องรู้จักใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสม ซึ่ง New Jersey Board of Higher Education) ได้สรุปเกี่ยวกับความสามารถที่จำเป็นสำหรับการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย ออกเป็น 5 ประการ คือ (สมเจตน์ ไวยการณ 2530 : 16)

1. ความสามารถในการจำแนกรายละเอียดและกำหนดสิ่งที่ปัญหาได้เป็นอย่างใด เช่นเกี่ยวกับความสามารถในการกำหนดเป้าหมาย และประเมินวิธีการในการแก้ปัญหานั้น

2. ความสามารถในการรู้จักและเลือกใช้เหตุผลแบบอนุมานและอุปมาน และรู้จัก ความไม่ถูกต้องของเหตุผล

3. ความสามารถในการลงข้อสรุปอย่างมีเหตุผลจากข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ เช่น จากข้อเขียน คำพูด การงานหรือรูปภาพ และสามารถโต้ตอบผู้อื่นได้อย่างมีเหตุผล
4. ความสามารถในการเข้าใจ การสร้างและการใช้ความคิดรวบยอด ตลอดจนการขยายความคิดอย่างกว้างขวาง

5. ความสามารถในการจำแนกข้อความจริงและความคิดเห็น

ทัศนะของ New Jersey Board of Higher Education ชี้ให้เห็นว่า การคิดแบบวิเคราะห์วิจารณ์และการคิดแบบสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการคิดแบบมีจุดมุ่งหมายนั้น ท้องอาศัยความสามารถในการคิดอย่างมีระบบของเหตุผล เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการคิด

จากเอกสารเกี่ยวกับการคิด จะเห็นได้ว่า แนวทางพื้นฐานเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดมีอยู่ 3 แนวทาง คือ แนวทางการสอนเพื่อให้คิด แนวทางการสอนการคิด และแนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิด ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาคุณภาพการคิดของนักเรียนโดยใช้แนวทางการสอนเพื่อให้คิด โดยจะเน้นในค่านิยมหาวิชาการ แต่จะปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด และคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย จะส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งการคิดอย่างมีเหตุผลนั้นเป็นการคิดแก้ปัญหา และผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาหลายคน ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีเหตุผลไว้แตกต่างกัน เช่น

กู๊ด (Good, 1945 : 332) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริง และปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมุติได้

เรวี ภาวิไล (2520 : 75) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของการคิดที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ทุกแขนง เช่น วิธีการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การให้เหตุผลวิเคราะห์รายการหรือข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองหรือสังเกตการณ์

รัสเซล (วิจิตร เกทวิสิษฐ์. 2523 : 1 - 2 ; อ้างอิงมาจาก Russel. n.d.)
ได้กล่าวถึงคือของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ 2 ประการ คือ ประการแรกเป็นขั้นที่ยากที่สุดในการ
ค้นว่าอะไรเป็นจริง คือการตั้งสมมุติฐานที่อาจเป็นจริง และเมื่อมีการตั้งสมมุติฐานก็ต้องมีการ
ทดสอบ ประการที่สองมักจะกระทำลงไปทั้งที่ยังไม่แน่นอน เพราะเห็นว่าความเชื่อนั้นจริง
เป็นอันตรายต่อการคิด ในกรณีเช่นนี้การมีสติปัญญาที่ฉลาดจะอะไรเป็นสิ่งที่น่าเป็นไปก็จึงเป็นสิ่ง
ที่ประเสริฐ

ชาวอ แพร่ทุด (ม.ป.ป. : 41 - 43) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผลคือความ
สามารถในการรวบรวม และใช้ข้อเท็จจริงเพื่อชักปัญหา อันได้แก่การโต้แย้งหาความจริง
ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

เทอร์สโตน (ณรงค์ พ่วงศรี. 2525 : 1 ; อ้างอิงมาจาก Thurstone. 1938)
ได้อธิบายว่า การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสมรรถภาพที่สำคัญอันหนึ่งในสมรรถภาพทั้ง 7 ที่รวมกันเป็น
ความสามารถทางการคิดพื้นฐาน (Primary Mental Ability) สมรรถภาพทั้ง 7 ได้แก่
สมรรถภาพทางคำนวณตัวเลข ภาษา ความจำ ความคล่องในการใช้คำ การคิดอย่างมีเหตุผล
มีกัมมันต์ และการรับรู้

จากเอกสารเกี่ยวกับความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล พอสรุปได้ว่าการคิดอย่างมี
เหตุผล หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความ
สัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงหรือปรากฏการณ์ และสามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมุติได้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิด (พรวี ชูชัย. 2520 : 53) เป็นทฤษฎี
แพร่หลายที่สุดในปัจจุบัน เพียเจต์ ได้ศึกษาถึงกระบวนการคิดทางตันสติปัญญาของเด็กจากแรกเกิด
จนถึงวัยรุ่น ความคิดของเขามือถือผลต่อจิตวิทยาพัฒนาการอย่างมาก เขาได้กระตุ้นให้คนสนใจ
กับขั้นตอนของพัฒนาการ โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ (Cognition)

เพียเจต์ มีความเชื่อว่า เป้าหมายของพัฒนาการนั้นคือ

1. ความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม
2. ความสามารถที่จะคิดตั้งสมมุติฐานอย่างสมเหตุสมผล
3. ความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์และการแก้ปัญหา

ทฤษฎีพัฒนาการทางความคิดของ เพียเจต์ (บงบุทท วงศ์นาค. 2524 : 26 - 28 ; อ้างอิงมาจาก Spencer. 1970 : 470 - 475) กล่าวถึงพัฒนาการทางความคิดของมนุษย์ เป็นไปตามลำดับขั้นและมีโครงสร้างของพัฒนาการทางความคิดเหมือนกัน เพียเจต์ แบ่งขั้นต่าง ๆ ของการพัฒนาการทางความคิดออกเป็น 4 ขั้นใหญ่ ๆ คือ

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (The Sensory-Motor Period) พัฒนาการในขั้นนี้จะเริ่มตั้งแต่เกิดจนอายุ 2 ปี ซึ่งอยู่ในวัยทารก ในช่วงนี้พฤติกรรมจะอยู่ในรูปของการเคลื่อนไหว และเกิดในรูปปฏิริยาสะท้อนพฤติกรรมที่เห็นและคงชอก เช่น การดูด การทำมือ การร้องไห้ ฯลฯ ท่อจากนั้นทารกจะสร้างปฏิริยาสะท้อนที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าธรรมดา เช่น ในเรื่องของการทำซ้ำ ๆ กัน ทารกจะรวมเอาชนิดต่าง ๆ ของสิ่งเร้าเข้าด้วยกัน เป็นต้นว่า ไหวพริบและสายตา พฤติกรรมที่แสดงมีการตั้งใจ (Intention) โครงสร้างทางสติปัญญา (Schema) จะเกิดขึ้นและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และสามารถนำเอาโครงสร้างที่มีอยู่มาสัมพันธ์กันได้ ซึ่งสังเกตได้จากพฤติกรรมที่ทารกแสดงโดยการอาปากเมื่อเห็นขวดนม

2. ขั้นการคิดก่อนปฏิบัติการ (The Period of Preperation Thought) อยู่ในวัยอายุ 2 - 7 ปี เป็นขั้นที่เด็กเริ่มรู้จักใช้สัญลักษณ์แทนคำพูดได้ เช่น รูปภาพ เด็กเริ่มรู้จักใช้ภาษาแทนสิ่งของต่าง ๆ ได้ ในขั้นนี้ประกอบด้วยความคิดก่อนเกิดสิ่งกั๊ และความคิดนิกรเอง (Intutive Thought) ซึ่งในขั้นความคิดหลังนี้เด็กเริ่มเข้าสู่ระดับการคิดหาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ แต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องการอนุรักษ์ได้ ความคิดส่วนใหญ่ตกอยู่ภายใต้การรับรู้ เด็กยังไม่เข้าใจในตัวปฏิบัติการ (Operation) ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติการในทางตรรกศาสตร์ได้ เช่น การจัดจำแนกประเภท การจัดรวมประเภท การจัดเรียงลำดับ ซึ่งเด็กยังคิดไม่ถึง

3. ขั้นการคิดด้วยรูปธรรม (The Period of Concrete Operation) อยู่ในวัย อายุ 7 - 11 ปี ถือว่าเป็นขั้นที่เด็กเกิดความคิดโดยใช้ปฏิบัติการ (Operation) ซึ่งนำไปสู่ การคิดหาเหตุผลในทางตรรกศาสตร์ พัฒนาการทางความคิดจะสูงขึ้น การค้นหาความจริง เกี่ยวกับวัตถุและสิ่งแวดล้อมจะมีแบบแผน และไม่ติดอยู่กับที่ดังเช่น การรับรู้ในขั้นก่อน ๆ เด็กจะพิจารณาสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ตัวเองเป็นศูนย์กลางน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามยังคงอาศัยเวลา ซึ่งเด็กจะทองมีระดับอายุสูงพอที่จะเกิดความคิดความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับวัตถุ เช่น โดยทั่วไปแล้วเด็กจะเกิดความคิดความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์สสารในระดับอายุ 7 - 8 ปี จนเกิด การอนุรักษ์น้ำหนัก เมื่ออายุประมาณ 10 ปี และเมื่ออายุประมาณ 11 - 12 ปี จะเกิด อนุรักษ์ปริมาตรขึ้นในเรื่องการอนุรักษ์ที่จะเกิดขึ้นนั้น จำเป็นต้องอาศัยโครงสร้างทางความคิด ที่มีระดับสูงพอที่จะเกิดการปฏิบัติการได้ โดยธรรมชาติแล้วเด็กระดับอายุ 7 - 8 ปี จะเกิด การปฏิบัติการที่สำคัญ ๆ คือ

การรวมเข้าด้วยกัน (Combinativity) เป็นการจับประเภทสิ่งต่าง ๆ รวม เข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ เช่น การรวมลูกปัดสีน้ำตากับลูกปัดสีขาวและถือว่าเป็นลูกปัด อีกประเภทหนึ่ง

การเชื่อมความสัมพันธ์ (Associativity) เป็นการปฏิบัติการที่ใช้วิธีต่าง ๆ กันในการรวมเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบใหม่ แทนที่ได้เป็นอย่างเดียวกัน เช่น การนำเอา ไม่นับ 6 นิ้ว สองอัน และ 24 นิ้ว สองอัน มาวางต่อกันได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ระยะทาง 1 หลา โดยอาจเรียงไม้สั้นก่อน หรือเรียงไม้ยาวก่อน หรือวางเรียงสลับกัน

การหวนกลับ (Reversibility) เป็นตัวปฏิบัติการที่สามารถย้อนกลับไปสู่จุด เริ่มต้นแล้วกลับมาสู่จุดจบหรือจุดสุดท้ายได้ ตัวปฏิบัติการนี้มีความสำคัญมากเป็นเครื่องบ่งบอกถึง ระดับสติปัญญา

การเป็นเอกลักษณ์ (Identity) เป็นปฏิบัติการที่เป็นการรวมส่วนประกอบอันใด อันหนึ่งเข้ากับส่วนประกอบที่ตรงกันข้ามเกิดผลเป็นศูนย์ (0) ซึ่งอาจเขียนในรูปของ $A + (-A) = 0$ เช่น มีน้ำ 1 พินต์ (Pint) ตักออกไป 1 พินต์ ผลลัพธ์คือไม่เหลือน้ำอยู่เลย

สิ่งที่พัฒนาขึ้นในขั้นปฏิบัติการด้วยรูปธรรมที่สำคัญคือ ปฏิบัติการเกี่ยวกับการให้เหตุผล ทางตรรกศาสตร์ในเชิงคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematic Operation) เพียเจต์ กล่าวว่า

ประสบการณ์เกี่ยวกับโครงสร้างนี้แตกต่างจากประสบการณ์ทางกาย เพราะประสบการณ์ทางกาย เป็นประสบการณ์ที่ได้จากวัตถุภายนอกโดยตรง แต่ประสบการณ์ในการคิดให้เหตุผลในเชิง คณิตศาสตร์นั้น เป็นผลจากความรู้ที่ได้โดยผ่านการทำงานร่วมกันภายในของระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดการปฏิบัติการทางสติปัญญาและความคิด โครงสร้างเกี่ยวกับการให้เหตุผลทาง ตรรกศาสตร์เชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างในเรื่องของการจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์หรือในเรื่องของจำนวน โครงสร้างที่กล่าวถึงนี้จะสามารถรวมไปสู่ระบบใดโดยการกระทำ และเชื่อมโยงกัน และจะพัฒนาสูงขึ้นอย่างสมบูรณ์ในขั้นปฏิบัติการควายนามธรรม

4. ขั้นปฏิบัติการควายนามธรรม (The Period of Formal Operation) เกิดที่อายุ ในขั้นนี้มีระดับอายุ 11 - 15 ปี พัฒนาการทางความคิดที่เริ่มตั้งแต่ในขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว จะดำเนินต่อเนื่องไปตามลำดับขั้น และพัฒนาสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งสูงสุดในขั้นนี้ จึงเป็นขั้นที่โครงสร้างทางสติปัญญาพัฒนาอย่างสมบูรณ์ จัดได้ว่าเป็นขั้นของสติปัญญาและความคิดอย่างแท้จริง เพียเจท์ กล่าวว่า ในขั้นปฏิบัติการควายนามธรรมเด็กสามารถใช้เหตุผลทาง วิทยาศาสตร์ และสร้างสมมุติฐานขึ้นในการแก้ปัญหา โครงสร้างต่าง ๆ เหล่านี้จะสร้างให้ เกิดเกิดความคิดหาเหตุผลอย่างสมบูรณ์เท่ากับผู้ใหญ่ หลังจากนั้นแล้วโครงสร้างทางสติปัญญาจะไม่พัฒนาขึ้นอีกต่อไป เพราะค่าเอนโทรปีของสติปัญญาของมนุษย์ทั่วไปจึงพัฒนาสูงสุดในระดับ อายุประมาณ 15 ปี

คาพลัส (Karplus. 1977 : 170 - 177) ได้อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็ก ในขั้นปฏิบัติการควายนามธรรม และขั้นปฏิบัติการควายนามธรรมไว้ดังนี้

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบรูปธรรม (Concrete Reasoning Patterns = C)

C₁ (Classification) สามารถจำแนกและรวมกลุ่มสิ่งของโดยอาศัยเกณฑ์การสังเกต คุณสมบัติของสิ่งเหล่านั้น เช่น สามารถบอกความแตกต่างของกรกและเบส โดยการสังเกตสีของ กระดาษลิตมัสที่เปลี่ยนแปลง และมีความเข้าใจลักษณะที่เป็นตรรกศาสตร์ เช่น สุนัขเป็นสัตว์ แต่สัตว์ทุกตัวไม่ใช่สุนัขทั้งหมด เป็นต้น

C₂ (Conservation) สามารถคิดอย่างมีเหตุผลเรื่องการอนุรักษ์โคฟปริมาตรของสารคงที่เมื่อไม่มีการนำมาเพิ่มหรือเอาออกไป เช่น เมื่อเทน้ำออกจากถ้วยลงในกระบอกทรงปริมาตรของน้ำจากถ้วยในครั้งแรกจะเท่ากับปริมาตรของน้ำในกระบอกทรง

C₃ (Serial Ordering) สามารถจัดอันดับแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งของต่าง ๆ จากการสังเกตคุณสมบัติและเริ่มใช้วิธีจับคู่ (one-to-one Correspondence) ระหว่างสิ่งของ 2 กลุ่ม เช่น สัตว์ขนาดเล็กจะมีจังหวะการเต้นของหัวใจเร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีการเต้นของหัวใจช้า

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม (Formal Reasoning Patterns = F)

F₁ (Theoretical Reasoning) สามารถจัดแบ่งกลุ่มในสิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้หลักการวิทยาศาสตร์ช่วยในการจัดอันดับและการคิดอย่างมีเหตุผล ไม่จำเป็นต้องอาศัยคุณสมบัติสังเกตได้ทั่วประสาทั้ง 5 เช่น สามารถแยกปฏิกิริยาเคมีระหว่าง Oxidation และ Reduction โดยให้หลักการอนุรักษ์พลังงานหรือการจัดจำแนกที่ตรงตามหลักวิวัฒนาการ นอกจากนี้ยังยอมรับข้อสมมุติฐานใด ๆ ที่ขัดแย้งกับตนเองได้

F₂ (Combinatorial Reasoning) สามารถใช้กฎเกณฑ์พิจารณาลักษณะผสมของความคิดในปัญหาต่าง ๆ เช่น สามารถเข้าใจลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงลักษณะปรากฏ และลักษณะแฝงตั้งแต่ 2 จำนวนขึ้นไป

F₃ (Functionally and Proportional Reasoning) สามารถอธิบายและตีความของลักษณะหน้าที่ในลักษณะความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ เช่น อธิบายถึงอัตราเร็วของการแพร่กระจายของโมเลกุลของสารผ่านเยื่อบาง ๆ จะเป็นสัดส่วนผกผันกับรากที่สองของน้ำหนักโมเลกุลของสารนั้น

F₄ (Control of Variables) มีความเข้าใจในความจำเป็นที่จะออกแบบการทดลองโดยการใช้การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรที่ต้องการทดสอบเท่านั้น เช่น การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบข้อเท็จจริงใน F₃

F₅ (Probability and Correlation Reasoning) สามารถตีความจากการสังเกตตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งแสดงผลที่ไม่ได้คาดหวังไว้ แต่จะตีความเฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น

ตาราง 1 เปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของเด็กในชั้นปฏิบัติการควมรูปธรรม และชั้นปฏิบัติการควมนามธรรม

ชั้นปฏิบัติการควมรูปธรรม	ชั้นปฏิบัติการควมนามธรรม
1. ต้องใช้การอ้างอิงจากการกระทำที่คล้ายคลึงกัน จากวัตถุและจากคุณสมบัติที่สังเกตได้ 2. สามารถให้เหตุผล $C_1 - C_3$ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ 3. ในการปฏิบัติการที่ยุ่งยาก ต้องการคำแนะนำที่เป็นลำดับขั้น 4. มักไม่ใช้ความคิดของตนเองให้ความคิดเห็นที่ไม่แน่นอน ใช้ข้อสรุปหลายประเด็น หรือบางครั้งขัดแย้งกับข้อเท็จจริง	1. สามารถใช้เหตุผลเกี่ยวกับความถี่รวมของความสัมพันธ์ คุณสมบัติทางนามธรรม ข้อเท็จจริงและเหตุนี้ โดยใช้สัญลักษณ์แทนความคิดได้ 2. สามารถให้เหตุผลตาม $F_1 - F_5$ ได้ดีพอ ๆ กับ $C_1 - C_3$ 3. สามารถวางแผนเพื่อปฏิบัติการ โดยครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่ทั้งไว้ 4. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความคิดพิจารณาด้วยตนเอง ตรวจสอบพบเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่น ในผลสรุป ซึ่งใช้ข้อมูลต่าง ๆ เป็นรากฐาน

ลักษณะการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนามธรรม

ในระหว่างที่เด็กเริ่มมีอายุย่างเข้าวัยรุ่น ความรู้เชิงนิรนัย ความรู้เชิงความเข้าใจของเด็กวัยนี้จะมีวิวัฒนาการเข้าสู่ความเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น เพียเจต์ เรียกลักษณะขั้นการเจริญเติบโตทางสติปัญญาการเรียนรู้ของเด็กในวัยนี้ว่า ขั้นพัฒนาปฏิบัติการแบบนามธรรม (Formal Operation) ตรงกับช่วงอายุประมาณ 11 - 15 ปี จากการศึกษาค้นคว้าวิจัยของ เพียเจต์ พบว่า รูปแบบการกระทำที่เป็นเหตุเป็นผลของเด็กเมื่อย่างเข้าวัยนี้จะเป็นระบบและใช้กระบวนการคิดอย่างสัมพันธ์กัน เริ่มขยายวงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม (Concrete Objects) ออกไป โดยนำความคิดที่เป็นประสบการณ์เดิม ความคิดที่เป็นนามธรรม เป็นข้อมูลประกอบความคิดมากขึ้น จากพัฒนาการด้านความคิดดังกล่าวทำให้เด็กในวัยนี้สามารถเผชิญกับปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้ความคิดที่เป็นเหตุเป็นผล (Logical Operation) ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ ซึ่งพออธิบายคร่าว ๆ ได้ดังนี้ (วินัย เทียมเมือง. 2529 : 32 - 36 ; อ้างอิงมาจาก Sund. 1976 : 48 - 58)

1. เหตุผลเชิงนามธรรม (Abstract Reasoning) กระบวนการคิดของเด็กวัยนี้เริ่มใช้หลักการ หรือแนวคิดแบบผู้ใหญ่ มีความสัมพันธ์กันในการใช้เหตุผล เช่น รู้จักใช้การลำดับเหตุผลเป็นขั้นตอน สามารถรวบรวมข้อมูลประมวลเข้าด้วยกัน ใช้ความคิดวิเคราะห์ แล้วจึงแสดงออกมาเป็นการกระทำอย่างถูกต้องกาลเทศะ รู้จักใช้การคิดคาดการณ์เชิงคณิตศาสตร์ และสามารถใช้ในการวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างมีหลักเกณฑ์

2. สามารถตั้งสมมุติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบนิรนัยได้ (Hypothetical-Deductive Reasoning) เช่น เมื่อคนเราพบปัญหาอย่างหนึ่ง การเริ่มต้นกระบวนการแก้ปัญหาโดยคาดการณ์ไว้อย่างหนึ่งแล้วพยายามสรุปโดยใช้เหตุผลแบบนิรนัย เช่น เด็กคนหนึ่งคิดว่า "วิธีที่จะได้เป็นเจ้าของรถยนต์สักคันหนึ่ง คือการไปขอเงินพ่อแม่" แต่ในขณะที่เกี่ยวกับอีกความคิดหนึ่งจะเกิดขึ้นแย้งกับความคิดเดิม "ไม่มีทางเป็นไปได้ พ่อแม่คงไม่ให้เงินฉันแน่" และคิดต่อไปว่า "ฉันต้องหาเงินมาซื้อด้วยตนเอง" ความคิดเป็นเช่นนี้เป็นหนทางที่ชี้นำการแก้ปัญหา "ฉะนั้นฉันต้องหางานทำ และเก็บเงินสะสมไว้เพื่อซื้อรถที่ต้องการ" ข้อสรุปสุดท้ายนี้เป็นความคิดเชิงเหตุผลแบบนิรนัย ที่เด็กคนนี้นำมาใช้ในการแก้ปัญหาของตนเอง

3. การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา (Syllogistic Reasoning) เป็นลักษณะการตั้ง
สมมุติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบนิรนัยชนิดหนึ่ง เช่น

ก. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไท่หมูลูกกิน

ข. สัตว์ตัวนี้ไท่หมูลูกกิน

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในการใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์นี้ คนที่ใช้ความคิดชั้นนามธรรมจะประเมินผลนี้ว่า
เป็นจริงเสมอไปหรือไม่ ดังเช่น

ก. สุนัขเห่า

ข. สัตว์ตัวนี้เห่า

ค. เพราะฉะนั้นสัตว์ตัวนี้เป็นสุนัข

คำตอบในข้อ ค. อาจเป็นปัญหาสำหรับผู้ที่ใช้ความคิดชั้นนามธรรม เพราะการสรุป
ว่าสัตว์ทุกตัวที่ "เห่า" จะต้องเป็นสุนัขเสมอไปนั้นอาจจะไม่จริงเพราะสัตว์ชนิดอื่นอาจ "เห่า"
เหมือนสุนัข การคิดเหตุผลแบบนิรนัย แบบ Syllogism จึงเป็นขั้นก้าวหน้าไปอีกขั้นหนึ่ง
การประเมินก่อนลงความคิดเห็นเป็นลักษณะที่คนเราใช้สติปัญญาขั้นสูง

4. การสันนิษฐานความเป็นเหตุเป็นผล (Propositional Thinking) เกิดในวัยนี้
บางคนเริ่มมีความคิดคาดการณ์เป็นขั้น ๆ โดยใช้เหตุผลต่าง ๆ

4.1 มันอาจเป็นเช่นนั้น หรือเป็นเช่นนั้นก็ได้

4.2 มันอาจเป็นเช่นนั้น และเป็นเช่นนั้นได้ด้วย

4.3 มันอาจเป็นเช่นนั้น แต่ไม่เป็นเช่นนั้น

4.4 มันอาจไม่เป็นทั้งเช่นนั้น และเช่นนั้นได้

ตัวอย่างการใช้เหตุผลอธิบายปรากฏการณ์ เช่น

(1) ถ้าเป็น (ก) ทองเกิด (ข)

ตัวอย่าง ถ้าฝนตก (ก) พืชกินจะชุ่มชื้น (ข)

(2) ถ้าเกิด (ข) เป็นเพราะ (ก)

ตัวอย่าง ถ้าพืชกินชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนตก (ก)

- (3) ถ้าไม่ใช้ (ก) ก็จะไม่เกิด (ข)
 ตัวอย่าง ถ้าฝนไม่ตก (ก) พื้นดินก็ไม่ชุ่มชื้น (ข)
- (4) ถ้าไม่เกิด (ข) ก็จะไม่ใช้ (ก)
 ตัวอย่าง ถ้าพื้นดินไม่ชุ่มชื้น (ข) แสดงว่าฝนไม่ตก (ก)

ในกระบวนการใช้เหตุผลเหล่านี้ทำให้เกิดความคลุมัวแปร (Factor) ทั่วหนึ่งทั่วไคว แล้วใช้ตัวแปรอื่น ๆ เป็นตัวทดสอบไปเรื่อย ๆ จนสามารถหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาก็ได้

5. เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ข้อมูล (Comprehension of Allegory) เด็กที่สามารถเข้าใจเรื่องหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแล้ว สามารถแปลความหมายและมีความคิดลึกซึ้ง เช่น สามารถนำเรื่องที่มีประสบการณ์มาก่อนไปเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นได้ โดยอธิบายความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

6. การคิดย้อนกลับ (Reflexive Thinking) เด็กสามารถใช้เหตุผลโดยการย้อนกลับความคิดที่ตนได้มีประสบการณ์มาก่อนได้ เช่น การลงความเห็นจากข้อมูลที่ได้รับมาแล้ว

ตัวอย่าง คำสูงกว่าแดง และแดงสูงกว่าขาว ถามว่าใครคือคนที่สูงที่สุด

ขั้นการคิด คำ สูงกว่า แดง

แดง สูงกว่าขาว

เพราะฉะนั้น คำ สูงกว่า ขาว

คำตอบ คำ คือคนที่สูงที่สุด

ลำดับขั้นตอนการคิดทำนองนี้เริ่มจาก

6.1 ตั้งประเด็นของปัญหาที่ได้รับ

6.2 พิจารณาข้อมูลที่มีในปัญหา และข้อมูลที่ยังขาดหายไป

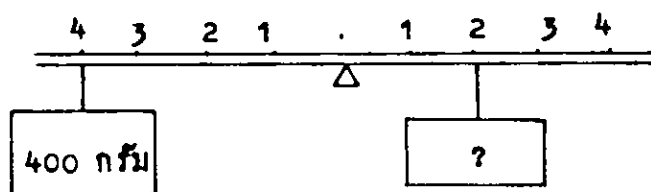
6.3 ร่างขั้นการดำเนินการคิดหาข้อมูลที่ยังขาดหายไป

6.4 ลงมือตอบ โดยใช้เครื่องมือช่วย เช่น การเขียน

7. หลักการใช้เหตุผลแบบผสมตัวแปรอย่างมีระบบ (Combinatorial Logic) เป็นความคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบหลาย ๆ ตัวแปรอย่างมีระบบ ตัวอย่างเช่น

นักเรียนได้รับชวกรบรรจุของเหลวไม่มีสีและไม่มีการเปลี่ยน จำนวน 4 ใบ กับชวกรแก้วทรงกลมบรรจุของเหลว ชนิดเดียวกัน เมื่อหยดของเหลวชนิดหนึ่งซึ่งมีป้ายชื่อ (ก) ลงในชวกรทรงกลม ของเหลวในชวกรทรงกลมจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ให้นักเรียนทำการทดลองผสมของเหลวในชวกรทั้ง 4 ใบ ให้ได้ของเหลวสีเหลืองในการแก้ปัญหานี้ เด็กที่ศึกษาถึงขั้นนามธรรม จะสามารถใช้วิธีการผสมของเหลวในชวกรเหล่านี้อย่างมีระบบระเบียบ ความยากของปัญหานี้มีอยู่ว่า ของเหลวเพียงชวกรเดียวเท่านั้นที่จะผสมกับของเหลว (ก) จึงจะได้สีเหลือง ของเหลวในชวกรอื่น ๆ จะไม่ทำปฏิกิริยากัน

8. เข้าใจเรื่องสัดส่วน (Proportional Thinking) การใช้ความลึกซึ้งในการแก้ปัญหา สัดส่วนสามารถนำมาเป็นเหตุผลในการแก้ปัญหาได้ ตัวอย่างเช่น ปัญหาทางแบบสองแขน เด็กสามารถหาคำตอบได้เองจากการใช้เหตุผลตามหลักสัดส่วน



ถามว่าจะต้องเอาน้ำหนักเท่าใดมาแขวนจึงจะทำให้คานอยู่ในลักษณะสมดุล

9. การควบคุมตัวแปร (Controls Variable) เมื่อทำการทดลองหรือศึกษาปัญหาใด ๆ ที่สลับซับซ้อน จะสามารถแยกแยะตัวแปรต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาเสียก่อน แล้วใช้วิธีการควบคุมตัวแปรหนึ่งไว้ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ เปลี่ยนไปเพื่อเก็บข้อมูลจากตัวแปรที่เปลี่ยนเท่านั้น

10. จำแนก จักสำคัญหมวดหมู่ เช่น สัตว์ พืช สิ่งของ ตามสำคัญของการจำแนก โดยถ้อยคำเป็นเกณฑ์ตามที่เกิด ตามระบบอวัยวะ หรือตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดให้

11. สามารถตั้งคำถาม และยอมรับการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล สามารถวิพากษ์วิจารณ์เรื่องสิทธิและเสรีภาพ มีเหตุผลเป็นของตัวเองในด้านการคิด

12. สามารถคิดแบบความน่าจะเป็น (Probability)

13. สามารถเข้าใจความคิดเชิงอุดมคติและมีอุดมคติเป็นของตนเอง

พงศ์ ท่วงศรี (2525 : 7) ได้เสนอรูปแบบการวัดการคิดอย่างมีเหตุผล (Logical Reasoning) เพื่อใช้วัดระดับพัฒนาการทางสติปัญญาตามแนวทฤษฎีของ เพียเจต์ (Piaget) ที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่ง กับวัตถุส่วนที่เหลือ

2. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบผสมผสาน (Combinatorial Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาอย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมตัวประกอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

3. การแยกและการควบคุมตัวแปร (Separation and Control of Variables) หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นในขณะที่มีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

4. ความน่าจะเป็น (Probability) หมายถึง ตัวเลขที่มากกว่าเหตุการณ์อย่างหนึ่ง จะมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยเท่าไร ในบรรดาเหตุการณ์ทั้งหลายที่เป็นไปได้

5. การอ้างเหตุผล (Syllogism) หมายถึง การให้เหตุผลที่ประกอบด้วยข้อมูล (Premise) 2 ประการ และข้อสรุป (Conclusion) ว่าข้อความที่โหม่านั้นเป็นจริงหรือสมเหตุสมผลหรือไม่

เพียเจต์ (ปราโมทย์ ศรีติ. 2528 : 23 ; อ้างอิงมาจาก Piaget. n.d.)

ได้เสนอรูปแบบการใช้เหตุผลในชั้นการคิดและปฏิบัติการแบบนามธรรม ที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1. การแยกและการควบคุมตัวแปร (Separation and Control of Variables) หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และพิจารณาผลที่เกิดขึ้น เนื่องจากควบคุมตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง

2. การใช้เหตุผลเรื่องสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุหนึ่งกับวัตถุส่วนที่เหลือ

3. การใช้เหตุผลแบบนิรนัย (Syllogistic Reasoning) หมายถึง การใช้เหตุผลแบบนิรนัยที่มีโครงสร้างหรือแบบแผนตายตัว ประกอบด้วยประโยคตรรกจำนวน 3 ประโยค สองประโยคแรกเป็นข้อเสนหรือหลักฐาน ส่วนประโยคที่สามเป็นข้อสรุปหรือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์

4. การใช้เหตุผลในการตั้งสมมุติฐาน (Hypothetical Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการหาค่าความจริงหรือค่าเท็จในการหาเหตุผลหรือแก้ปัญหา

5. ความคิดเกี่ยวกับการจัดหมู่ (Combinatorial Logic) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาอย่างเป็นระบบ โดยรวบรวมตัวประกอบหรือเหตุผลที่อาจเป็นไปได้ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

จากเอกสารเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลดังกล่าวจะเห็นว่าการคิดอย่างมีเหตุผลมีลักษณะการคิดแบบนามธรรม ซึ่งสามารถจำแนกได้หลายลักษณะเป็นต้นว่า การตั้งสมมุติฐานเชิงใช้เหตุผลแบบนิรนัย การอ้างเหตุผลเชิงตรรกวิทยา เข้าใจเรื่องการสัมพันธ์ขอมูล การคิดย้อนกลับ การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน การแยกและการควบคุมตัวแปร และอื่น ๆ

จากการวิเคราะห์ การสอนวิชาเคมี ผู้วิจัยมีความเห็นว่าในการจัดการเรียนการสอนนั้นไม่ควรที่จะมุ่งแต่ผลสัมฤทธิ์ทางค่านเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ควรจะคำนึงถึงการมุ่งให้นักเรียนเป็นคนที่มีการคิดอย่างมีเหตุผลด้วยเพื่อประโยชน์ในการช่วยพัฒนาให้นักเรียนเป็นคนคิดเป็นจะได้มีแนวทางไปสู่การแก้ปัญหามาก ๆ ได้

จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยเห็นว่า การคิดอย่างมีเหตุผลที่สอดคล้องกับการคิดแบบเอกนัย และการคิดแบบอเนกนัยในเนื้อหาวิชาเคมี ได้แก่ การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วนกับการแยกและการควบคุมตัวแปร ฉะนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผลทั้งสองแบบนี้ จากการวิจัยของ ฌอง คี ทวงคีรี (2525 : 66 - 79) ที่ปรับปรุงมาจากของ เบอร์เนย์ (Burney) ซึ่งจะสรุปการคิดอย่างมีเหตุผลของทั้งสองแบบไว้ดังนี้

1. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสัดส่วน (Proportional Reasoning) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน 2 จำนวน หรือสัดส่วนของวัตถุอันหนึ่งกับวัตถุส่วนที่เหลือ

2. การแยกและการควบคุมตัวแปร (Separation and Control of Variables) หมายถึง ความสามารถในการแยกตัวแปรหรือตัวประกอบตัวหนึ่งออกจากตัวแปรอื่น ๆ และพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้นในขณะที่ทำการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

แนวทางในการส่งเสริมให้คิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาส่วนใหญ่เห็นว่าการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา พร้อมทั้งเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็นและต้องกระทำใหม่รรูปเป้าหมายดังกล่าวเท่าที่ผ่านมาของการจัดการศึกษา ยังคงเป็นไปในลักษณะที่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาเป็นอย่างดี แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ด้วยเหตุนี้นักการศึกษาจึงให้ความสนใจเกี่ยวกับการสอนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบเหตุผลมากขึ้น โดยพยายามกำหนดทักษะการคิดที่เห็นว่าจำเป็น และเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผลว่าควรมีลักษณะเช่นไร และจะใช้รูปแบบการฝึกอย่างไร จึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะนั้น

เกี่ยวกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนี้ ลิปแมน จาคอบ และโคลแมน (Lipman Jacobs and Coleman) ได้กำหนดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระดับมหาวิทยาลัยไว้ดังนี้ (สมเจตน์ ไวยากรณ 2530 : 18 - 19)

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

2. ทักษะในการสร้างความสัมพันธ์ ประกอบด้วยทักษะในการจำแนกความเหมือน ความแตกต่าง โดยการใช้หลักการทางตรรกวิทยา และข้อมูลประกอบทักษะในการพิจารณาและสร้างระบบความสัมพันธ์

3. ทักษะในการใช้เหตุผลจากกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ความคงเส้นคงวา ความเที่ยงตรง ความสมบูรณ์ของปรากฏการณ์ และความจริงตามนิยาม

4. ทักษะในการสรุปอ้างอิงอย่างเป็นแบบแผน ทั้งที่เป็นการสรุปจากข้อมูลทันที สรุปจากความสัมพันธ์ การสันนิษฐานตามลักษณะของกลุ่ม และการสรุปจากเงื่อนไข ตลอดจนการสรุปอย่างไม่เป็นแบบแผน

5. ทักษะในการสร้างเหตุผลหลาย ๆ ทาง โดยการพิจารณาหลายมิติหรือพิจารณา
ย้อนกลับ

6. ทักษะในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดเห็น และกรอบทฤษฎี

7. ทักษะในการสร้างหลักการเชิงเหตุเชิงผล ไต่ถาม ทักษะในการสร้างคำถาม
การให้เหตุผล การสร้างข้อตกลงเบื้องต้น และการหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำ
ไปสู่ข้อยุติ

8. ทักษะในการสร้างทฤษฎี

โปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดที่จัดสอนในโรงเรียนเท่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน
จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ โปรแกรมที่เป็นลักษณะเฉพาะ (Specific Program)
ซึ่งเป็นโปรแกรมพิเศษนอกเหนือจากการเรียนปกติ สร้างขึ้นเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดโดยเฉพาะ
และโปรแกรมที่เสริมสร้างทักษะการคิดโดยใช้เนื้อหาวิชาในหลักสูตรปกติ เป็นสื่อในการพัฒนาทักษะ
การคิด ซึ่ง นิคเคอร์สัน (เชคคัก โนวาสินท์. 2530 : 30 - 36 ; อ้างอิงมาจาก
Nickerson. 1984 : 26 - 36) ได้จำแนกโปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาการคิดที่ใช้ในโรงเรียน
ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่ม ตามความเชื่อพื้นฐานในการสร้างโปรแกรม ดังนี้

1. กลุ่มโปรแกรมที่ใช้กระบวนการคิดเป็นแนวทาง (Cognitive-Process
Approaches) กลุ่มนี้ขอตกลงเบื้องต้นที่เป็นหลักการสำหรับพัฒนาโปรแกรมว่าความสามารถใน
การคิดนั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการขั้นพื้นฐานของกระบวนการคิดเบื้องต้นบางประการ เช่น
การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การแยกประเภท การอ้างอิง และการทำนายแนวโน้ม ซึ่ง
กระบวนการขั้นพื้นฐานทั้งกล่าวนี้นี้ เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวัน

2. กลุ่มโปรแกรมใช้หลักยุทธศาสตร์การคิดเป็นแนวทาง (Heuristics-Oriented)
กลุ่มนี้เน้นหนักในเรื่องของยุทธวิธี หรือกลวิธีที่จะใช้ในการแก้ปัญหาที่จะทำให้สำเร็จตามเป้าหมาย
ใดมากที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่าต้องสำเร็จตามเป้าหมายทุกครั้งไป โปรแกรมเหล่านี้
มักจะพบในงานวิจัยทางจิตวิทยาเกี่ยวกับการคิด (Cognitive Psychology) โดยเฉพาะในด้านการ
แก้ปัญหา หรือจากงานวิจัยเกี่ยวกับเชาว์ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

เกี่ยวกับการใช้พุทธศาสตร์การคิดเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพการคิดนี้
แผนการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2520 และหลักสูตรใหม่ของกระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช
2521. โคบาย่าเป็นอิมเมทว่า ต้องสอนให้นักเรียนรู้จักคิดเป็น และได้เสนอตัวอย่างการสอนเพื่อช่วย
ให้นักเรียนคิดเป็น (กรมวิชาการ. 2525 : 265 - 268) โดยเสนอแนวความคิดว่า ควรใช้
วิธีคิดแบบแก้ปัญหาหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือวิธีการแห่งปัญญามาใช้เป็นวิธีสอน โดยทำเป็น
เป็นชั้น ๆ ดังนี้

- ขั้นที่ 1 การรู้จักกำหนดปัญหา และสาเหตุของปัญหา
- ขั้นที่ 2 การตั้งสมมุติฐาน เพื่อแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา
- ขั้นที่ 3 การทดลองกระทำ และเก็บข้อมูลหรือผลการทดลอง
- ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง หรือข้อมูลที่จัดไว้
- ขั้นที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์ออกมาเป็นความรู้

การนำขั้นทั้ง 5 ของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นวิธีสอนนี้เชื่อว่าจะเป็นการ
ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดและกระทำอันจะช่วยให้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น หรือมี
การคิดอย่างมีคุณภาพนั่นเอง

3. กลุ่มโปรแกรมที่ใช้พัฒนาการของการคิดตามทัศนะของ เพียเจต์ เป็นแนวทาง
(Formal Thinking or Stage Development) กลุ่มนี้อาศัยทัศนะเกี่ยวกับการคิดของ เพียเจต์
เป็นหลักในการพัฒนาโปรแกรมโดยมีความเชื่อว่าผู้เรียนจะสามารถพัฒนาการคิดของตนเองจาก
การคิดเฉพาะด้านและจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้เป็นความสามารถในการคิดแนวกว้าง และคิดในสิ่ง
ที่เป็นนามธรรมได้

เกี่ยวกับการนำทัศนะของ เพียเจต์ มาใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิดนี้
วีรบุท วิเชียรโชติ (2514 : 55 - 60) ได้เสนอทัศนะเรื่อง "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน :
วิธีสอนให้คิด" ไว้ในหนังสือพัฒนาวัคณล 7 สรุปได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพของพลเมืองในด้าน
ความคิดให้รู้จักใช้เหตุผล ปฎิการสังเกตและสามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถทำได้
โดยปรับปรุงวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน ซึ่งอาศัยกระบวนการคิด
ของ เพียเจต์ มาปรับให้เป็นลำดับขั้นของการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การสังเกต เป็นการสร้างความคิดรวบยอด และการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ
ต่อความรู้ใหม่โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่

2. การอธิบาย เป็นกระบวนการแก้ปัญหาโดยอาศัยการตั้งทฤษฎีจากการหา
เหตุผลต่าง ๆ หรือเรียกได้ว่าเป็นการตั้งสมมุติฐาน

3. การทำนาย เป็นกระบวนการการพิสูจน์สมมุติฐาน โดยใช้วิธีการทำนาย
เพื่อผู้คิดจะได้นำมาตรวจสอบสมมุติฐานนั้น

4. การคิดสร้างสรรค์ เป็นการนำความรู้ที่ได้รับมาผสมกันเป็นโครงสร้างใหม่
เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

ทักษะในเรื่องการใช้วิธีสอนแบบสืบสวน-สอบสวนนี้ ได้รับการตรวจสอบโดยผลงาน
การวิจัยของนิสิตปริญญาโทในสถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งจนกระทั่งเป็นที่ยอมรับและใช้เป็นวิธีสอน
วิธีหนึ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พ.ศ. 2518

4. กลุ่มโปรแกรมที่ใช้ความหมายและการใช้ภาษาและสัญลักษณ์เป็นแนวทาง
(Language and Symbol Manipulation) กลุ่มนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพ
เป็นกิจกรรมที่มีแบบแผนและจำเป็นต้องใช้ความสามารถในการแสดงออกของความคิดอย่างแจ่มชัด
และความต่อเนื่อง ลักษณะการเขียนที่มีประสิทธิภาพดังกล่าวจำเป็นที่จะต้องมีวางแผนตลอดจน
กำหนดแนวทางปฏิบัติที่เพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งงานที่จะต้องทำออกเป็น ส่วน ๆ
และเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่อง แล้วมีการรวมส่วนต่าง ๆ เหล่านั้นให้เป็นบทความที่มีความกลมกลืนกัน
ฉะนั้นการเขียนนอกจากจะเป็นการแสดงออกของความคิดแล้ว ยังสามารถนำมาเป็นเครื่องมือ
ในการพัฒนาการคิดอีกด้วย

5. กลุ่มโปรแกรมที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการเรียนเช่นเดียวกับวิชาอื่น ๆ
(Thinking about Thinking) กลุ่มนี้เชื่อว่าการคิดหรือการเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะสามารถ
พัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนได้ กลุ่มนี้มีความเห็นว่าการวิจัยเกี่ยวกับการคิดที่ผ่านมายังไม่
สามารถพัฒนาการคิดของเด็กให้ถึงขีดความสามารถสูงสุด เพราะยังไม่สามารถพัฒนาจนถึงจุดที่
ผู้เรียนเข้าใจถึงสิ่งที่ตนสนใจ หรือจุดค้อยของการคิดของตนเอง ดังนั้นกลุ่มนี้จึงมุ่งที่จะพัฒนา
การคิดของเด็กให้ถึงขีดสูงสุดตามศักยภาพที่เกิดขึ้นอยู่ โดยให้เด็กสามารถค้นหาข้อผิดพลาดที่มักจะ

เกิดขึ้นในขณะที่ทำการคิด และนำผลจากการค้นพบนั้นมาทำการแก้ไข อีกทั้งส่งเสริมให้เด็กได้เสริมสร้างความสามารถที่เป็นจุดเด่นโดยตัวตนเอง ซึ่งจะทำให้เด็กได้พัฒนาศักยภาพของการคิดถึงระดับสูงสุด

สรุปได้ว่า แต่ละกลุ่มต่างก็มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลทุกกลุ่ม เพียงแต่ใช้วิธีการและทักษะการคิดบางทักษะแตกต่างกัน

จากหลักการ ทฤษฎีและแนวคิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาผู้วิจัยเห็นว่าการคิดอย่างมีเหตุผลจะพัฒนาขึ้นมาพร้อมกับพัฒนาการทางร่างกายของนักเรียน และยังสามารถปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้อีกด้วย ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ผู้วิจัยเห็นว่าการเรียนการสอนเพื่อจะเสริมสร้างการคิดโดยยึดเนื้อหาในหลักสูตรเป็นหลักนั้น ควรจะใช้คำถามเป็นหลัก ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้วิธีสอนแบบชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามต่างกัน โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ อันจะเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ฝึกการคิดอย่างมีเหตุผล

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สุปรานี อุณหโกคา (2518 : 59 - 60) ได้ศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดสื่อการสอนด้วยตนเองในวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากชุดสื่อการสอนด้วยตนเองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการบรรยาย

สัญญา วันงาม (2521 : 37) ได้ศึกษามลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในด้านการทอนสองแบบเปิดเผยกับการทอนสองแบบปิดบังในวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้การทอนสองแบบเปิดเผยสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้การทอนสองแบบปิดบัง ในวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สืบศักดิ์ สาร (2521 : 43 - 44) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน โดยการเรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองและจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่าของนักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติสูงกว่าที่เรียนจากชุดการเรียนด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีความรับผิดชอบสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองสูงกว่านักเรียนที่มีความรับผิดชอบต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยการให้ชุดการเรียนด้วยตนเองไม่แตกต่างกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และนักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนโดยให้ชุดการเรียนด้วยตนเองไม่แตกต่างกัน

จรรยา สุชะพันธ์ (2522 : 35) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่เรียนโดยการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปมีความสัมพันธ์กับทัศนคติที่มีต่อการเรียนโดยให้บทเรียนสำเร็จรูปในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เขาวิน อະยะวงศ์ (2526 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูป และด้วยครูฝึกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปชนิดสื่อประสมกับด้วยครูฝึกให้ผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชัชชัย เขียมประสิทธิ์ (2528 : 56 - 57) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู

และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู

ทพนา สังวรณกิจ (2529 : 79) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โดยให้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นกิจกรรมการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เปรียบเทียบกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ได้รับการสอน โดยให้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดยืดหยุ่นและด้าน ความคิดริเริ่มแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ ไม่พบความแตกต่างของทั้งสองกลุ่มในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิด

อุทัย บุญนาคี (2529 : 60 - 61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการ แก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยให้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

อุษา คำประกอบ (2530 : 96) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชา วิทยาศาสตร์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการ สอนโดยให้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทาง สถิติ

สุภารัตน์ จินทาวงษ์ (2531 : 104) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์และมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้

ชุดการเรียนรู้กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยครูเป็นผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนกลุ่มทดลองมีมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มอริเบอร์ (Moriber. 1969 : 214 - 216) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เรื่องกฎของทอมและแท่งเคมี ในระดับวิทยาลัยโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สทริกแลนด์ (Strickland. 1971 : 2510-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนแบบปกติในวิชาชีววิทยาทั่วไป ที่ Coplan Lincoln Junior College โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งสอนแบบปกติ ผลการศึกษาปรากฏว่านักศึกษากลุ่มที่สอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

พาร์คเกอร์ (Parker. 1974 : 4914-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง เซล โมเลกุล DNA และพันธุกรรม ในระดับมหาวิทยาลัยโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ลอง (Long. 1974 : 1963-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนวิชาการถาวรของพลังงาน (Conservation of Energy) การไหลของของไหล (Fluid-Flow) และสถิตศาสตร์ (Statics) ของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่หนึ่ง คณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่างคัดเลือกจากชั้นพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สูงและต่ำละกัน แบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้วิธีบรรยาย ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บาร์ค (Bard. 1975 : 5947-A) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

กับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยวิธีแบบเรขาคณิต กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

คูนีย์ (Cudney. 1975 : 26) ได้ศึกษายผลของการใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองเพื่อฝึกทักษะการพยาบาลที่มหาวิทยาลัยเคอาแวร์ การวิจัยนี้กระทำกับกลุ่มทดลองจำนวน 25 คน จากนักศึกษาทั้งหมด 100 คน ซึ่งใช้ระยะเวลาในการเรียนนอกเวลาสัปดาห์ละ 4 วัน โดยการเรียนรู้กับชุดการเรียนด้วยตนเองเป็นเวลา 56 ชั่วโมง ปรากฏว่าผลการเรียนได้รับผลดีเท่ากับกลุ่มที่เรียนตามปกติเป็นเวลา 2 ภาคเรียน

การสอนโดยใช้ชุดการเรียนจากงานวิจัยที่ผ่านมาพอสรุปได้ว่า ชุดการเรียนหรือชุดการเรียนด้วยตนเอง สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้ในทุก ๆ ระดับชั้น และผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้ชุดการเรียนสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับหรือสูงกว่าการสอนตามปกติ ซึ่งหมายความว่าสามารถนำชุดการเรียนมาใช้สอนแทนการสอนตามปกติได้

งานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการคิดและการใช้คำถาม

ประสาธ ปันพังกูร (2516 : 80 - 84) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และการคิดแบบอเนกนัย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมปีที่ 5 ปีการศึกษา 2515 จำนวน 284 คน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการคิดแบบอเนกนัย ทั้งด้านความคล่องในการคิด ด้านความยืดหยุ่นในการคิด และด้านความคิดริเริ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ความสามารถด้านอาชีพต่างกันจะมีความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยแตกต่างกัน

สมศักดิ์ บุญวิโรจน์ (2516 : 53 - 54) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าการคิดแบบอเนกนัยและการคิดแบบเจกนัยทางสัญลักษณ์มีความสัมพันธ์สัมพันธ์ (Bata Weight) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง มีความสามารถด้านการคิดอเนกนัยและเจกนัยทางสัญลักษณ์สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์ทำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังพบว่านักเรียนชายกับนักเรียนหญิง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกี่ยวกับการคิดนอกนัยและการคิดเอกลัษณ์

ไสว เลี่ยมแก้ว (2521 : 78) ศึกษาบทบาทของความคิดนอกนัยและความคิดเอกลัษณ์ ในการเรียนรู้ในทัศน พบว่ากลุ่มที่มีความคิดนอกนัยสูง ใช้จำนวนครั้งการเรียนรู้น้อยกว่ากลุ่มที่มีความคิดนอกนัยต่ำ และมีกิจกรรมระหว่างความคิดนอกนัยและความคิดเอกลัษณ์ นั่นคือความคิดนอกนัยและความคิดเอกลัษณ์ขึ้นแก่กันและกัน

นกร หัตถประสิทธิ์ผล (2521 : 38) ได้ทำการวิจัยศึกษาความสามารถในการใช้ คำถาม สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักศึกษาระดับ ป.ศ.สูง และครูประจำการ ที่ผ่านการฝึกอบรมตามหลักสูตรของ สสวท. ผู้วิจัยได้แบ่งคำถามเป็น 2 พวก คือ คำถามที่ใช้ บัญชาชั้นต่ำ (คำถามชั้นสังเกต และชั้นอธิบาย) กับคำถามที่ใช้บัญชาชั้นสูง (คำถามการตั้ง สมมุติฐาน ชั้นออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร และคำถามชั้นนำความรู้ไปใช้) ผลการวิจัยพบว่าทั้งกลุ่มนักศึกษาและครูประจำการมีคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้คำถาม ที่ใช้บัญชาชั้นสูงในระดับต่ำ และคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการใช้คำถามที่ใช้บัญชาชั้นต่ำอยู่ใน ระดับสูง ทำให้พิจารณาได้ว่าการสอนแบบแนวใหม่ที่จะใช้คำถามประเภทใช้บัญชาชั้นต่ำมากกว่า การใช้คำถามประเภทใช้บัญชาชั้นสูง

พรทิพย์ ไชยโส (2522 : 58) ได้ทำการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครู วิทยาศาสตร์ที่สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4, 2 และ 1 พบว่าอัตราส่วนของการใช้คำถามของ ครู ชั้นความจำ : ชั้นความเข้าใจ : ชั้นที่สูงกว่าความเข้าใจ (การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เท่ากับ 4 : 2 : 1 คือครูทั้ง 3 ระดับชั้น ตามคำถาม ชั้นความจำในภาพที่ต่ำกว่าชั้นอื่น ๆ

อนันต์ จันทกรวี (2523 : 228 - 230) ได้วิจัยถึงผลการใช้คำถามของครูที่สอน ศึกษาระดับประถมศึกษา ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย 2 ของ โรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนกลาง ทำการสุ่มระดับละ 8 ห้องเรียน เป็นกลุ่มทดลองที่เลือกระดับละ 8 ห้องเรียน เป็นกลุ่มควบคุม ครูในกลุ่มทดลองจะได้รับการเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม โดยการ เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการ และระหว่างที่ทำการสอนจะได้รับเอกสารการใช้คำถามเดือนละ 1 เล่ม

จำนวน 3 เอม นอกจากนั้นยังจัดส่งแฟ้มตัวอย่างการสอนไปให้ครูฟังและวิจารณ์อีก 1 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่สอนโดยครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกการใช้คำถามมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

จินตนา พุทธิพันธ์ (2523 : 52 - 63) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสาร โดยใช้คำถามที่ทางระดับกัน ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยครูใช้คำถามระดับต่ำ กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง กลุ่มควบคุมสอนโดยใช้คำถามตามปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนโดยครูใช้คำถามระดับสูง ระดับต่ำ และคำถามตามปกติ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อรวรรณ เลิศสังข์ (2524 : 80 - 81) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับประเภทคำถามของครูสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2523 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา ในจังหวัดสุพรรณบุรี ผลปรากฏว่าครูในกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ใช้คำถามระดับต่ำหรือคำถามที่เป็นความรู้ความจำ คำถามประเภทนี้เมื่อถึงร้อยละ 83.66 ส่วนคำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำร้อยละ 16.34 ซึ่งเป็นคำถามเกี่ยวกับความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

เรखा ทองคุ้ม (2524 : 48) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระหว่างการสอนโดยเน้นการใช้คำถามประเภทแคบ (คำถามด้านความจำ และคำถามที่มีแนวตอบทางเดียว) กับการสอนโดยเน้นการใช้คำถามประเภทกว้าง (คำถามการประเมิน และคำถามที่มีแนวตอบหลายทาง) นักเรียนที่ทำการศึกษาเป็นนักเรียนชั้น ม.ศ.4 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 77 คน ทำการสอนโดยใช้แผนการสอนเรื่องการสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบสอบหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยเน้นการใช้คำถามประเภทกว้างสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คำถามประเภทแคบ

กัญญา เขียวชา (2525 : 80) ได้ศึกษาลักษณะคำถามและทักษะการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 6 พบว่าครูใช้คำถามความรู้ความจำมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.54

ชินจิต การบุญ (2525 : 83) ศึกษาอิทธิพลของการฝึกความสามารถทางการคิดแบบอนาล็อกที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของเด็กก่อนวัยเรียน โดยใช้คำถามแบบอนาล็อก และคำถามแบบเอกลักษณ์ตามทักษะของ กิลฟอร์ด กลุ่มตัวอย่างเป็นเด็กก่อนวัยเรียน อายุ 3 - 6 ปี โรงเรียนพรหมพรพรหมศึกษา อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้คำถามแบบอนาล็อก มีลักษณะการคิดคล่องตัว และความคิดละเอียดลออแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับการฝึกโดยใช้คำถามแบบเอกลักษณ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มในด้านการคิดริเริ่ม

กอสักดิ์ ศรีน้อย (2527 : 81 - 83) ศึกษาศักยภาพการใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และขั้นตอนการในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และกลุ่มควบคุมสอนโดยใช้คำถามตามแผนการสอน สสวท. ผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกษณงค์ สุภิमारส (2528 : 92) ศึกษาก้าววิเคราะห้พฤติกรรมการใช้คำถามของครูในการเรียนการสอนวิชาเคมี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 11 พบว่าพฤติกรรมการใช้คำถามของครูโดยส่วนรวมหรือเมื่อจำแนกตามเพศ หรือเมื่อจำแนกตามประสบการณ์ในการสอน ครูใช้คำถามชั้นความรู้ซึ่งจัดอยู่ในประเภทคำถามระดับต่ำมากที่สุด คือใช้ระหว่างร้อยละ 44.34 - 49.23 หรือประมาณ 1 ใน 2 ของจำนวนคำถามที่ครูใช้ทั้งหมด รองลงมาได้แก่ คำถามเน้นความ ในระหว่างร้อยละ 15.44 - 21.46 ถ้าพิจารณารวมกันกับคำถามชั้นความรู้ ซึ่งเป็นคำถามประเภทเดียวกันแล้ว ครูใช้คำถามทั้งสองประเภทร้อยละ 3 ใน 5 ของจำนวนคำถามที่ครูใช้ทั้งหมด และคำถามชั้นความเข้าใจที่จัดเป็นคำถามระดับสูง ครูใช้ระหว่างร้อยละ 14.67 - 19.33 คำถามระดับสูงประเภทอื่น ๆ ได้แก่ คำถามชั้นการนำไปใช้ คำถาม

ชั้นการวิเคราะห์ คำถามชั้นการสังเคราะห์ และคำถามชั้นการประเมินค่า ครูใช้ข้อเขียนเพียงระหว่างร้อยละ 0.12 - 9.86 ส่วนคำถามทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ซึ่งเป็นคำถามที่ใช้เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้การสอนดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ ครูใช้ระหว่างร้อยละ 4.63 - 6.09 ของจำนวนคำถามทั้งหมด

สมชัย สมทรัพย์ (2529 : 103 - 114) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน โดยกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบกว้าง กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนที่เน้นคำถามแบบแคบ และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนที่ใช้คำถามตามคู่มือครู ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคล่องในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความยืดหยุ่นในการคิดของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

5. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มของกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่กลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

คลินแมน (Kleinman. 1964 : 5153-A) ได้ทำการสังเกตการสอนครูวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรต 8 จำนวน 33 คน โดยสังเกตการสอนคนละครั้งแล้วใช้คำถามที่ครูถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกครูออกเป็น 2 กลุ่ม เลือกครู 3 คน ที่ถามคำถามโดยใช้วิธีการอนุมาน (Critical Thinking) จำนวน 9 คำถาม หรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครู 3 คน ที่ไม่เคยถามคำถามประเภทนี้เลยเป็นกลุ่มต่ำ เมื่อครูทั้งสองกลุ่มสอนนักเรียนแล้วจึงนำแบบทดสอบความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (The Test on Understanding Science) ไปทดสอบผลการวิจัยพบว่ามีความสัมพันธ์ในทางบวกระหว่างความถี่ของคำถามที่ใช้วิธีการอนุมานกับความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คลาร์ก และคนอื่น ๆ (Clark and others. 1965 : 157 - 165) วิลต์ไฮต์ และแมคอินทอส (1967 : 389) สมิท (1971 : 4564A) และคิซเซอร์ (1971 : 1743A) ซึ่งศึกษาพบคล้ายคลึงกันว่าการคิดแบบอเนกนัยกับการคิดแบบเอกนัยมีความสัมพันธ์กันน้อย

ครอปเลย์ (Cropley. 1966 : 259 - 265) ได้ศึกษาโดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบทดสอบวัดสติปัญญา (การคิดแบบเอกนัย) และการคิดแบบอเนกนัยกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนเกรต 7 จำนวน 300 คน แบบทดสอบที่ใช้แบ่งเป็น 2 ชุด คือ แบบทดสอบวัดการคิดแบบเอกนัย และแบบทดสอบวัดการคิดแบบอเนกนัย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่าความสัมพันธ์ระหว่างแบบทดสอบการคิดแบบเอกนัยกับแบบทดสอบการคิดแบบอเนกนัย เท่ากับ .514 และพบว่าการคิดแบบอเนกนัยเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ ส่วนการคิดแบบเอกนัยเป็นองค์ประกอบหนึ่งของสติปัญญา นอกจากนี้ยังพบว่าคนที่ได้คะแนนคิดแบบอเนกนัยสูง มักจะได้คะแนนการคิดแบบเอกนัยต่ำ และในทางกลับกันคนที่ได้คะแนนการคิดแบบอเนกนัยสูงก็มีแนวโน้มที่จะได้คะแนนการคิดแบบเอกนัยต่ำ

โกรฟเวอร์ (Grover. 1966 : 402 - 405) ศึกษาการสอนที่เน้นการตอบ-ถามโดยให้เด็กคิดแบบอเนกนัยกับแบบเอกนัย (Divergent and Convergent) นั้น วิธีใดจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์มากกว่ากัน ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่กำลังเรียนในเกรต 9 จำนวน 100 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกได้รับการเน้นให้คิดแบบเอกนัย (Convergent) ส่วนกลุ่มที่ 2 เน้นการคิดแบบอเนกนัย (Divergent) ผลสัมฤทธิ์นั้นใช้คะแนนสอบในเกรต 7 - 8

เป็นเกณฑ์ว่าเด็กจะมีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษเพียงไร จากการศึกษาที่ปรากฏว่า การเน้นให้เด็กคิดแบบเอกนัย (Convergent) จะเป็นสิ่งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากกว่าการเน้นให้เด็กคิดแบบอเนกนัย (Divergent)

เมคเลย์ และคนอื่นๆ (Madley and others. 1966 : 7 - 12) ได้ทำการศึกษานักเรียนเด็กมัธยม 70 คน ที่สอนในระดับมัธยมศึกษาในหลายวิชา โดยใช้เครื่องมือ Aschner-Gallagher พบว่าครูใช้คำถามประเภทความคิดเอกนัยมากกว่าคำถามประเภทความคิดอเนกนัย

แมคเคย์ และคามีรอน (Mc. Kay and Cameron. 1968 : 315 - 318) เสนอผลการศึกษาของฮัดสัน (Hudson) ว่าผู้มีความคิดแบบอเนกนัย (Divergers) มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถทางศิลปะ ส่วนผู้มีความคิดแบบเอกนัย (Convergers) มักจะไ้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และภาษาสูง

ลิตตัน และคัทตัน (Lytton and Cotton. 1969 : 188 - 190) พบว่าความสามารถทางการคิดแบบเอกนัยขึ้นอยู่กับอิทธิพลของระดับชั้นทางสังคมมากกว่าความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัย

นุทอลล์ และไรท์ (Nuthull and Wright. 1970 : 477 - 491) เลือกกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 296 คน จากเด็ก 2 ชั้น (เทียบเท่ากับเกรด 3) และพยายามจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของคำถามแบบหาคำตอบแน่นอน และคำถามหาคำตอบหลายอย่างของครู กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและความคิดรวบยอดของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คำถามแบบหาคำตอบหลายอย่างเป็นคำถามที่ถามความคิดเห็น การประเมินค่า การอธิบาย และการสรุปอ้างอิง ส่วนคำถามหาคำตอบแน่นอนเป็นคำถามที่ถามความรู้ ข้อเท็จจริง การบอกเล่า และการเรียกชื่อบทเรียนสามบทเรียนในหัวข้อหนึ่ง ใ้ให้ครู 17 คน สอนเป็นเวลา 3 วัน ติดต่อกัน ความถี่ของการใช้คำถามแบบหาคำตอบหลายอย่าง และคำถามหาคำตอบแน่นอนของครูแต่ละคนจะได้นับจากการสอน ในวันที่ 4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไปสอบกับนักเรียน ผลพบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการใช้คำถามแต่ละแบบกับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ของแต่ละชั้นมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปลี่ยนความถี่เป็นเปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่า

มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($r = .46$) เพอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามแบบหิมคำตอบแน่นอน ยิ่งมากเท่าไรผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก็ยิ่งสูงเท่านั้น

โรเจอร์ และเดวิด (Roger and David. 1970 : 189) ได้วิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ใช้คำถามระดับสูง ครูที่ทำการสอนเป็นนักศึกษาฝึกหัดครู จำนวน 21 คน ที่ได้ทดสอบแล้วมีพฤติกรรมการใช้คำถามเหมือนกัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกจัดสัมมนาให้เข้าใจจุดมุ่งหมาย และการใช้คำถามระดับต่าง ๆ แล้วให้ทำการสอนนักเรียนหนึ่งหน่วยการเรียน เป็นเวลา 4 วัน ทั้งสองกลุ่มใช้สื่อการเรียนเหมือนกัน บันทึกพฤติกรรมการสอนไว้ ผลการวิเคราะห์พบว่านักศึกษาที่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม ตามคำถามระดับสูงมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการฝึก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากนักศึกษาทั้งสองกลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

แลด (Ladd. 1970 : 247 - 248A) ได้วิจัยเกี่ยวกับแบบแผนในการจัดระดับคำถาม ซึ่งใช้วัดระดับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของครู และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเกรด 9 จำนวน 40 คน ซึ่งเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ว่าควยโลกของเรา โดยทำการอภิปรายในห้องเรียน 3 แบบ แต่ละแบบใช้คำถามต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าการจัดลำดับคำถามตามแบบ สมิท และเมือร์ธ สามารถใช้วัดการสอนของครูได้ว่าเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ระดับสูงหรือระดับต่ำ และพบว่าถ้าครูถามคำถามระดับสูงเป็นสัดส่วนสูง จะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงด้วย

โอซเจนเนอร์ (Ozgener. 1971 : 1956-A) ทำการศึกษาครูและนักเรียนอนุบาล โดยใช้เครื่องมือ Aschner-Gallagher พบว่า ครูใช้คำถามเป็นประเภทความจำและประเภทความคิดเล็กน้อย ส่วนคำถามประเภทให้ประเมินค่า ประเภทความคิดอ่อน และการจัดการมีน้อย

เฟลด์ฮูเซน และคนอื่น ๆ (Feldhusen and others. 1971 : 34 - 39) ได้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง 356 คน ที่กำลังเรียนอยู่ในเกรด 5, 8 และ 11 ข้อทดสอบที่ใช้วัดการคิดแบบอเนกนัยคือ TTCT (Torrance Tests of Creativity Thinking) พบว่าการคิดแบบอเนกนัยจะมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ สังคม และภาษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์กับการคิดแบบอเนกนัยจะมี

ความสัมพันธ์เป็นบวกกับคะแนนความยืดหยุ่น (Flexibility) แต่จะมีความสัมพันธ์เป็นลบกับคะแนนที่ได้จากข้อทดสอบวัดความคล่องในการคิด (Fluency)

คณะผู้สอนรายวิชาการพัฒนาคุณภาพและการเรียน (The Personality Growth and Learning Course Team) (เกรียงศักดิ์ พราวศรี. 2516 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Learning Styles. 1971 : 44 - 48) ได้เสนอผลการศึกษาของ เกทเซล และแจคสัน (Getzel and Jackson) และเปรียบเทียบผลการศึกษาของ ฮาสัน และบัทเชอร์ (Hason and Butcher) เกทเซล กับแจคสัน ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอนเอกนัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนราษฎร์แห่งหนึ่งในชิคาโก ที่มีอายุระหว่าง 12 - 17 ปี มี I.Q. เฉลี่ย 132 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 โดยแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนที่มีคะแนน I.Q. ต่ำ แต่ได้คะแนนแบบทดสอบปลายเปิด (Open-Ended) สูงประกอบด้วยนักเรียนชาย 17 คน และนักเรียนหญิง 11 คน กลุ่มที่ 2 เป็นนักเรียนที่มีคะแนน I.Q. สูง แต่ได้คะแนนแบบทดสอบปลายเปิดต่ำ ส่วน ฮาสัน กับบัทเชอร์ ก็ได้ใช้วิธีการเดียวกันนี้ศึกษาซ้ำอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 175 คน เป็นนักเรียนชาย 100 คน และนักเรียนหญิง 75 คน ที่กำลังเรียนในชั้นปีที่สองของโรงเรียนมัธยมแบบประสมในสกอตแลนด์ (Scottish Comprehensive School) ผลการศึกษาก็ปรากฏในตารางเปรียบเทียบต่อไปนี้

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลการศึกษาของ เกทเซล และแจ๊คสันกับฮาซัน และบัทเชอร์

ตัวแปรที่ศึกษา	ผลการศึกษา	
	Getzel and Jackson (1962)	Hasan and Butcher (1966)
1. ความเป็นที่รู้จักและ ชอบพอของครู	นักเรียนที่มีความคิดแบบ เอกนัย เป็นที่รู้จักและ ชอบพอ ของ ครู มากกว่านักเรียนที่มีความคิด แบบอเนกนัย อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ	นักเรียนที่มีความคิดแบบ เอกนัย เป็นที่รู้จักและ ชอบพอ ของ ครู มากกว่านักเรียนที่มีความคิด แบบอเนกนัยอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	การคิดแบบ เอกนัยและการคิด แบบอเนกนัย ส่งผลต่อผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ แตกต่างกัน	การคิดแบบ เอกนัยส่งผลต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า การคิดแบบอเนกนัยอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความแตกต่าง ระหว่าง การคิดแบบ เอกนัยกับ การคิดแบบอเนกนัย	การคิดแบบ เอกนัยกับการคิด แบบอเนกนัยแยกออกจากกัน อย่างเห็นได้ชัด	มีบางส่วนที่ซ้อนกัน (Overlap) ระหว่างการคิดแบบ เอกนัย กับการคิดแบบอเนกนัย

ซาเวจ (Savage. 1972 : 2245-A) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ครูสอนโดยใช้คำถามระดับสูงร้อยละ 70 คำถามความรู้ความจำร้อยละ 30 และที่ครูใช้คำถามระดับสูงร้อยละ 30 คำถามความรู้ความจำร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อาโนลด์ และคนอื่น ๆ (Arnold and others. 1973 : 391 - 395) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามด้านความคิดของครูกับการตอบสนองทางด้านความคิดของนักเรียน โดยแบ่งเป็นคำถามประเภทความจำและสูงกว่าความจำโดยให้นักเรียนฝึกหัดครู 12 คน ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาในระดับประถมศึกษา พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามของครูและการตอบสนองของนักเรียนมีค่า .77 (Phi Coefficient) ที่ระดับนัยสำคัญ .01 คำถามแบบความจำจะได้รับการตอบสนองแบบความจำ คำถามที่สูงกว่าความจำจะได้รับการตอบสนองจากนักเรียนเป็นคำถามสูงกว่าความจำ

มาร์ติเคียน (Martikean. 1973 : 248) ได้ทำการวิจัยการใช้คำถามของครูที่ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามการจัดจำแนกของบลูมโดยสร้างแผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เกรด 4 เรื่องพืชและแมลง 2 แบบ แผนการสอนแรกครูใช้คำถามระดับต่ำเฉพาะความรู้ความจำ และแผนการสอนอีกแบบครูใช้คำถามให้นักเรียนตอบสูงกว่าความรู้ความจำทำการสอนนักเรียน 2 กลุ่ม จำนวน 33 คน ในการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้แบบทดสอบแบบเขียนตอบก่อนและหลังการสอน ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ไรอัน (Ryan. 1973 : 63 - 67) ได้วิจัยความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่แตกต่างกัน โดยสุ่มนักเรียนจำนวน 104 คน ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามระดับสูง (คำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำ รวมทั้งกระบวนการความสัมพันธ์และความคิดเห็น) กลุ่มที่ 2 ใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามเฉพาะความจำ ทั้งสองกลุ่มนี้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มที่ 3 ไม่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำการสอน 9 วัน แล้วทดสอบโดยใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้คำถามระดับต่ำกับแบบสอนที่ใช้คำถามระดับสูงกับนักเรียนในวันที่ 16 และทดสอบหลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์ ผลการวิจัย

พบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่วัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้คำถามระดับต่ำกว่ากลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 1 ยังคงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าอีก 2 กลุ่ม เมื่อทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้คำถามระดับสูง กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 ไม่แตกต่างกัน

ไรอัน (Ryan. 1974 : 71 - 75) ได้ทำการวิจัยซ้ำอีก โดยรวมผลการวิจัยเหมือนปี 1973 ทุกประการ ผลการวิจัยก็ยังคงเป็นเช่นเดิมอีก

เบคเวล (Bedwell. 1975 : 5980-A - 5981-A) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการอบรมครูทันตบุคลากรให้คำถามว่ามีผลต่อทัศนคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประถมศึกษาหรือไม่ โดยทำการอบรมครู 9 คน ให้ศึกษาและหัดเขียนบันทึกการสอนซึ่งมุ่งให้สนใจเกี่ยวกับการใช้คำถามตามลำดับขั้นของบลูม หลังจากการฝึกหัดแล้ว ครูสามารถจำแนกและเขียนคำถามตามลำดับขั้นของพฤติกรรมได้ และสามารถให้คำถามระดับสูงได้มากกว่าก่อนฝึก จากนั้นทำการสุ่มแบ่งนักเรียนในแต่ละชั้นของแต่ละคนออกเป็น 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มได้เรียนเรื่องสั้น 3 เรื่อง เรื่องละ 3 ชั่วโมง กลุ่มแรกได้รับการสอนด้วยคำถามระดับสูง ส่วนกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนด้วยคำถามระดับต่ำ จากการวิเคราะห์แบบบันทึกการสอน ปรากฏว่าขณะที่ครูสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ครูสามารถใช้คำถามเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยการใช้คำถามระดับสูงมีทัศนคติและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ครูสอนด้วยคำถามระดับต่ำ

ซาเลนเจอร์ (Salenger. 1981 : 1939) พบว่า คำถามที่มีระดับต่างกันในส่วนที่ต่างกันไม่มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน

บาร์เนส (Barnes. 1982 : 644-A) ได้ศึกษาระดับคำถาม กระบวนการทักษะในการสอน ความแตกต่างของบุคคล และกลุ่มที่มีความสนใจในการเรียนของนักเรียน และประยุกต์ความรู้ใหม่ ๆ หลังการสอน โดยตั้งสมมุติฐานว่าการใช้คำถามและการสอนจะมีผลต่อกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งวัดโดยอาศัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้คำถาม 4 ระดับ คือ ไม่ใช้คำถาม คำถามความจำร้อยละ 70 คำถามความจำรวมกับคำถามการนำไปใช้ และคำถามการนำไปใช้ ส่วนการสอนแบ่งเป็นสองระดับคือ มีการสอน และไม่มีการสอน

พบว่า คำถามมีผลต่อกลุ่มที่ได้รับคำถามความจำอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดความจำ และคำถามโดยอาศัยการสอนมีปฏิสัมพันธ์ต่อคะแนนการนำไปใช้อย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนที่สอนโดยการใช้คำถามการนำไปใช้มีคะแนนรวมแตกต่างกันและสูงกว่า เมื่อทดสอบคำถามการนำไปใช้ การสอนให้ผลที่แตกต่างกัน เมื่อทดสอบความสามารถในการพิสูจน์จากนักเรียนที่ไม่ได้รับการสอน แต่นักเรียนต้องเรียนหนักกว่าเดิม และพบว่า การสอนอย่างมีระบบร่วมกับการฝึกหัดทำให้นักเรียนพัฒนาความคิดในระดับสูงขึ้น

จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่า คำถามมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกระบวนการคิดของนักเรียน ดังนั้นในการเรียนจึงน่าจะให้ความสนใจกับคำถามให้มากขึ้น และน่าจะมีการศึกษาลักษณะการคิดที่เหมาะสมกับการคิดทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาอย่างมีเหตุผล

สามารถ วีระสัมฤทธิ์ (2512 : 98 - 103) พบว่า สมรรถภาพทางเหตุผลเป็นองค์ประกอบร่วมอันหนึ่งต่อการเรียนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์

ทำนิง ภูริปวิญญา (2518 : 62) ได้ศึกษาพัฒนาการของการคิดเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กไทยแรกเริ่มในกรุงเทพมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างที่อายุระหว่าง 12 - 16 ปี กำลังศึกษาอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 6, 7 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2 และ 3 จำนวน 400 คน ใช้เครื่องมือ 2 ชุด คือแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดตามหลักของเพียเจต์ และหลักซิลโลนิซึม ของอริสโตเติล กับแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดของมิลล์ พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงตรรกศาสตร์ของเด็กไทยวัยรุ่นแตกต่างกัน

ถาวร รอดเทศ (2523 : 74) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์กับความซื่อสัตย์ของเด็กไทย โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มัธยมศึกษาปีที่ 2 และประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า การศึกษาอย่างมีเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในระดับการศึกษาต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนการคิดหาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์

สูงกว่าชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พอสรุปได้ว่า

1. ชายและหญิงมีระดับพัฒนาการไม่แตกต่างกัน
2. พัฒนาการทางสติปัญญาจะดำเนินไปอย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้นอยู่กับระดับอายุ

และประสบการณ์

3. เด็กในช่วงอายุ 11 - 15 ปี อยู่ในชั้นการศึกษาระดับมัธยมศึกษา สามารถเข้าใจเนื้อหาวิทยาศาสตร์ในส่วนที่เป็นนามธรรมได้

4. เด็กในช่วงการศึกษาระดับมัธยมศึกษา สามารถศึกษาเหตุผลทางตรรกศาสตร์ได้

5. ระดับการศึกษาต่างกัน ทำให้การศึกษาค้นคว้าเหตุผลทางตรรกศาสตร์แตกต่างกัน

บุพชา วีระไชยยะ (1980 : 4351-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสติปัญญา การเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ในวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (มศ. 4) พบว่า ระดับสติปัญญาทางการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ในวิชาชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์กัน กลุ่มนักเรียนที่มีชั้นการศึกษาระดับมัธยมศึกษา และการศึกษารูปธรรม มีผลสัมฤทธิ์ในวิชาเหล่านี้ไม่แตกต่างกัน

สุรินทร์ ผลกล้วย (2524 : 55) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการศึกษาค้นคว้าเหตุผลทางตรรกศาสตร์ในชั้นปฏิบัติการด้วยนามธรรม และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในเมืองและชนบท โดยศึกษาจากกลุ่มประชากรระดับอายุ 11 - 16 ปี ปีการศึกษา 2522 จำนวน 150 คน ผลการวิจัยพบว่า การศึกษาค้นคว้าเหตุผลทางตรรกศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันในทางบวก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.808 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังได้ให้ข้อเสนอแนะว่ายังสรุปไม่ได้ว่า เด็กไทยเข้าสู่พัฒนาการการคิดให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ในระดับอายุเท่าใด เพราะจากการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษากับนักเรียนระดับอายุ 11 - 12 ปี ซึ่งเป็นอายุต่ำสุดที่พบแล้ว

พรทิมา สฤตภู (2525 : 65) ได้ศึกษาผลของการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ม.4) ที่มีระดับการเรียนรู้ต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียน อุดรวิทยานุกูล อุดรธานี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญา การเรียนรู้ต่างกัน มีความแตกต่างกัน กลุ่มนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้ชั้นการศึกษาระดับมัธยมศึกษา

มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่าทุกกลุ่ม ส่วนกลุ่มนักเรียนที่มีระดับการเรียนรู้นั้น การศึกษาแบบกึ่งนามธรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาชั้นการศึกษาแบบรูปธรรม

กมล หลีกภัย (2525 : 78 - 79) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยศึกษาในกลุ่มประชากรที่เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 1 จำนวน 192 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรกศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์วิชาฟิสิกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

* วินัย เขียมเมือง (2529 : 86) ได้ศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการศึกษาย่างมีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองสอนเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ กลุ่มควบคุมสอนตามแนวคู่มือครูของ สสวท. ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคู่มือครู สสวท.

สมเจตน์ ไวยาการณ (2530 : 100) ได้ศึกษารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองสอนตามรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยกระบวนการสอน 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การสร้างแนวคิดรวบยอด การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ และการประเมินผล ผลการทดลองพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นสามารถสอนให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมการคิดตามทัศนะของบุคคลและคณะได้ทุกระดับพฤติกรรม แต่พฤติกรรมการคิดทั้งกล่าวต้องการเวลาสอนแตกต่างกัน โดยเฉพาะพฤติกรรมการคิดด้านการสังเคราะห์ และการประเมินค่า ต้องการเวลาในการสอนมากกว่าพฤติกรรมการคิดด้านการวิเคราะห์ เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนตามปกติแล้วพบว่า รูปแบบการสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนทุกระดับการเรียนทั้งมีผลการเรียนดี ปานกลาง และผลการเรียนต่ำ มีความสามารถด้านการใช้เหตุผลในทุก ๆ ด้านสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนการสอนตามปกติช่วยส่งเสริมความสามารถด้านการใช้เหตุผลของผู้เรียนเฉพาะผู้ที่
มีผลการเรียนระดับปานกลาง เท่านั้น

จอห์นสัน (ถาวร รอคเทศ. 2523 : 37 ; อ้างอิงมาจาก Johnson.
1955 : 412) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการึกษาเหตุผลกับผลสัมฤทธิ์วิชาต่าง ๆ
พบว่า การึกษาเหตุผลมีความสัมพันธ์สูงสุกกับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

แซย์ แลบบิล (Sayre and Bill. 1975 : 165 - 174) ได้ศึกษาความสัมพันธ์
ที่เป็นไปไ้ระหว่างคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถของนักศึกษาในการที่จะปฏิบัติ
ภารกิจระดับปฏิบัติการท่วยนามธรรม กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนระดับเกรด 7 - 9 จำนวน
214 คน ระดับเกรด 10 - 12 จำนวน 205 คน ในรัฐโคโลราโด ความสามารถในการ
ปฏิบัติการภารกิจระดับปฏิบัติการท่วยนามธรรม วัดโดยการสอบ เิงสัมภาษณ์เกี่ยวกับภารกิจของ
เพียเจท์ (Piagetion Task Instrument = P.T.I.) ซึ่งพัฒนาโดยเพียเจท์ และ
อินเดสเคอร์ ผลปรากฏว่านักศึกษาที่มีระดับการึกษาเหตุผลค่านามธรรมสูงถึง ระดับปฏิบัติการ
ค่านามธรรม มีระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักศึกษาที่มีพัฒนาการยังไม่ถึงขั้น
ปฏิบัติการท่วยนามธรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ชี (Chee. 1976 : 5187-A) ได้ศึกษาผลของคำถามระดับสูงที่มีต่อระดับการ
ตอบสนองและความสามารถในการให้เหตุผลของนัก เรียน โดยใช้คำถามการจำแนกของ
แชนเคอร์ คำถามระดับสูงประกอบด้วยคำถามการนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และ
ประเมินค่า การทอยสนองอาศัยการจำแนกของบลูม พบว่าคำถามระดับสูงมีผลต่อการตอบสนอง
ของนัก เรียน แต่ไม่พบคำถามระดับสูงมีผลต่อความสามารถในการึกษาให้เหตุผล

เชียบเพทตา (Chiappetta. 1976 : 253 - 261) ได้สำรวจและรวบรวมผล
การึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ เพียเจท์ ที่มีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ใน
ระดับมัธยมศึกษาและระดับวิทยาลัย พบว่า ระดับสติปัญญาการเรียนรู้มีความสัมพันธ์ต่อการเรียน
การสอนวิทยาศาสตร์ และงานวิจัยส่วนใหญ่แสดงให้ เห็นว่าระดับสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการึก
ค่านามธรรมจะอยู่ระหว่างอายุ 15 - 20 ปี และให้ข้อเสนอแนะว่า การเรียนการสอน
วิทยาศาสตร์นั้นทั้ง เนื้อหา วิธีสอน ตลอดจนวิธีการทดลองต่าง ๆ จะต้องคำนึงถึงระดับสติปัญญา

การเรียนรู้ชั้นการศึกษารูปธรรม ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะอยู่ในชั้นนี้ ดังนั้นเป้าหมายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องส่งเสริมให้เด็กสามารถพัฒนาสติปัญญาการเรียนรู้ จากชั้นการศึกษารูปธรรมไปสู่ชั้นการศึกษามัธยมศึกษา และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ดี จะต้องคัดเลือกเนื้อหาส่วนที่เป็นนามธรรมและคำนวณให้น้อยลง และเน้นการปฏิบัติให้มากขึ้น โดยเริ่มจากส่วนที่เป็นรูปธรรมก่อน

แคนทู และเฮร์รอน (Cantu and Herron. 1978 : 135 - 143) ได้ศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาของเสียเจห์ในชั้นการศึกษารูปธรรมและนามธรรม กับการเรียนรู้โมโนติทางวิทยาศาสตร์ (Science Concept) เพื่อจะกล่าวถึงการรับรู้โมโนติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในด้านการปฏิบัติการแบบรูปธรรมกับ การรับรู้แบบนามธรรมนั้นเป็นอย่างไร โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในวิทยาลัย จำนวน 137 คน มีอายุเฉลี่ย 16.25 ปี ใช้เวลาทำการวิจัย 6 สัปดาห์ โดยทดลองสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ให้ แล้วทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ พบว่านักเรียนมีการรับรู้โมโนติทางวิทยาศาสตร์แบบปฏิบัติการด้วยรูปธรรมได้ดีกว่าการรับรู้แบบนามธรรม

บิชค์ (Bride. 1978 : 3254-A) พบว่าการศึกษามีเหตุผลแบบสัดส่วนมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์

เรย์ (Ray. 1979 : 3320-A) ได้ทดลองการสอนเปรียบเทียบอิทธิพลของการใช้คำถามในระดับต่ำกับคำถามในระดับสูงที่มีต่อความมีเหตุผลในเรื่องที่เป็นนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล (Abstract Reasoning and Critical Thinking) ของนักเรียนมัธยมปลายในวิชาเคมี โดยใช้นักเรียน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 54 คน จัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้เหมือนกันหมด ยกเว้นระดับคำถามที่ต่างกัน กลุ่มหนึ่งถามด้วยคำถามที่ส่วนใหญ่เป็นคำถามระดับสูง (ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล) อีกกลุ่มหนึ่งถามด้วยคำถามที่ส่วนใหญ่เป็นคำถามระดับต่ำ (ความจำ) ใช้เวลาสอน 24 สัปดาห์ พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ใช้คำถามในระดับสูง สามารถทำข้อสอบในเรื่องของความมีเหตุผลเชิงนามธรรมและการคิดอย่างมีเหตุผล ได้คะแนนสูงกว่าอีกกลุ่มหนึ่งอย่างมีนัยสำคัญ

ของ (Song. 1982 : 656-A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความพอใจของการใช้คำถาม ความลึกของครูและนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านการคิดให้เหตุผลของนักเรียน โดยอาศัยคะแนนความพอใจของครูในการใช้คำถามความลึกจำแนกครูเป็นสองประเภท คือ ประเภทพอใจ คำถามระดับสูงและต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 - 6 โดยแบ่งเป็น กลุ่มพอใจคำถามระดับสูง 30 คน และระดับต่ำ 53 คน พบว่าระดับความพอใจในการใช้ คำถามต่อคำถามของครูและนักเรียน ไม่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ด้านการคิดให้เหตุผล ของนักเรียน เมื่อเข้าสู่ความพอใจในการใช้คำถามของครูและความพอใจในคำถามของนักเรียน มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์ที่สูงมาก ในเรื่องของความพอใจในการใช้คำถามระดับสูงของครูและนักเรียน

จากงานวิจัยทั้งกล่าว พบว่า การศึกษาอย่างมีเหตุผลมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมการคิด อย่างมีเหตุผลให้มากขึ้น

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอ เนกนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอ เนกนัยมีการคิด อย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขานนัย จำนวน 30 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาเคมี (ว 031) เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การทดลองครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 ใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที ทดลองสัปดาห์ละ 3 คาบต่อกลุ่ม รวมเวลาในการทดลอง 5 สัปดาห์

แบบแผนการทดลอง

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ The Simple - Randomized Design (Lindquist. 1953 : 48 - 49) มีลักษณะการทดลองดังนี้

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

การกำหนดเข้ากลุ่ม	ตัวแปรอิสระ	สอบหลัง
$(R)E_1$	X_1	T_{E_1}
$(R)E_2$	X_2	T_{E_2}

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

(R) แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มต่าง ๆ อย่างสุ่ม

E_1 แทน กลุ่มทดลองที่ 1

E_2 แทน กลุ่มทดลองที่ 2

X_1 แทน การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

X_2 แทน การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอนเอกนัย

- T_{E_1} แทน การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 1
 T_{E_2} แทน การสอบหลังการทดลองของกลุ่มทดลองที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย
2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย

1.1 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ เนื้อหาวิชาเคมี (ว 031) เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

- 1.1.1 การจัดจำพวกสาร
- 1.1.2 สารละลายกับสารบริสุทธิ์
- 1.1.3 การแยกสาร
- 1.1.4 ธาตุกับสารประกอบ
- 1.1.5 ผลงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร
- 1.1.6 ผลงานกับชีวิตประจำวัน

- 1.2 โครงสร้างของชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย

ได้ดัดแปลงรูปแบบมาจากโครงสร้างชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ของ คาร์คาเรลลี (Cadarelli. 1973 : 150) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- 1.2.1 หัวข้อ
- 1.2.2 หัวข้อย่อย
- 1.2.3 แนวคิด
- 1.2.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 1.2.5 กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์

โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ✓ ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา
- ✓ ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งสมมุติฐาน
- ✓ ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบสมมุติฐาน
- ✓ ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปผล

คำถามที่ใช้ในกิจกรรมจะเน้นคำถามแบบ เอกนัย

- 1.2.6 คำถามพบทวน พร้อมทั้งเฉลย

- 1.3 การสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย

1.3.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการเรียนจากเอกสารและงานวิจัย เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย

1.3.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการใช้คำถามจากเอกสารและงานวิจัย เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างคำถามในชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย

1.3.3 ศึกษาขั้นตอน และแนวการจัดกิจกรรมโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการศึกษามีเหตุผล จากเอกสารและงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ให้เหมาะสม

1.3.4 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้จากหนังสือเรียน และคู่มือครู วิชาเคมี (ว 031) เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.3.5 สร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยโดยยึดหลักการจำแนกคำถามของ คันทิงแฮม (Cunningham. 1971 : 86 - 103) ซึ่งคำถามในชุดการเรียนรู้จะเน้นคำถามแบบเอกนัยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคำถามทั้งหมด (สมสมัย สมทรัพย์. 2529 : 80 และ Buggy. 1971 : 2543-A)

วิเคราะห์ประเภทของคำถามในชั้นกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนโดยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

M คือ คำถามความรู้-ความจำ

C คือ คำถามเอกนัย

D คือ คำถามอเนกนัย

E คือ คำถามประเมินค่า

การสร้างชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองจะยึดตามแนวการสร้าง

ชุดการเรียนรู้ของ วาสนา ชาวหา (2522 : 28 - 31)

1.3.6 นำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อพิจารณาทัศนคติเชิงตรงของคำถาม วิธีการจัดกิจกรรม และท่านเนื้อหาวิชา เพื่อนำชุดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข

1.3.7 นำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง มาก่อน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1.3.7.1 ทดลองรายบุคคล เพื่อความเหมาะสมของ กิจกรรมและเวลาที่ใช้

1.3.7.2 ทดลองกลุ่มเล็ก ประมาณ 5 คน เพื่อหา ข้อบกพร่องของชุดการเรียนรู้

1.3.7.3 ทดลองภาคสนาม นำชุดการเรียนรู้ที่ปรับปรุง แก้ไขจากการทดลองกลุ่มเล็กไปทดลองใช้กับนักเรียนประมาณ 50 คน แล้วนำมาปรับปรุง เพื่อนำไปใช้จริง

1.3.8 เกณฑ์ที่ใช้ในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้น
คำถามแบบเอกนัย พิจารณาจากการตอบคำถามพบทวนในแต่ละชุด ใช้เกณฑ์มาตรฐาน
80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม
คือคะแนนจากการตอบคำถามพบทวนของนักเรียนทั้งหมดได้คะแนนเฉลี่ยอย่างน้อย ร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถาม
พบทวนแต่ละข้อถูกต้องอย่างน้อย ร้อยละ 80

2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

ใช้ขั้นตอนในการสร้างเหมือนกับชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ
เอกนัยในข้อ 1 จะต่างกันเฉพาะคำถามที่ใช้ในกิจกรรมข้อ 1.2.5 เพราะชุดการเรียนรู้
ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยจะเน้นคำถามแบบเอกนัยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
ของคำถามทั้งหมด ในชั้นกิจกรรมการเรียนการสอน

✓ 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำในการสร้างตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
และเอกสารเกี่ยวกับการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
จากหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ว 031 เพื่อสร้าง
ตารางวิเคราะห์ข้อสอบวิชาเคมี แบ่งเป็นพฤติกรรมต่าง ๆ 4 ด้าน คือ ด้านความรู้
ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.3 วิเคราะห์หาอัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญทาง
การสอนวิชาเคมี จำนวน 5 ท่าน

3.4 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้
สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียน และพฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์
จำนวน 100 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ (บุญเชิด ภิญโญนันโทพนธ์. 2526 : 89 - 91)

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงคำภาษาไทยแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี ที่ได้รับการเรียน เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงมาแล้ว จำนวน 100 คน

3.7 นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เทห์ ฟาน โดยตัดเอา 27 % ของกลุ่มสูง และ 27 % ของกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เทห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .02 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 186 - 187)

3.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 3.7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.72

4. แบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 เขียนนิยามของการศึกษามีเหตุผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามีเหตุผล

4.1.2 รวบรวมนิยามของการศึกษามีเหตุผล

4.1.3 รวบรวมพฤติกรรมที่แสดงถึงการศึกษามีเหตุผล

4.1.4 เขียนนิยามของการคิอย่างมีเหตุผล เป็นรูปนิยามเชิงปฏิบัติการ ซึ่งสรุปได้จากการค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัย

4.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิอย่างมีเหตุผลและเขียนข้อสอบตามคานิยามของการคิอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยแนวทางการสร้างแบบทดสอบ การคิอย่างมีเหตุผลของ พรงค์ ท่วงศรี (2525 : 66 - 79)

4.3 วิเคราะห์หาอัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ

4.4 สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

4.5 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปได้

4.6 นำแบบทดสอบวัดการคิอย่างมีเหตุผลที่คัดเลือกไว้มาปรับปรุงคำภาษา แล้วนำไปสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 100 คน

4.7 นำกระดาษคำตอบที่นักเรียนเขียนตอบแล้วมาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เทห์ ฟาน โดยตัดเอา 27 % ของกลุ่มสูง และ 27 % ของกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และค่า P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่ จุง เทห์ ฟาน สร้างไว้ เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (P) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) .02 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 186 - 187)

4.8 นำแบบทดสอบวัดการคิอย่างมีเหตุผลที่คัดเลือกไว้จากข้อ 4.7 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร $KR - 20$ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เข้ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ให้มีนักเรียนกลุ่มละ 30 คน ทั้งได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที
 - 2.1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย
 - 2.2 กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย
3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล
4. ตรวจสอบผลการสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) มีคะแนนผลการสอบหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม และคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม
2. เปรียบเทียบการศึกษามีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) มีคะแนนผลการสอบหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม และคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

หาค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของคะแนน

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ มีสูตรดังนี้

$$IOC = R/N$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R แทน ผลรวมของคะแนนความถูกต้องของผู้เชี่ยวชาญ

เนื้อหาวิชาทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชา

2.2 หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้หลักการจัดกลุ่ม 27 % แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เทห์ ฟาน

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล โดยใช้สูตร KR - 20

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

n แทน จำนวนข้อของข้อสอบ

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

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ $1 - p$

s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

ตรวจสอบสมมุติฐานข้อ 1 และ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี และการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้
การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) ทั้งนี้ (งานกา
ตูนลาภทวี. 2530 : 368 - 374)

แหล่งความแปรปรวน	SS'_y	df	MS'_y	F
ระหว่างกลุ่ม	$SS'_{b(y)}$	k-1	$MS'_{b(y)} = \frac{SS'_{b(y)}}{k-1}$	$\frac{MS'_{b(y)}}{MS'_{w(y)}}$
ภายในกลุ่ม	$SS'_{w(y)}$	N-k-1	$MS'_{w(y)} = \frac{SS'_{w(y)}}{N-K-1}$	
ทั้งหมด	$SS'_{t(y)}$	N-2		

เมื่อ x แทน ตัวแปรร่วมหรือตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
y แทน ตัวแปรตามหรือตัวแปรที่สนใจศึกษา
N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด
k แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
 $SS'_{b(y)}$ แทน ความแปรผันระหว่างกลุ่มของข้อมูล y ที่ปรับแล้ว
 $SS'_{w(y)}$ แทน ความแปรผันภายในกลุ่มข้อมูล y ที่ปรับแล้ว
 $SS'_{t(y)}$ แทน ความแปรผันทั้งหมดของข้อมูล y ที่ปรับแล้ว

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

SS'_y	แทน ความแปรผันของข้อมูล y ที่ปรับแล้ว
df	แทน ชั้นของความเป็นอิสระ
MS'_y	แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับพื้นฐานแล้ว
F	แทน อัตราส่วนระหว่างค่าความแปรปรวนที่ปรับแล้วของระหว่างกลุ่ม กับค่าความแปรปรวนที่ปรับแล้วของภายในกลุ่ม
n	แทน จำนวนคนแต่ละกลุ่ม
N	แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการสอน
โดยใช้ชุดการ เรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

ปรากฏผลดังตาราง 4

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย
กับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

แหล่งความแปรปรวน	SS'_y	df	MS'_y	F
ระหว่างกลุ่ม	4.97	1	4.97	0.193
ภายในกลุ่ม	1465.62	57	25.71	
ทั้งหมด	1470.59	58		

$$F_{.05} (1, 57) = 4.02$$

จากตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบการศึกษาย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ปรากฏผลดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการศึกษาย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

แหล่งความแปรปรวน	SS'_y	df	MS'_y	F
ระหว่างกลุ่ม	10.24	1	10.24	0.593
ภายในกลุ่ม	983.59	57	17.26	
ทั้งหมด	993.83	58		

$$F_{.05}(1, 57) = 4.02$$

จากตาราง 5 พบว่า การศึกษาย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับคำถามแบบอเนกนัย สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย
2. เพื่อเปรียบเทียบการ คิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกัน
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย มีการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย จำนวน 30 คน

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 ชุดการเรียนด้วยตนเอง 2 แบบ คือ

2.1.1 ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

2.1.2 ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น 0.72

2.3 แบบทดสอบวัดการศึกษาย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงมาจากแบบทดสอบวัดการศึกษาย่างมีประสิทธิภาพของ ผงค์ ห่วงศรี และของ เบอร์เนย์ (Burney) เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก มีค่าความเชื่อมั่น 0.82

3. วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยสอนเองทั้ง 2 กลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน คือใช้เวลากลุ่มละ 14 คาบ คาบละ 50 นาที

3.1.1 กลุ่มทดลองที่ 1 สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

3.1.2 กลุ่มทดลองที่ 2 สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย

3.2 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับนักเรียนทั้งสองกลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล แล้วตรวจให้คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) มีคะแนนผลการสอบหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม และคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม
2. เปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) มีคะแนนผลการสอบหลังการทดลองเป็นตัวแปรตาม และคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นตัวแปรร่วม

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำตามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำตามแบบอเนกนัย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ
2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำตามแบบ เอกนัยกับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำตามแบบอเนกนัย มีการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี และการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ใ้ผลการศึกษาวิจัยและการ อภิปรายผล ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัย กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย มี ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาเคมีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้่าจะมีสาเหตุ เนื่องมาจาก

ประการแรก นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ต่างก็ต้องศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยศึกษาจากคำถามในชุดการเรียนรู้ ทั้งชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกนัยกับ ที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ต่างก็ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และต้องการให้บรรลุผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ทั้งไว้ซึ่ง เป็นจุดประสงค์เดียวกัน และ การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเป็นการวัดทั้ง เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกร ะบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้-ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามการจำแนกพฤติกรรม ในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ของ ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 21 - 31) โดยพิจารณา เลือกพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้เหมาะสมกับเนื้อหา ซึ่งต้องใช้ทั้งระดับความคิดในชั้นต่ำและ ระดับความคิดในชั้นสูงในการแก้ปัญหา (Bloom. 1956 : 201 - 207) ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการคิดแบบเอกนัยและการคิดแบบอเนกนัย แอนเดอร์สัน และคนอื่น ๆ (ประสาธ บัณฑิตวงศ์. 2516 : 16 - 17 ; อ้างอิงมาจาก Anderson and others. 1970 : 95 - 97) ให้แนวคิดว่าการคิดแบบอเนกนัยจะเป็นกระบวนการคิดในลักษณะไม่แน่นอน (Dynamics)

เป็นการฝึกขั้นต้นของการแก้ปัญหา ก่อนที่ผู้ตอบจะใช้การคิดแบบเอเจนีย์เพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุด ทั้งนี้การคิดแบบเอเจนีย์จะใช้ร่วมกันตลอดเวลากับการคิดแบบอเนกนีย์ นอกจากนี้จากผลการศึกษาของ ฮาสัน และบัทเชอร์ (Hason and Butcher) (เกรียงศักดิ์พราวศรี. 2516 : 20 ; อ้างอิงมาจาก Learning Styles. 1971 : 44 - 48) พบว่า มีบางส่วนที่ซ้อนกัน (Overlap) ระหว่างการคิดแบบเอเจนีย์กับการคิดแบบอเนกนีย์ และจากผลการศึกษาของ ไสว เลี่ยมแก้ว (2521 : 78) พบว่า การคิดแบบเอเจนีย์และการคิดแบบอเนกนีย์ขึ้นแก่กันและกัน ซึ่งคำถามในชุดการ เรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนีย์กับที่เน้นคำถามแบบอเนกนีย์ ต่างก็ประกอบด้วย คำถามความรู้-ความจำ คำถามเอเจนีย์ คำถามอเนกนีย์ และคำถามประเมินค่า (Cunningham. 1971 : 86 - 130) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นอาจเป็นผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ โรเจอร์และเดวิด (Roger and David. 1970 : 189) มาร์ทีคีน (Martikean. 1973 : 248) อนันต์ จันทร์ทวี (2523 : 228 - 230) และจินตนา พุทธิพันธ์ (2523 : 52 - 63) ที่พบว่า ไม่ว่าครูใช้คำถามระดับสูงหรือระดับต่ำในการสอน นักเรียนก็ตามก็ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแตกต่างกัน

ประการที่สอง คำถามในชุดการ เรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนีย์และชุดการ เรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนีย์ต่างก็ประกอบด้วยคำถามความรู้-ความจำ คำถามเอเจนีย์ คำถามอเนกนีย์ และคำถามประเมินค่า ซึ่งคำถามทั้ง 4 ประเภท จะพัฒนาความคิดในขั้นต่ำสุด จนถึงขั้นสูงสุดเรียงตามลำดับ (Cunningham. 1971 : 86 - 130) นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการ เรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนีย์ จะได้รับคำถามแบบเอเจนีย์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 นอกจากนี้นักเรียนยังได้รับคำถามความรู้-ความจำ คำถามอเนกนีย์ และคำถามประเมินค่า แต่ได้รับในปริมาณน้อย ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการ เรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนีย์ จะได้รับคำถามแบบอเนกนีย์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 นอกจากนี้นักเรียนยังได้รับคำถามความรู้-ความจำ คำถามเอเจนีย์ และคำถามประเมินค่าด้วย แต่ได้รับในปริมาณน้อย ทั้งนี้ทั้งนักเรียนทั้ง

สองกลุ่มจึงได้รับคำถามทั้ง 4 ประเภท ซึ่งเป็นคำถามที่พัฒนาทั้งความคิดในชั้นต่ำและ
 ในชั้นสูง จากผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม
 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะสืบเนื่องมาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4 เคยชินกับการเรียนโดยครูเป็นผู้บรรยาย จากการศึกษาพฤติกรรมการสอนของ
 ครู (ทองเพียร กวงประภา. 2529 : 1 ; อ้างอิงมาจาก Sund and Trowbridge.
 1976) พบว่า ประมาณร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมดเป็นเวลาที่ครูใช้พูดแต่เพียงผู้เดียว
 แม้ครูจะตั้งคำถามถามนักเรียนแทนที่ครูจะเว้นระยะรอให้นักเรียนตอบ ครูส่วนใหญ่จะเป็น
 ผู้ตอบคำถามนั้นเอง เมื่อการวิจัยครั้งนี้ได้เปลี่ยนรูปแบบการเรียนของนักเรียนจากการที่
 นักเรียนเป็นผู้ฟังมาเป็นการศึกษาโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนจะต้องอ่าน
 ปฏิบัติกิจกรรม และตอบคำถามด้วยตนเอง จึงพบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่ค่อยตอบคำถาม
 ตามที่กำหนดไว้ในชุดการเรียนด้วยตนเอง จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้
 อย่างเต็มที่ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน ซึ่ง
 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ซาเวจ (Savage. 1972 : 2245-A) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์
 ทางการเรียนของนักเรียนที่ครูสอนโดยใช้คำถามระดับสูงร้อยละ 70 คำถามความรู้-
 ความจำ ร้อยละ 30 และที่ครูใช้คำถามระดับสูง ร้อยละ 30 คำถามความรู้-ความจำ
 ร้อยละ 70 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และผลงาน
 วิจัยของ สมสมัย สมทรัพย์ (2529 : 103 - 114) ได้ศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถาม
 แบบกว้าง โดยใช้คำถามแบบกว้างไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และนักเรียนที่ได้รับการสอน
 แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามแบบแคบ โดยใช้คำถามแบบแคบไม่น้อยกว่าร้อยละ 70
 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย
 กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย มีการคิด
 อย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้จะมีสาเหตุเนื่องมาจาก

ภายในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย และชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ต่างก็มีกิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย ขั้นระบุปัญหา ขั้นสมมุติฐาน ขั้นตรวจสอบสมมุติฐาน และขั้นสรุปผล ทั้งที่ สมจิต สวชนไพมูลย์ (2526 : 63 - 69) ได้กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติ และจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น ประกอบด้วย ขั้นระบุปัญหา ขั้นตั้งสมมุติฐาน ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง ขั้นสรุปผล และขั้นการนำไปใช้ ซึ่งชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ต่างก็เป็นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เหมือนกัน จะต่างกันที่ประเภทของคำถามที่จะนำไปสู่ขั้นตอนนั้น ๆ นอกจากนี้คำถามในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ต่างก็เป็นคำถามที่นำไปสู่เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การวัดการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นการวัดพฤติกรรม 2 ด้าน ประกอบด้วย การคิดอย่างมีเหตุผล แบบสัดส่วน และการแยกและการควบคุมตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคำนวณ และทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้รวบรวมไว้เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2526 : 1 - 16) ดังนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า การสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการสอนเพื่อให้บริการจุดประสงค์ตามเนื้อหาของบทเรียนแล้ว ผู้สอนน่าจะใช้ชุดการเรียนรู้ทั้งสองแบบสลับกันในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นการแปรเปลี่ยนบรรยากาศในการเรียน

อันจะทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน ซึ่งจากผลการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาค้นคว้าต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการเรียนการสอน

1.1 ในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรช่วยกันผลิตชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นนวัตกรรมในรูปแบบหนึ่งให้แพร่หลายมากขึ้น ภายในชุดการเรียนรู้ในส่วนที่เป็นคำถามควรประกอบด้วยคำถามแบบเอกนัย และคำถามแบบอนเอกนัย เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง

1.2 การจัดกิจกรรมในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล โดยเน้นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงออกทั้งความคิดและการเขียน ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน

1.3 โรงเรียนที่จะจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนควรเตรียมตัวนักเรียนให้เคยชินกับการเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยปลูกฝังให้นักเรียนกล้าคิด กล้าเขียน และรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับคำถามแบบอนเอกนัย ที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับคำถามแบบอนเอกนัย ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันคือ สูง ปานกลาง ต่ำ

2.3 ควรมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ และการคิดอย่างมีเหตุผล ระหว่างการสอนโดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยกับคำถามแบบอนเอกนัย โดยใช้อัตราส่วนของคำถามต่าง ๆ กัน

גזע חקלאות

บรรณานุกรม

- กมล หลีกภัย. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการศึกษาเหตุผลเชิงตรรก
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. ถ่ายเอกสาร.
- กอสักดิ์ ศรีน้อย. การศึกษากาไรใช้คำถามเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ขั้นพื้นฐานและขั้นสูงในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อความคิ
สร้างสรรคทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์.
ปริญญาโท กค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2527. อัดสำเนา.
- กัลยา เรียวชา. การศึกษาลักษณะคำถามและทักษะการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์
ในชั้นประถมศึกษาปีที่ห้าและหก จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. ถ่ายเอกสาร
- กาญจนา เกียรติประวิติ. วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตร
และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2524.
- กานดา พูลฉนวนทวี. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์, 2530.
- กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. เอกสารชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 สาขาวิชา
ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์ในเครือโปรคักชั่น, 2526.
- เกรียงศักดิ์ พราวศรี. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทย
การคิดแบบเอกลัย การคิดแบบอเนกนัย และการสร้างมโนภาพ.
ปริญญาโท กค.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร,
2516. อัดสำเนา.

- คำนิง ภูริปัญญา. พัฒนาการของการศึกษาระดับประถมศึกษาของเด็กไทยวัยแรกเริ่มใน กรุงเทพมหานคร วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518. กายเอกสาร.
- จัญญะ สุระพัฒน์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ม. 1) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อักษรย่อ.
- จักรกลิน พิเศษสาคร. ทฤษฎีและนักปรัชญาการศึกษาของตะวันตก. กรุงเทพฯ : ดวงกมล, 2521.
- จินตนา พุทธิพันธ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติของสารโดยใช้ระดับคำถามที่แตกต่างกัน, วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2523. กายเอกสาร.
- ฉันทนา ภาคขงกช. สอนให้เด็กคิด : โมเดลการพัฒนาทักษะการคิดเพื่อคุณภาพชีวิตและสังคม, พิมพ์ครั้งที่ 1. ม.ป.ท., 2528.
- ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประสานมิตร, 2524.
- ชวาล แพทย์กุล. เทคนิคการวิจัย. ม.ป.ท., ม.ป.ป.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีและสื่อการศึกษา เล่มที่ 3. หน่วยที่ 11 - 15 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ในเครือโปรทัศน์, 2526.
- ชาญชัย ศรีไสยเพชร. ทักษะและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์อักษร, 2525.
- ชาญวิทย์ เทียมบุญประเสริฐ. การวัดความถนัด. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา, 2528.

- ชื่นจิต การบุญ. อิทธิพลของการฝึกความสามารถทางการคิดแบบอเนกนัยที่มีต่อ
ความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของ เด็กก่อนวัย เเรียน
โรงเรียนพร้อมพรรณศึกษา อำเภอบางเกริก จังหวัดนนทบุรี. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
อักษำเนา.
- ชูชีพ อ่อนโลกสูง. การผลิิตชุดการสอนระดับประถมศึกษากลุ่มเสริมสร้างประสบการณ์ชีวิต
ชั้น ป.3 เรื่องเสียง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการแนะแนวและจิตวิทยาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน, 2524.
- เชาวนี อชะวงศ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปและด้วยครูฝึกของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526. อักษำเนา.
- เชิดศักดิ์ โฉวสินธุ์. การฝึกสมรรถภาพสมองเพื่อพัฒนาคุณภาพการคิด. วิทยานิพนธ์
กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530.
อักษำเนา.
- ฉรงค์ ท่วงศรี. การสร้างแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2525. ถ่ายเอกสาร.
- เกษมรงค์ สุภิमारส. การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูในการเรียนการสอน
วิชาเคมี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 11. วิทยานิพนธ์ ค.ม.
กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529. ถ่ายเอกสาร.
- เก็ดกวง แฉ่งใจ. ผลของการใช้คำถามและการสรุปที่มีต่อการเรียนรู้จากสไลด์ประกอบ
คำบรรยายในวิชาสังคมศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (ม.1). วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อักษำเนา.

ถาวร รอคเทศ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาเหตุผลตามหลักตรรกศาสตร์
กับความเชื่อดั้งเดิมของไทย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักษรสำเนา.

ทองหล่อ วงษ์อินทร์. ความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาคณิตศาสตร์ในเชิงตรรกศาสตร์
คณิตศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์ และความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนที่จบชั้น
ประถมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2514. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อักษรสำเนา.

ทองเพียร กวงประภา. ลักษณะคำถามและระยะเวลาตอบของครูผู้สอนกลุ่ม
สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่หกในจังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529. อักษรสำเนา.

ทรงชัย ชิวปรีชา. "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าวสาร สสวท. 6(2) :

1 - 12 ; มกราคม 2521.

_____ . "การใช้คำถามในห้องเรียน," ข่าวสาร สสวท. 6(3) : 60 - 67 ;

เมษายน 2521.

ทมนูรี, วิทยาลัยครู. การสอนแบบจุลภาค (Micro - Teaching) ของวิทยาลัยครูทมนูรี
ปีการศึกษา 2515. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูทมนูรี, 2516.

ทวีชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาคณิตศาสตร์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทาง
วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครู และ
ชุดการเรียนด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักษรสำเนา.

นกร หัตถประสิทธิ์ผล. การศึกษาความสามารถในการใช้คำถามแบบสืบเสาะหา
ความรู้ของนักศึกษาระดับ ปก.ศ.สูง และครูประจำการที่ผ่านการอบรมตาม
หลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วิทยานิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2521. ถ่ายเอกสาร.

- นิพนธ์ สุขปรีดิ์. นวัตกรรมการเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์แชน, 2519.
- นิรมล ศกฺวดี. "ชุดการเรียนแบบ เอกัญคณานำจะมีบทบาทในมหาวิทยาลัยทลาควิชา," รวมคำแห่ง. 1 : 138 - 145 ; พฤษภาคม 2526.
- บ้งอร พุ่มสะอาด. การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของสมรรถภาพสมองกับการศึกษาแบบอเนกนัยทางภาษา ตามทฤษฎีของกิลฟอรักับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2517. อักสำเนา.
- บุญเชิด วิญญูอนันตพงษ์. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.
- บุญเลิศ เสียงสุชนันท์. การศึกษาลักษณะสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยใช้ชุดการสอนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนแบบปกติ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. ภายเอกสาร.
- ประชุมพร ศุกรเจริญ. การสร้างแบบฝึกการเขียนแบบสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520. ภายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผล วิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233 หน่วยศึกษานิเทศ กรรมการฝึกหัดครู, 2524.
- ประสาธ บัณฑิตวงวร. ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ในวิชาวิทยาศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์แรงจูงใจใฝ่สัมพันธ์และการฝึกแบบอเนกนัย. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อักสำเนา.
- ประสาธ อิศรปริทา. จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน. กรุงเทพฯ : กราฟิการ์, 2523.

- ปราโมทย์ ศรีสี. การศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้ขั้นการฝึกปฏิบัติการแบบ
นามธรรมตามทฤษฎีของ เปียเจต์ในนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 7.
 วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2528. ✓
 ถ่ายเอกสาร.
- ปรีชา ตรีศาสตร์. การสร้างชุดการสอนวิชาภาษาไทย (ท 402) เพื่อผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้วิชาภาษาไทย และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตหลวงมหาวิทยาลัยของรัฐ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
 กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. ✓ อักสำเนา.
- พจนานังวรัตน์กิจ. การทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียน
ด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 ประสานมิตร, 2529. ✓ อักสำเนา.
- พรทิพย์ ไชยโส. การวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์.
 วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. ✓ ถ่ายเอกสาร.
- พรพิมล สฤตชู. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ระมัดระวังสติปัญญาและรูปแบบการฝึกต่างกัน. วิทยานิพนธ์
 ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. ✓ ถ่ายเอกสาร.
- พรพี ชูชัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน : จิตวิทยาการศึกษาสำหรับครูในชั้นเรียน.
 กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์,
 2522.
- มหาวิทยาลัย, พวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. ม.ป.ท.,
 2525 ก.
- _____ . ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. ม.ป.ท., 2525 ข.
- _____ . ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. ม.ป.ท., 2525 ค.
- _____ . รายงานการวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์พฤติกรรมการสอนของบัณฑิตทางการสอน
วิทยาศาสตร์ในประเทศไทย. ม.ป.ท., 2525 ง.

ยงยุทธ วงศ์นาม. ความสัมพันธ์ระหว่างพัฒนาการทางการศึกษากับทฤษฎีของเพียเจต์ที่
เกิดจากการสอนแบบสืบสวนสอบสวนส่วนกับความเข้าใจในการอ่านของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักษรย่อ.

ระวี ภาวิไล. ศาสนากับปรัชญา. กรุงเทพฯ : แคลิไพบ, 2520.

เรชา ทองคุ้ม. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาระหว่างการสอนโดยเน้น
การใช้คำถามประเภทแถมกับการสอนโดยเน้นการใช้คำถามประเภทกว้าง.

วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524. ถ้อยแถลง.

ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
 ศึกษาพร จำกัด, 2528.

ลัดดา ชูขันธ์. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพ์, 2523.

ลัดดาวัลย์ กันตสุวรรณ. การใช้คำถาม. กรุงเทพฯ : คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครู
 พระนคร, 2520.

วรภรณ์ ชัยโอภาส. การพัฒนาสมรรถภาพในการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยม.

มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
 มหาสารคาม, 2521.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์, 2522.

วิจิตร เกตวิสิษฐ์. ศิลปแห่งการศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บางกอกการพิมพ์, 2523.

วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. แนวการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช
2521. กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์การพิมพ์ (1977) จำกัด, 2525.

วินัย เข้มเมือง. ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเน้นทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการที่มีต่อการศึกษามีเหตุผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญาโท กศ.ม.

กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักษรย่อ.

วิธี วรณรัตน์. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2526.

วีระ ไพบทนิช. 57 วิธีสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

วีรยุทธ วิเชียรโชค. "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน : วิธีสอนให้คิด," พัฒนาสังคม 7.
2514.

ศิริกาญจน์ โกสุมภ์. "เทคนิคการตั้งคำถาม," ประชากรศึกษา. 30(3) : 15 - 17 ;
ตุลาคม 2521.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ :
อมรินทร์การพิมพ์, 2523.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และคำถามที่นำไปสู่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารประกอบ
การสัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
หน้า 1 - 16. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2526. อักสำเนา.

_____. สรุปผลงานวิจัยสมรรถภาพการสอนของครู. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2520.

สมจิต สวชนใหญ่ย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

สมเจตน์ ไวยากรณ์. รูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผล.
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2530. อักสำเนา.

สมศักดิ์ บุญวิโรจน์. ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพสมองทางสัญลักษณ์กับผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2516. อักสำเนา.

- สมสมัย สมทรัพย์. การทดลองสอน วิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นคำถามต่างกัน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- สมหญิง กลั่นศิริ. เทคโนโลยีทางการศึกษา. นครปฐม : แผนกบริหารกลาง สำนักงานอธิการบดีพระราชวังสนามจันทร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2523.
- สัญญา รังงาม. การศึกษามวลสัมพันธ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้โดยใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในขั้นของการตอบสนองแบบ เมิก เปรียบกับการตอบสนองแบบปิกบังวิชาวิทยาศาสตร์. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อักสำเนา.
- สันหัต วิชาสุข และพิมพ์ใจ วิชาสุข. การใช้สื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ที่ระพณา, 2525.
- สามารถ วีระสัมพันธ์. สมรรถภาพทางสมองบางประการที่สัมพันธ์กับความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 7. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร, 2512. อักสำเนา.
- สายหยุด ชมนานท์. และคนอื่น ๆ. โครงการสุขภาพในโรงเรียน. พิมพ์ครั้งที่ 1. ม.ป.ท., 2521.
- สืบศักดิ์ สาธร. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่มีความรับผิดชอบต่างกัน โดยการเรียนรู้จากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและจากการสอนปกติ. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2521. อักสำเนา.
- สุภารัตน์ จินดาวงษ์. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนภาพแห่งตนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนรู้กับที่เรียนโดยครูเป็นผู้สอน. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อักสำเนา.

- สุเทพ อุดาหะ. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยม. มหาสารคาม : โรงพิมพ์สหจิต,
2526.
- สุปราณี อุณโกลา. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากชุดสื่อการสอนด้วยตนเอง
ในวิชาวิทยาศาสตร์, วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2518. กายเอกสาร.
- สุรินทร์ ผลกล้วย. การศึกษาเปรียบเทียบการพัฒนาการศึกษาค้นคว้าตามหลักตรรกศาสตร์
ในชั้นปฏิบัติการทวายนามธรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
ของเด็กไทยในเมืองและชนบท. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักษรสำเนา.
- สุวัตร นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
วัฒนาพานิช จำกัด, 2517.
- สุวิมล เขียวแก้ว. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี : ภาควิชาวิทยาศาสตร์
ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 2527.
- ไสว เลี่ยมแก้ว. บทบาทของความคืบหน้าและความคิดเอกลักษ์ในการเรียนรู้โน้ตส์.
วิทยานิพนธ์ ค.ค. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2521. กายเอกสาร.
- อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม. 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ค.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2523. อักษรสำเนา.
- อรรพรณ เลิศสังข์. การวิเคราะห์ประเภทคำถามของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ในจังหวัดสุพรรณบุรี. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักษรสำเนา.
- อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเอง และตามคู่มือครู สสวท.
วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2529. อักษรสำเนา.

อุบลพงษ์ วัฒนเสรี. "เทคนิคการใช้คำถามเพื่อพัฒนาความคิด," ศึกษาศาสตร์. 4(3) : 22 - 27 มิถุนายน - กันยายน 2522.

อุษา คำประกอบ. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์
ด้านความมีเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้
ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญาโท กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2530. อักสำเนา.

Anderson, Ronald D. et, al. Developing Children's Thinking Through Science. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1970.

Arnold, R.S., R.K. Atwood and V.M. Roger. "An Investigation of Relationship Among Question Level Responses Level and Lapse Time," School Science and Mathematics. 13:591 - 595; October, 1973.

Bard, Eugene Dwight. "Development of a Variable-Step Programed System of Instruction for College Physical Science," Dissertation Abstracts International. 35(9) : 5947-A; March, 1975.

✓Barnes, S.J. "A Study of the Relationship Between Adjunct Questions and the Development of Cognitive Skills," Dissertation Abstracts. 43(3) : 644-A; September, 1982.

Bedwell, Lance Eugene. "The Effects of Training Teachers in Question Asking Skills on the Achievement and Attitudes of Elementary Pupils," Dissertation Abstracts International. 36 : 5980-A - 5981-A; 1975.

Bloom, B.S. and others. Taxonomy of Education Objectives : The Classification of Education Goals : Handbook I : Cognitive Domain. New York : David McKay Company, Inc., 1956.

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

Cantu, Luis L. and J. Dudley Herron. "Concrete and Formal Piagetian Stages and Science Concept Attainment," Journal of Research in Science Teaching. 15(2) : 135 - 145; January, 1978.

Cardarelli, Sally M. Individualized Instruction Programed and Material. Englewood Cliffs, N.J. : Education Technology, 1973.

Carin, A.A. and R.B. Sund. Developing Question Technique : A Self Concept Approach. Ohio : Charles E. Merrill Publishing, 1971.

- Chee, Harry Jame. "A Study of the Effects of High Level Cognitive Question on the Levels of Response and Critical Thinking Abilities in Students of Two Social Problem Classes," Dissertation Abstracts. 36(8) : 5187 - 8A; February, 1976.
- Chiappetta, E.L. "A Review of Piagetian Studies Relevant to Science Instruction at the Secondary and College Level," Science Education. 60(2) : 253 - 261, 1976.
- Clark, Charle M., Veldman, Donald J., and Thorpe, Joseph S. "Convergent and Divergent Thinking Abilities of Talented Adolescents," Journal of Educational Psychology. 24(3) : 277 - 285; November, 1971.
- Cropley, A.L. "Creativity and Intelligence," The British Journal of Education Psychology. 36 : 259 - 266; 1966
- Cudney, Shirley A. "Mediated Self-Instruction of Basic Nursing Skill," Audiovisual Instruction. 20(9) : 26 - 27; November, 1975.
- Cunningham, Roger T. "Developing Question-Asking Skills," Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 1971.
- De Vito, Alfred and Krochover, Gerald H. Creative Sciencing Ideas Activities for Teacher and Children. Little : Brown and Company, (Inc.), 1976.
- Ditcher, R.C. "Relationships Among Independent Study, Divergent Thinking, Convergent Thinking Abilities and Achievement in General College Biology," Dissertation Abstract. 31(4) : 1743-A; 1971.
- Duane, James E. Individualized Instruction-Programs and Materials. Englewood Cliffs, N.J. : Education Technology Publication, 1973.
- Dunkin, Michael J. and Bruce J. Biddle. The Study of Teaching. New York : Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1974.
- Feldhusen, John. and others. "Designing Open and Individualized Instruction at the Elementary Level : A Guide for the Individual Teacher," Educational Technology. 1 : 20 - 21; January, 1975.
- Feldhusen, John F. and others. "The Relationship Between Academic Grades and Divergent Thinking Scores Derived from four different methods of Testing," The Journal of Experimental Education. 40 : 35 - 39; 1971.
- Gall, M.D. "The Use of Questions in Teaching," Review of Education Research. 40 : 712; December, 1970.

- Gallagher, Jame J. "Reading : Productive Thinking of Gifted Children in The Classroom," Psychology and Teaching. Chicago, 1962.
- Garry, R. and Kingsley, Howard L. The Nature and Conditions of Learning. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, Inc., 1970.
- Good Carter V. Dictionary of Education. New York : McGraw-Hill Book, Inc., 1945.
- Green, Eric. Towards Independent Learning in Science. Guildford and London : Printed in Great Britain by Billing and Sons Limited, 1976.
- Grinewald, Robert N. "Peer-Produced Packages for Professional Preparation," Educational Technology. 15(3) : 39; March, 1975.
- Grover, Burton L. Prediction of Achievement in Divergent and Convergent Learning Situations," The Journal of Educational Research. 59 : 402 - 405; May - June, 1966.
- Heathers, Glen. "A working Difinition of Individualized Instruction," Education Leadership; 34(5) : 342 - 344; February, 1977.
- Hill, Peter W. "Testing Hierachy in Educational Taxonomies : A Theoretical and Empirical Investigation," Evaluation in Education. 8(3) : 181 - 240, 1984.
- Houston, W. Robert and others. Developing Instruction Modules, A Modular System for Writing Modules. College of Education Texas : University of Houston, 1972.
- Howell, B. Learning Packages in American Education. Englewood Cliffs, N.J. : Education Technology Publication, 1973.
- Huntsberger, John. "Developing Divergent-Productive Thinking in Elementary School Children Using Attribute Games and Problems," Journal of Research in Science Teaching. 13 : 185 - 191; March, 1976.
- Kapfer, Phillip G. and Mirian B. Kapfer. Learning Package in American Education. Englewood Cliffs, N.J. : Education Technology Publication, 1972.
- Karplus, Robert. "Science Teaching and the Development of Reasoning," Journal of Research in Science Teaching. 14(2) : 169 - 175, 1977.
- Klausmeier, Herbert J. and Richard E. Ripple. Learning and Human Abilities. New York : Harper & Row, Publishers, Inc., 1971.

- Kleinman, Gladys S. "General Science Teacher's Questions, Pupil and Teacher Behavior and Pupils' Understanding of Science," Dissertation Abstracts International. 25 : 5153-A; March, 1964.
- Ladd, George Thomas. "Determining the Level of Inquiry in Teachers' Questions," Dissertation Abstracts International. 31(1) : 247-A - 248-A; July, 1970.
- Lewis, Phillip. Instructional Process and Media Innovation. Chicago Rand : McNally Company, 1968.
- Lindquist, E.F. Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education. Boston : Houghton Mifflin, 1953.
- Lytton, Hugh, and Cotton, Alan C. "Divergent Thinking Abilities in Secondary Schools," The British Journal of Education Psychology. 39(2) : 188 - 190; June, 1969.
- Mac Kay, C.K., and Cameron, Marion B. "Cognitive Bias In Scottish First-Year Science and Arts Undergraduates," The British Journal of Education Psychology. 38(3) : 315 - 318; November, 1968.
- Martikean, Alexandria. "The Level of Questioning and the Effects Upon Student Performance above the Knowledge Level of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives," Eric Document Reproduction Service. Ohio Columbus : Ed. 091 - 248, 1973.
- Mc. Bride, John Wynn. "the Relationship Between Proportional Thinking and Achievement of Selected Science and Mathematics Concepts at the Knowledge Comprehension and Application Levels," Dissertation Abstracts International. 38(12) : 7254-A; June, 1978.
- Medley, D.M. and others. Coding Teachers' Verbal Behavior in the Classroom : A Manual for Users of OSCAR 4 V. New York : Division of Teacher Education, 1966.
- Moore, Nancy M. "Learning Centers : "Turning On" Elementary Classroom," Educational Technology. 14(11) : 24; November 1974.
- Moriber, George. "The Effect of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Student," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 214 - 216; February, 1969.
- Nelson, Leslie W. and Lorbeer, George C. Science Activities for Elementary Children. 4th ed. Iowa : WM. C Brown Company Publishers, 1975.

- Nuthull, Graham. and Clifford J. Wright. "Relationships Between Teacher Behaviors and Pupil Achievement in Three Experimental Elementary Science Lessons," American Educational Research Journal. 7 : 477 - 491; November, 1970.
- Ozgener, Esen Seven. "Kindergarten Students' Verbal Responses in Relation to Teachers' Verbal Questions," Dissertation Abstracts. 32(4) : 1756-A; October, 1971.
- Parker, Eugene Gary. "The Relationship of Programmed Instruction to Test and Discussion Performance among Beginning College Biology Student," Dissertation Abstracts International. 34(8) : 4914-A; February, 1974.
- Ray, C.L. "A Comparative Laboratory Study of the Effects of Lower Level and Higher Level questions on Students' Abstract Reasoning and Critical Thinking in two non-Directive High School Chemistry Classrooms," Dissertation Abstracts International. 40(6) : 3220-A; December, 1979.
- Roger, Virginia and David, O.L. "Varying the Cognitive Levels of Classroom Question : An Analysis Student Teachers' Questions and Achievement in Elementary Social Science," Eric Document Reproduction Service. Washington D.C., Ed. 039 - 189, 1970.
- Ryan, Frank L. "Defferentiated Effects of Level of Questioning on Student Achievement," The Journal of Educational Research. 41 : 63 - 67; Spring, 1973.
- _____. "The Effects on Social Studies Achievement of Multiples Student Responding to Different Levels of Questioning," The Journal of Experimental Education. 42 : 71 - 75; 1974.
- Salenger, Hyman Kenneth. "The Relationship Between the Quality and Quantity of Teachers' Verbal Questions and Student Achievement," Dissertation Abstracts. 42(5) : 1939-A; November, 1981.
- Sander, N.M. Classroom Question : What Kind?. New York : Harper and Row, 1966.
- Savage, Tom Verner, "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Fifth-Grade Children," Dissertation Abstracts International. 33(5) : 2245-A; November, 1972.
- Smith, Israel Leon. "Threshold of Intelligence, Creativity and Convergent and Divergent Achievement," Dissertation Abstract. 31(9) : 4564-A; March, 1971.
- Smith, James E. Learning Package in American Education. Englewood Cliffs, N.J. : Education Technology Publication, 1973.

- / Song, Yong-ui, "The Relationship between Elementary School Teachers' and Students' Cognitive Questioning Preferences and Student Achievement in Critical Thinking," Dissertation Abstracts, 43(3) : 656-A; September, 1982.
- Steve, Sayre and Daniel W. Ball. "Piagetian Cognitive Development Achievement in Science," Journal of Research in Science Teaching. 12(4) : 165 - 174, 1975.
- Strickland W.R. "A Comparison of a Programmed Course and a Traditional Lecture Course in General Biology," Dissertation Abstracts International. 32(5) : 2510-A; November, 1971.
- Suchman, J.R. Developing Inquiry. Chicago : Science Research Association, 1966.
- Sund, R.B. and Lesslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill Publishing Co., 1967.
- Teevan, Richard C. and Earl L. Jandron. Student Guide with Programed Units for Hilgard's Introduction to Psychology. New York : Harcourt, Brace & World, Inc., 1962.
- Telford, Charles W. and Sawrey, James M. Exceptional Individual ; Psychological and Educational Aspects. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1967.
- Thomas Long, Richard. "Programmed Instruction Versus Lecturing in a Guided Design Education System Format," Dissertation Abstracts International. 35(4) : 1963-A; October, 1974.
- Viravaidhaya, Yupa. "An analysis of the relationship between the Piagetian Cognitive Level of eleventh grade Thai Students who are Science-majors and their achievement in biology, physics, chemistry and mathematics," Dissertation Abstracts International. 41(10) : 4351-A, 1980.
- Webber, George. "The Cult of Individualized Instruction," Education Leadership. 34(5) : 329; February, 1977.
- Wileman, Ralph E. "A Short Course in Population Awareness," Audiovisual Instruction, 20(9) : 30 - 32; November, 1975.
- Windholz, George, and Mc Intosh, William A. "Concurrent Validation of Guilford's Six Convergent test," Education and Psychological Measurement. 27(2) : 393 - 400, 1967.

ពាក្យស្នើសុំ

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 6 แสดงค่าความง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.58	.42	12.2	21	.59	.56	12.1
2	.73	.32	10.6	22	.63	.59	11.7
3	.69	.22	11.0	23	.37	.69	14.3
4	.72	.44	10.7	24	.36	.47	14.5
5	.48	.52	13.2	25	.35	.20	14.6
6	.32	.62	14.9	26	.38	.61	14.2
7	.73	.23	10.6	27	.34	.65	14.7
8	.72	.44	10.7	28	.44	.24	13.6
9	.38	.42	14.2	29	.68	.21	11.1
10	.72	.57	10.7	30	.54	.41	12.6
11	.52	.37	12.8	31	.52	.59	12.8
12	.80	.28	9.6	32	.30	.59	15.1
13	.25	.28	15.6	33	.48	.52	13.2
14	.42	.20	13.8	34	.50	.34	13.0
15	.70	.38	10.9	35	.50	.48	13.0
16	.59	.31	12.1	36	.51	.62	12.9
17	.62	.43	11.7	37	.52	.22	12.8
18	.44	.24	13.6	38	.30	.38	15.1
19	.38	.50	14.3	39	.46	.41	13.4
20	.20	.43	16.3	40	.77	.35	10.0

ตาราง 6 (ต่อ)

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
41	.68	.72	11.2	46	.20	.43	16.3
42	.68	.34	11.2	47	.33	.25	14.8
43	.75	.38	10.3	48	.37	.24	14.4
44	.77	.49	10.1	49	.64	.41	11.6
45	.41	.31	13.9	50	.39	.28	14.1

ตาราง 7 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
เคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.48	0.52	0.25	21	0.40	0.60	0.24
2	0.70	0.30	0.21	22	0.52	0.48	0.25
3	0.68	0.32	0.22	23	0.32	0.68	0.22
4	0.60	0.40	0.24	24	0.30	0.70	0.21
5	0.34	0.66	0.22	25	0.20	0.80	0.16
6	0.42	0.58	0.24	26	0.42	0.58	0.24
7	0.62	0.38	0.24	27	0.38	0.62	0.24
8	0.72	0.28	0.20	28	0.56	0.44	0.25
9	0.36	0.64	0.23	29	0.70	0.30	0.21
10	0.54	0.46	0.25	30	0.34	0.66	0.22
11	0.32	0.68	0.22	31	0.50	0.50	0.25
12	0.82	0.18	0.15	32	0.16	0.84	0.13
13	0.14	0.86	0.12	33	0.44	0.56	0.25
14	0.38	0.62	0.24	34	0.50	0.50	0.25
15	0.58	0.42	0.24	35	0.46	0.54	0.25
16	0.32	0.68	0.22	36	0.42	0.58	0.24
17	0.66	0.34	0.22	37	0.44	0.56	0.25
18	0.24	0.76	0.18	38	0.24	0.76	0.18
19	0.50	0.50	0.25	39	0.22	0.78	0.17
20	0.04	0.96	0.04	40	0.70	0.30	0.21

ตาราง 7 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
41	0.44	0.56	0.25	46	0.08	0.92	0.07
42	0.68	0.32	0.22	47	0.32	0.68	0.22
43	0.68	0.32	0.22	48	0.42	0.58	0.24
44	0.56	0.44	0.25	49	0.52	0.48	0.25
45	0.22	0.78	0.17	50	0.42	0.58	0.24

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้สูตร KR-20 ของ กูเกอร์ - ริชาร์ดสัน

(Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 10.73$$

$$\Sigma X = 1101$$

$$\Sigma X^2 = 26037$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{50(26037) - (1101)^2}{50(50-1)} \\ &= \frac{1301850 - 1212201}{2450} \\ &= 36.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{50}{50-1} \left[1 - \frac{10.73}{36.59} \right] \\ &= \frac{50}{49} \left[1 - 0.29 \right] \\ &= \frac{50}{49} (0.71) \\ &= 0.72 \end{aligned}$$

ตาราง 8 แสดงค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วิธีการทักทายที่มีเหตุผล

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.31	.70	15.0	16	.35	.56	14.6
2	.38	.50	14.3	17	.30	.59	15.1
3	.44	.24	13.6	18	.63	.69	11.7
4	.48	.44	13.2	19	.52	.59	12.8
5	.35	.20	14.6	20	.27	.47	16.1
6	.62	.50	11.7	21	.31	.70	15.0
7	.35	.36	14.6	22	.36	.58	14.4
8	.40	.53	14.0	23	.37	.69	14.3
9	.68	.72	11.2	24	.34	.65	14.7
10	.35	.56	14.6	25	.50	.82	13.0
11	.52	.44	12.8	26	.53	.85	12.7
12	.40	.71	14.1	27	.48	.58	13.2
13	.31	.70	15.0	28	.59	.56	12.1
14	.44	.46	13.6	29	.52	.52	12.8
15	.37	.69	14.3	30	.46	.62	13.4

ตาราง 9 แสดงค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.56	0.44	0.25	16	0.62	0.38	0.24
2	0.64	0.36	0.23	17	0.64	0.36	0.23
3	0.66	0.34	0.22	18	0.78	0.22	0.17
4	0.74	0.26	0.19	19	0.46	0.54	0.25
5	0.44	0.56	0.25	20	0.48	0.52	0.25
6	0.80	0.20	0.16	21	0.70	0.30	0.21
7	0.40	0.60	0.24	22	0.54	0.46	0.25
8	0.62	0.38	0.24	23	0.66	0.34	0.22
9	0.80	0.20	0.16	24	0.76	0.24	0.18
10	0.62	0.38	0.24	25	0.78	0.22	0.17
11	0.72	0.28	0.20	26	0.84	0.16	0.13
12	0.70	0.30	0.21	27	0.68	0.32	0.22
13	0.46	0.54	0.25	28	0.84	0.16	0.13
14	0.58	0.42	0.24	29	0.70	0.30	0.21
15	0.76	0.24	0.18	30	0.76	0.24	0.18

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดการศึกษามีเหตุผล
โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\Sigma pq = 6.30$$

$$\Sigma X = 987$$

$$\Sigma X^2 = 21005$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } s_t^2 &= \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N - 1)} \\ &= \frac{50(21005) - (987)^2}{50(50 - 1)} \\ &= \frac{1050250 - 974164}{2450} \\ &= 31.05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right] \\ &= \frac{50}{50 - 1} \left[1 - \frac{6.30}{31.05} \right] \\ &= \frac{50}{49} [1 - 0.02] \\ &= \frac{50}{49} (0.80) \\ &= 0.82 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ข

คะแนนจากการตอบคำถามพหุคูณในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกลักษณ์ ชุดที่ 1.1

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามทบทวนแต่ละข้อถูก
1	80.44
2	93.48
3	91.30
4	95.48
5	89.13
6	86.96
7	91.30
8	80.43
9	84.78
10	82.61
11	97.83
12	97.83
13	95.65
14	91.30
15	100.00

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 90.44%

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เองนัย ชุดที่ 1.2

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพบทวนแต่ละข้อ
1	100.00
2	86.36
3	86.36
4	93.18
5	93.18
6	93.18
7	86.36
8	93.18
9	86.36
10	84.09

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 90.23%

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย ชุดที่ 1.3

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพบทวนแก่ข้อชุด
1	81.40
2	81.40
3	93.02
4	88.37
5	97.67
6	93.02
7	93.02
8	88.37
9	83.72
10	95.35
11	100.00
12	81.40

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 89.73%

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบ เอกมัย ชุดที่ 1.4

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพบทวนแต่ละข้อถูก
1	100.00
2	100.00
3	93.02
4	97.67
5	86.05
6	90.70
7	95.35
8	95.35

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 94.77%

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอ เน้นโยยชุดที่ 2.1

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพหุคูณแต่ละข้อถูก
1	80.00
2	93.33
3	86.67
4	84.44
5	93.33
6	80.00
7	91.11
8	82.22
9	86.67
10	80.00
11	80.00
12	95.56
13	91.11
14	82.22
15	95.56

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 86.82%

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอ เน้นย้ำ ชุดที่ 2.2

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพบทวนแต่ละข้อถูก
1	97.67
2	81.40
3	81.40
4	88.37
5	100.00
6	97.67
7	95.35
8	90.70
9	83.72
10	81.40

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 89.77%

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ชุดที่ 2.3

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพบ หวานแหว่ง ข้อถูก
1	81.82
2	81.82
3	86.36
4	88.64
5	81.82
6	81.82
7	90.91
8	81.82
9	84.09
10	81.82
11	97.73
12	84.09

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 85.23%

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ชุดที่ 2.4

ข้อที่	ร้อยละของการตอบคำถามพบทวนแต่ละข้อถูก
1	85.37
2	85.37
3	97.56
4	100.00
5	80.49
6	92.68
7	95.12
8	82.93

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งกลุ่ม 89.93%

ภาคผนวก ค

คะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มทดลอง

ตาราง 10 แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชา
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (x) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง
สารและการเปลี่ยนแปลง (y) ของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	x (110 คะแนน)	y (50 คะแนน)	เลขที่	x (110 คะแนน)	y (50 คะแนน)
1	41	21	16	49	13
2	33	10	17	63	34
3	31	20	18	64	21
4	38	11	19	50	20
5	43	12	20	51	19
6	40	16	21	58	39
7	41	17	22	60	23
8	50	29	23	43	18
9	29	13	24	45	13
10	27	15	25	51	9
11	36	11	26	54	28
12	40	16	27	76	41
13	45	18	28	51	26
14	36	15	29	56	19
15	38	16	30	42	13

ค่าเฉลี่ยของคะแนน x ($\bar{X}_x$) = 46.03

ความแปรปรวนของคะแนน x (s_x^2) = 126.31

ค่าเฉลี่ยของคะแนน y ($\bar{X}_y$) = 19.20

ความแปรปรวนของคะแนน y (s_y^2) = 64.36

ตาราง 11 แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชา
วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (x) และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง (y) ของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	x (110 คะแนน)	y (50 คะแนน)	เลขที่	x (110 คะแนน)	y (50 คะแนน)
1	40	10	16	45	19
2	41	19	17	52	16
3	35	9	18	53	20
4	26	16	19	54	22
5	36	13	20	45	17
6	43	14	21	50	23
7	47	11	22	51	22
8	27	9	23	43	14
9	25	14	24	48	19
10	36	14	25	52	16
11	25	13	26	70	30
12	40	12	27	41	20
13	33	19	28	57	29
14	43	20	29	49	13
15	41	20	30	74	38

ค่าเฉลี่ยของคะแนน x ($\bar{X}_x$) = 44.07

ค่าเฉลี่ยของคะแนน y ($\bar{X}_y$) = 17.70

ความแปรปรวนของคะแนน x (s_x^2) = 135.10

ความแปรปรวนของคะแนน y (s_y^2) = 40.08

ตาราง 12 แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (x) และคะแนนการทักอย่างมีเหตุผล (y) ของกลุ่มทดลองที่ 1

เลขที่	x (110 คะแนน)	y (30 คะแนน)	เลขที่	x (110 คะแนน)	y (30 คะแนน)
1	41	17	16	49	19
2	33	16	17	63	26
3	31	13	18	64	17
4	38	12	19	50	16
5	43	8	20	51	23
6	40	16	21	58	28
7	41	14	22	60	24
8	50	22	23	43	16
9	29	8	24	45	15
10	27	13	25	51	15
11	36	12	26	54	18
12	40	18	27	76	27
13	45	17	28	51	13
14	36	21	29	56	25
15	38	12	30	42	22

ค่าเฉลี่ยของคะแนน x ($\bar{X}_x$) = 46.03

ค่าเฉลี่ยของคะแนน y ($\bar{X}_y$) = 17.43

ความแปรปรวนของคะแนน x (s_x^2) = 126.31

ความแปรปรวนของคะแนน y (s_y^2) = 27.45

ตาราง 13 แสดงคะแนนผลการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (x) และคะแนนการศึกษาย่างมีเหตุผล (y) ของกลุ่มทดลองที่ 2

เลขที่	x (110 คะแนน)	y (30 คะแนน)	เลขที่	x (110 คะแนน)	y (30 คะแนน)
1	40	19	16	45	20
2	41	8	17	52	10
3	35	10	18	53	19
4	26	8	19	54	21
5	36	7	20	45	8
6	43	14	21	50	18
7	47	18	22	51	16
8	27	9	23	43	21
9	25	11	24	48	24
10	36	12	25	52	17
11	25	10	26	70	23
12	40	12	27	41	13
13	33	21	28	57	24
14	43	23	29	49	23
15	41	16	30	74	24

ค่าเฉลี่ยของคะแนน x ($\bar{X}_x$) = 44.07

ค่าเฉลี่ยของคะแนน y ($\bar{X}_y$) = 15.97

ความแปรปรวนของคะแนน x (s_x^2) = 135.10

ความแปรปรวนของคะแนน y (s_y^2) = 31.90

ภาคผนวก ง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชา ว 031 เคมี บทที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

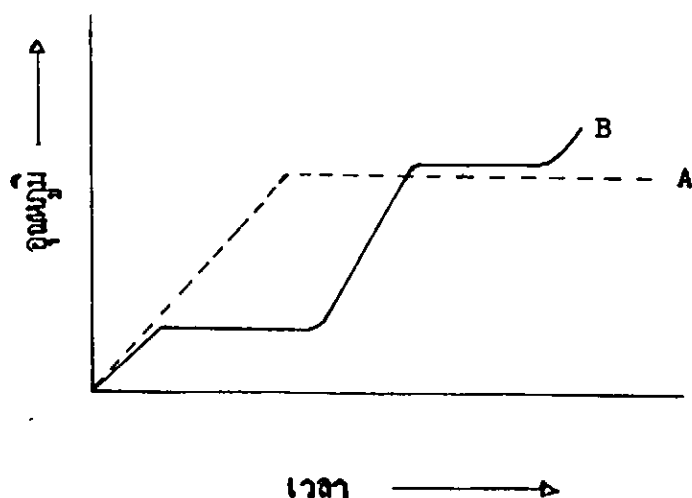
คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 50 ข้อ เวลา 50 นาที นักเรียนควรทำให้ครบทุกข้อ
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในแต่ละข้อ
3. ถ้าหากนักเรียนต้องการเปลี่ยนเครื่องหมาย X ที่นักเรียนได้ใส่เอาไว้แล้ว ก็ให้ขีดฆ่าเครื่องหมาย X เดิมทิ้งเสียก่อนเป็น ✕ แล้วทำเครื่องหมาย X ในช่องที่นักเรียนเลือกใหม่
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อผู้ควบคุมการสอบบอกกำหนดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

1. ถ้าจะจัดฉากห้องแต่ง น้ำเกลือ ตะปู ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันควรเลือกเกณฑ์ข้อใด
 - ก. ความหนาแน่น
 - ข. การนำความร้อน
 - ค. การนำไฟฟ้า
 - ง. การละลาย
 - จ. ผลจากการเผาไหม้ร้อน
2. ถ้าจัดเกลือแกง เหล็ก คอนกรีต และดิน เป็นสารกลุ่มเดียวกัน จะต้องใช้อะไรเป็นเกณฑ์
 - ก. สถานะ
 - ข. เนื้อสาร
 - ค. ความบริสุทธิ์
 - ง. ความแข็ง
 - จ. การนำไฟฟ้า
3. ข้อความใดต่อไปนี้ กล่าวได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับสาร เนื้อเดียว
 - ก. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารละลาย
 - ค. สารเนื้อเดียวของแข็งสถานะเดียวกันเท่านั้น
 - ง. สารเนื้อเดียวประกอบควยสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - จ. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่สามารถแยกได้
4. ข้อใดเป็นความหมายของสาร เนื้อผสม
 - ก. สารเนื้อผสมเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อผสมเป็นสารละลาย
 - ค. สารเนื้อผสมเป็นทั้งสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - ง. สารเนื้อผสมมีสมบัติเหมือนกันโดยตลอดทุกส่วน
 - จ. สารเนื้อผสมที่มีสถานะเป็นของแข็งสามารถมองเห็นความแตกต่างของเนื้อสาร

5. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง
 - ก. ธาตุบางชนิดเป็นสาร เนื้อเดียว
 - ข. สารละลายทุกชนิดเป็นสารบริสุทธิ์
 - ค. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารละลาย
 - ง. สารบริสุทธิ์บางชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
 - จ. สารประกอบทุกชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
6. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องมากที่สุด
 - ก. สารเนื้อเดียวจะของประกอบด้วยสารบริสุทธิ์เสมอ
 - ข. สารเนื้อเดียวจะของประกอบด้วยธาตุเสมอ
 - ค. สารเนื้อเดียวจะของประกอบด้วยสารเพียงชนิดเดียว
 - ง. สารเนื้อเดียวจะของประกอบด้วยสารที่มีสถานะเดียวกัน
 - จ. สารเนื้อเดียวจะของประกอบด้วยสารตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป
7. ในการตัดสินว่าสารใดเป็นสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม จะต้องทำอะไรเป็นเกณฑ์
 - ก. สถานะของสาร
 - ข. การนำไฟฟ้าของสาร
 - ค. สมบัติทุกส่วนของสาร
 - ง. อัตราส่วนผสมของสาร
 - จ. ความสามารถในการละลายของสาร
8. สารต่อไปนี้ในข้อใดจัดว่าเป็นสารบริสุทธิ์
 - ก. นาก
 - ข. ทองเหลือง
 - ค. ปรัช
 - ง. สุรา
 - จ. หิงเจอร์ไอโอดีน

9. สาขาในข้อใดต่อไปนี้ จัดเป็นสาขาละลายทั้งหมด
- เงิน ค่างหมีหิม กรรขั้วฟูริก
 - ทองแดง ออกซิเจน คาร์บอน
 - ฟอสฟอรัส เบริลเลียม น้ำหนัก
 - ตะกั่ว นาก ฟิล์ม
 - หิ้งเจอร์ไอโอคีน นิเกิล เซรอนอล
10. สารละลายเซรอนอลในข้อใดที่มีเซรอนอลเป็นทั้งตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย
- สารละลายเซรอนอล 99 % กับ 60 %
 - สารละลายเซรอนอล 70 % กับ 55 %
 - สารละลายเซรอนอล 60 % กับ 30 %
 - สารละลายเซรอนอล 45 % กับ 20 %
 - สารละลายเซรอนอล 30 % กับ 10 %
11. เมื่อน้ำของเหลว 2 ชนิด A และ B ไปกลั่น แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา จะได้นิยามดังรูป



ข้อสรุปใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด

- ก. ของเหลว A เป็นสารเนื้อเคี้ยว
- ข. ของเหลว B เป็นสารเนื้อเคี้ยว
- ค. ของเหลว A ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์อย่างน้อย 2 ชนิด
- ง. ของเหลว B ประกอบด้วยสารบริสุทธิ์อย่างน้อย 2 ชนิด
- จ. ข้อมูลไม่เพียงพอจึงไม่สามารถสรุปได้

12. การทดลองนำสาร A 10 กรัม 20 กรัม และ 40 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม ที่ละลายแล้วที่อุณหภูมิหนึ่งคือ

การทดลองนี้เพื่อทดสอบสมมุติฐานข้อใด

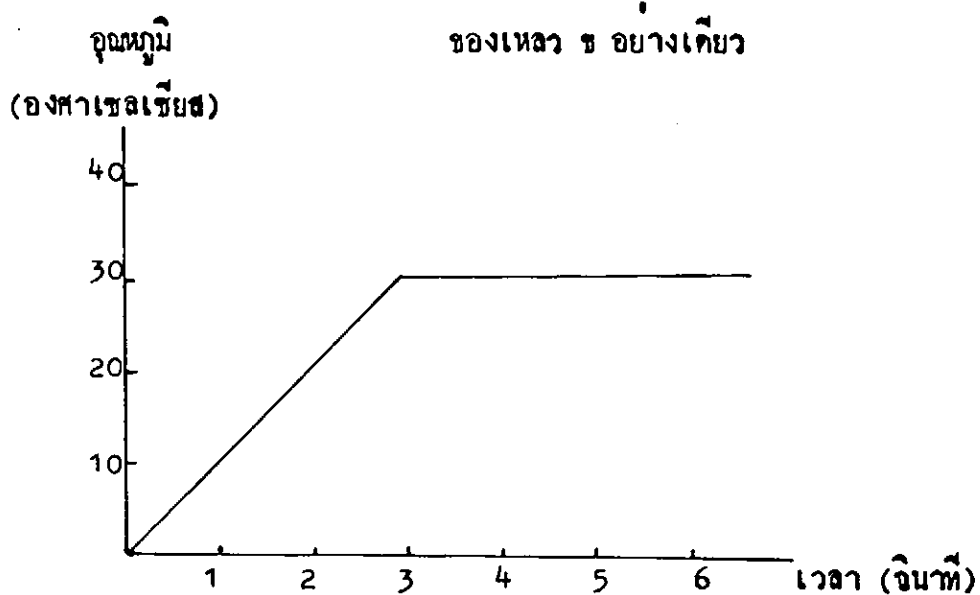
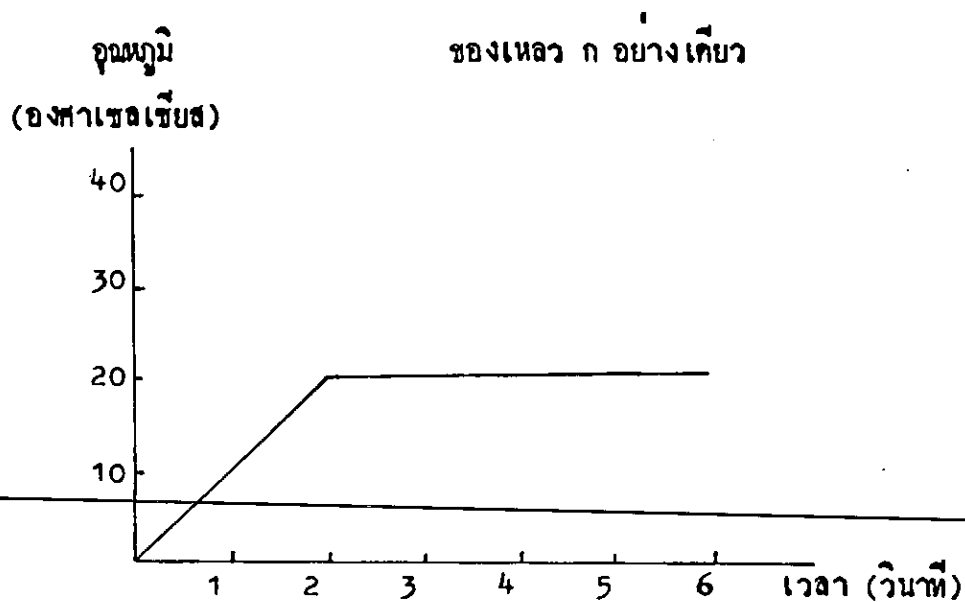
- ก. ชนิดของสาร มีผลต่ออุณหภูมิหนึ่งคือของสาร
- ข. ความเข้มข้นของสาร มีผลต่ออุณหภูมิหนึ่งคือของสาร
- ค. ความบริสุทธิ์ของน้ำ มีผลต่ออุณหภูมิหนึ่งคือของสาร
- ง. ปริมาตรของน้ำ มีผลต่ออุณหภูมิหนึ่งคือของสาร
- จ. ปริมาณความร้อน มีผลต่ออุณหภูมิหนึ่งคือของสาร

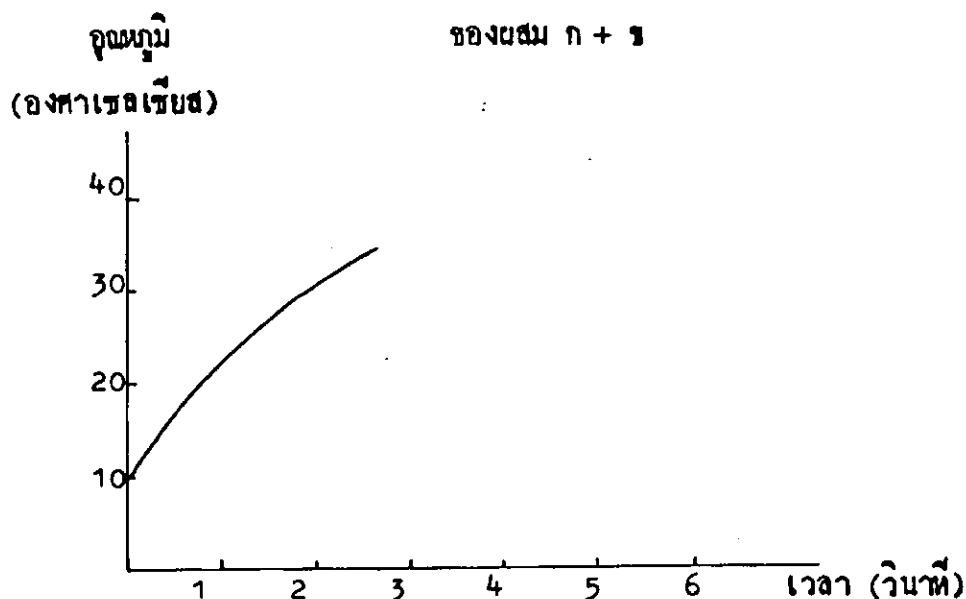
13. เมื่อนำของเหลวสีแสดชนิดหนึ่งมากลั่นพบว่า เคียวที่อุณหภูมิ 89 องศาเซลเซียส ของเหลวที่กลั่นได้ไม่มีสี เมื่อกลั่นต่อไปจนเกือบหมด ของเหลวที่เหลือยังคงมีสีแสด สมมุติฐานข้อใดไม่สอดคล้องกับการทดลองนี้

- ก. สารละลายนี้เป็นสารละลายของสารไม่มีสีในของเหลวสีแสด
- ข. สารละลายนี้เป็นสารละลายของสารสีแสดในของเหลวที่ไม่ไร้สี
- ค. สารละลายสีแสดประกอบด้วยสารอย่างน้อย 2 ชนิด ผสมกันอยู่
- ง. ของเหลวที่กลั่นได้จากสารละลายสีแสดจะมีสมบัติต่างจากสารละลายสีแสด
- จ. การกลั่นสามารถแยกสารที่ผสมอยู่ในสารละลายสีแสดออกจากกันได้

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 14

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว ก, ข
ได้ผลดังนี้





14. ในวินาทีที่ 6 อุณหภูมิของของผสม ก + ข มีแนวโน้มเป็นอย่างไร

- ก. ทำลง
- ข. สูงขึ้น
- ค. ทำลงแล้วสูงขึ้น
- ง. สูงขึ้นแล้วทำลง
- จ. คงที่ 40 องศาเซลเซียส

15. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. การกลั่นสารละลาย เป็นวิธีการแยกสารออกจากกันวิธีหนึ่ง ซึ่งนิยมกันแพร่หลาย
- ข. น้ำทะเล น้ำเชื่อม และเหล้าที่ปนกับน้ำ เราสามารถแยกตัวทำละลายออกจากตัวถูกละลายได้โดยใช้วิธีการกลั่น
- ค. ลักษณะของการกลั่น ที่ใกล้เคียงเหมือนการกลั่นข้างหลาย ๆ ครั้ง เราเรียกว่า "การกลั่นลำดับส่วน"
- ง. การกลั่นสารละลาย ใช้แยกสารโดยอาศัยที่เมื่อสารแต่ละชนิดที่ผสมกันนั้นมีจุดเดือดต่างกันเล็กน้อย
- จ. สารละลายบางชนิด เช่น น้ำหอม ที่มีขายอยู่ทั่วไป ไม่สามารถแยกตัวถูกละลายและตัวทำละลายออกจากกันได้ ด้วยวิธีการกลั่นแบบธรรมดา จะต้องใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วน

16. สารละลายชนิดหนึ่งมีสาร ก และ สาร ข ละลายปนกันอยู่ สารทั้งสองมีสมบัติดังนี้

สาร	สถานะ	จุดเดือด (องศา เซลเซียส)	การนำไฟฟ้า	การละลายน้ำ	การเปลี่ยนสี กระดาษ ลิตมัส
สาร ก	ของเหลว	105	นำ	ละลาย	น้ำเงิน → แดง
สาร ข	ของเหลว	109	นำ	ละลาย	แดง → น้ำเงิน

จากข้อมูลดังกล่าว ท่านควรจะเลือกวิธีใดต่อไปนี้ในการแยกสาร ก และสาร ข ออกจากกัน

ก. การระเหย

ข. การกลั่น

ค. การกลั่นลำดับส่วน

ง. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

จ. วิธีโครมาโตกราฟี

17. การแยกสารละลายเกลือแกงในน้ำออกเป็นเกลือแกงกับน้ำ ทำได้โดยวิธีใด

ก. การกรอง

ข. การกลั่น

ค. การใช้แรงเหวี่ยง

ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

จ. วิธีโครมาโตกราฟี

กำหนดข้อมูลในต่อไปนี้

ของเหลว A และ B บวมกันอยู่

ของเหลว A ละลายน้ำได้เล็กน้อย

และมีจุดเดือด 80 องศาเซลเซียส

ของเหลว B ไม่ละลายน้ำและมี

จุดเดือด 110 องศาเซลเซียส

18. ถ้าเราต้องการจะแยกของเหลวทั้งสองออกจากกันจะต้องใช้วิธีใด

ก. การกรอง

ข. ละลายน้ำแล้วตกผลึก

ค. การกลั่น

ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย

จ. วิธีการโครมาโตกราฟี

19. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ สารที่ได้จากวิธีการสกัดนี้ ควรมีสมบัติที่สำคัญอย่างไรบ้าง

ก. ควรมีกลิ่นหอม เช่น น้ำมันระเหยจากผิวมะกรูด

ข. ควรมีจุดเดือดต่ำกว่าไอน้ำ

ค. ต้องละลายในน้ำได้

ง. ควรระเหยง่ายและไม่ละลายในน้ำ

จ. สามารถกลั่นแยกออกจากน้ำได้ภายหลังที่สกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำแล้ว

20. ถ้าสาร 2 ชนิด ที่เป็นองค์ประกอบในสารผสม มีค่า R_F ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อนำไปผ่านการแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษแล้ว ปรากฏว่าสารทั้งสองชนิดนี้แยกออกจากกัน เพียงเล็กน้อย ควรแก้ไขการทดลองอย่างไร การแยกสารนี้จึงจะได้ผลดีกว่าเดิม
- เพิ่มความยาวของกระดาษโครมาโตกราฟี
 - เพิ่มปริมาณหรือความเข้มข้นของตัวทำละลาย
 - ลดอุณหภูมิโดยนำภาชนะที่บรรจุไปแช่ในน้ำแข็ง
 - ดูดอากาศออกจากภาชนะที่บรรจุ
 - ไม่สามารถแก้ไขด้วยวิธีใด ๆ ได้
21. เมื่อนำของเหลวสีเขียว ก และ ข ของเหลวสีแดง ค และ ง มาทำโครมาโตกราฟี โดยใช้อัลกอฮอล์เป็นตัวทำละลาย และให้ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่เท่ากัน ได้ผลการทดลองดังนี้

สีตัวอย่าง	สีที่แยกได้	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ค่า R_F ของสาร
สีเขียว ก	1. สีนํ้าเงิน	10.50	0.70
	2. สีเหลือง	9.30	0.62
สีเขียว ข.	1. สีนํ้าเงิน	3.00	0.20
	2. สีเหลือง	9.30	0.62
สีแดง ค.	1. สีม่วงแดง	3.75	0.25
	2. สีแดง	18.00	1.20
สีแดง ง.	1. สีแดง	4.80	0.32

การทดลองนี้ ระยะทางที่ตัวห้ำจะฉายเคลื่อนที่ไ้มีค่าเท่าใด

- ก. 10 เซนติเมตร
- ข. 15 เซนติเมตร
- ค. 20 เซนติเมตร
- ง. 25 เซนติเมตร
- จ. 28 เซนติเมตร

22. จากการทดลองแยกสี G ชนิดหนึ่ง โดยใช้โครมาโตกราฟีแบบกระดาษและใช้เฮกซานอลเป็นตัวห้ำจะฉาย พบว่าสี G แยกได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่เคลื่อนที่	ระยะทางที่เฮกซานอลเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ค่า R_f ของสาร
ก	10	0.57
ข	10	0.85
ค	10	0.93

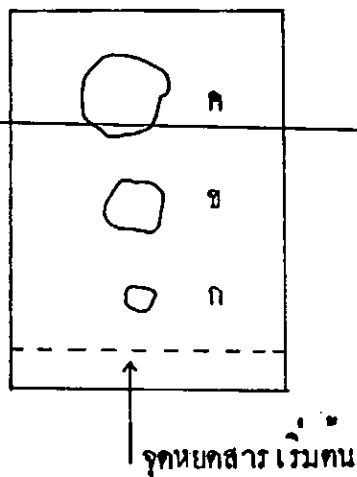
การทดลองนี้ ระยะทางที่ สาร ข เคลื่อนที่มีค่าเท่าไร

- ก. 0.085 เซนติเมตร
- ข. 0.85 เซนติเมตร
- ค. 8.5 เซนติเมตร
- ง. 85 เซนติเมตร
- จ. 850 เซนติเมตร

23. ค่า R_F ของโครมาโทกราฟีแบบกระดาษของสาร P = 0.5 สาร Q = 0.8 ข้อความในข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. สาร P ละลายได้ดีกว่าสาร Q
- ข. สาร P เคลื่อนที่ไวกว่าสาร Q
- ค. สาร P ถูกดูดซับได้ดีกว่าสาร Q
- ง. สาร P ละลายได้ดีเท่ากับสาร Q
- จ. ข้อ ข และ ค ถูก

24. เมื่อนำสารละลายตัวอย่างชนิดหนึ่งมาทำการแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษ โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายโดยผลการทดลองดังรูป



ข้อสรุปที่ถูกต้อง

- ก. สาร ข ละลายน้ำได้ดีกว่าสาร ก และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร ค
- ข. สาร ก ละลายน้ำได้ดีกว่าสาร ค และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร ข
- ค. สาร ข ละลายน้ำไคน้อยกว่าสาร ค และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร ก
- ง. สาร ก ละลายน้ำได้ดีกว่าสาร ข และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร ข
- จ. สาร ค ละลายน้ำได้ดีกว่าสาร ข และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร ก

ไขข้อมูลต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ 25

สาร	ลำดับความสามารถในการละลายใน ตัวทำละลาย	ลำดับความสามารถในการถูกดูดซับ โดยตัวดูดซับ
ก	1	4
ข	4	1
ค	2	3
ง	3	2

25. สารที่อาจจะแยกไม่ออกเลย ถ้าไม่เปลี่ยนตัวทำละลายคือสารใด

ก. สาร ก

ข. สาร ข

ค. สาร ค

ง. สาร ง

จ. สาร ค และสาร ง

ไขข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26

ส่วนที่เคลื่อนที่	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)
A	4	15
B	6	15
C	9	15
D	8	15

26. จากข้อมูล ข้อใดเรียงความสามารถในการดูดซับไคโตรคอง

ก. $A > B > C > D$

ข. $A > B > D > C$

ค. $B > A > D > C$

ง. $C > D > B > A$

จ. $D > C > B > A$

27. ในการทดลองแยกสารสีเดียวชนิดหนึ่งโดยวิธีโครมาโตกราฟี พบว่าไคสาร 3 ชนิด คือ

A, B และ C และมีค่า R_f เท่ากับ 0.72, 0.56 และ 0.26 ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอย่างไร

ก. สาร B ละลายในตัวทำละลายได้ดีกว่าสาร C และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร A

ข. สาร A ละลายในตัวทำละลายได้ดีกว่าสาร B และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร C

ค. สาร A ละลายในตัวทำละลายได้ดีกว่าสาร C และถูกดูดซับไคมากกว่าสาร B

ง. สาร C ละลายในตัวทำละลายไคน้อยกว่าสาร A และถูกดูดซับไคน้อยกว่าสาร B

จ. สาร B ละลายในตัวทำละลายไคน้อยกว่าสาร A และถูกดูดซับไคดีกว่าสาร C

ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 28

ธาตุ	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน
แคลิฟอร์เนียม	Californium	-
คาร์บอน	Carbon	-
แคลเซียม	Calcium	-
คลอรีน	Chlorine	-
ทองแดง	Copper	Cuprum

28. สัญลักษณ์ของธาตุแคลิฟอร์เนียมเขียนได้อย่างไร

- ก. Ca
- ข. Cal
- ค. Cl
- ง. Cf
- จ. Cn

29. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของสารประกอบคาร์บอนไดออกไซด์

- ก. Co
- ข. CO
- ค. Co₂
- ง. CO₂

จ. C₂O

30. ข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. ธาตุประกอบควมโมเลกุลชนิดเดียวกันทั้งหมด
- ข. สารประกอบเกิดจากธาตุมากกว่า 2 ชนิดมารวมกัน
- ค. ธาตุเป็นสารเนื้อเดียว สารประกอบเป็นสารเนื้อผสม
- ง. ธาตุเป็นสารบริสุทธิ์ สารประกอบเป็นสารละลาย
- จ. ธาตุไม่สามารถแยกออกได้ สารประกอบสามารถแยกออกได้ด้วยวิธีทางเคมี

31. คำกล่าวต่อไปนี้ข้อใดเกี่ยวกับสารประกอบ

1. สารประกอบเกิดจากธาตุมากกว่า 1 ธาตุ
2. สารประกอบเกิดจากผลของการเปลี่ยนแปลงทางเคมี
3. สารประกอบไม่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ
4. สารประกอบมีอัตราส่วนประกอบที่คงที่
5. สารประกอบเมื่อเกิดจากการรวมตัวของธาตุ พลังงานอาจให้ออกมาหรือถูกดูดเข้าไป

- ก. 1 และ 2 เท่านั้น
- ข. 1 และ 5 เท่านั้น
- ค. 1, 2 และ 3 เท่านั้น
- ง. 2, 4 และ 5 เท่านั้น
- จ. 1, 2, 4 และ 5 เท่านั้น

32. การที่จะพิจารณาว่าระบบใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด จะต้องพิจารณาที่สิ่งใดที่สำคัญที่สุด

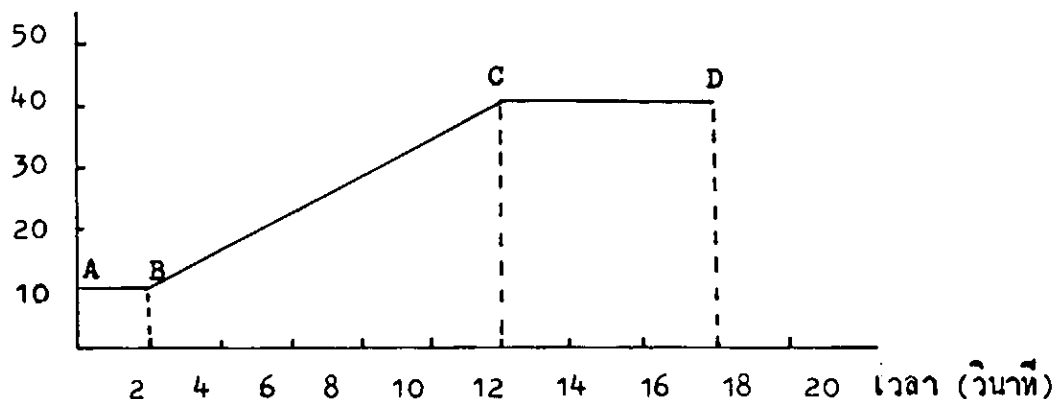
- ก. ในระบบมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นหรือไม่
- ข. มีการถ่ายเทพลังงานระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่
- ค. ภาชนะที่ใช้ในระบบนั้นมีฝาปิดหรือไม่
- ง. อุณหภูมิและความดันของระบบเปลี่ยนแปลงหรือไม่
- จ. มวลของสารทั้งหมดเปลี่ยนแปลงหรือไม่

33. ข้อใดหมายถึงความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ

- ก. ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนสถานะของสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยจากของแข็ง กลายเป็นของเหลว
- ข. ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นของเหลว โดยมีอุณหภูมิคงที่
- ค. ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนสถานะของสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยจากของเหลว กลายเป็นไอ
- ง. ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนสถานะของสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยจากของแข็ง กลายเป็นไอหมกซอกี้ โดยมีอุณหภูมิคงที่
- จ. ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนสถานะของสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยจากของเหลว กลายเป็นไอหมกซอกี้ โดยมีอุณหภูมิคงที่

ใช้กราฟต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 34

อุณหภูมิ กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร ก
(องศาเซลเซียส)



34. ช่วงใดของกราฟที่แสดงว่ามีความร้อนแฝงเข้ามาเกี่ยวข้อง

- ก. AB
- ข. BC
- ค. CD
- ง. AB และ CD
- จ. AB, BC และ CD

35. น้ำโซเดียมไฮดรอกไซด์ละลายลงในน้ำในบีกเกอร์ เอนิธจับข้างบีกเกอร์จะรู้สึกร้อน ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้อย่างไร

- ก. พลังงานที่โซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่าเท่ากับพลังงานที่คายออกมา เนื่องจากอนุภาคของสารรวมตัวกันน้ำ
- ข. พลังงานที่โซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่ามากกว่าพลังงานที่คายออกมา เนื่องจากอนุภาคของสารรวมตัวกันน้ำ
- ค. พลังงานที่โซเดียมไฮดรอกไซด์มีค่าน้อยกว่าพลังงานที่คายออกมา เนื่องจากอนุภาคของสารรวมตัวกันน้ำ
- ง. การละลายของของแข็งในน้ำ มีความร้อนเกิดขึ้นเสมอ
- จ. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

36. การเปลี่ยนแปลงของสารในข้อใดที่ไม่คายพลังงาน

- ก. การหมักปุ๋ยอินทรีย์
- ข. การละลายของน้ำแข็ง
- ค. การทำน้ำให้เป็นน้ำแข็ง
- ง. การควบแน่นของไอน้ำเป็นหยดน้ำ
- จ. การเผาผลาญอาหารในร่างกายของสัตว์

ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 37

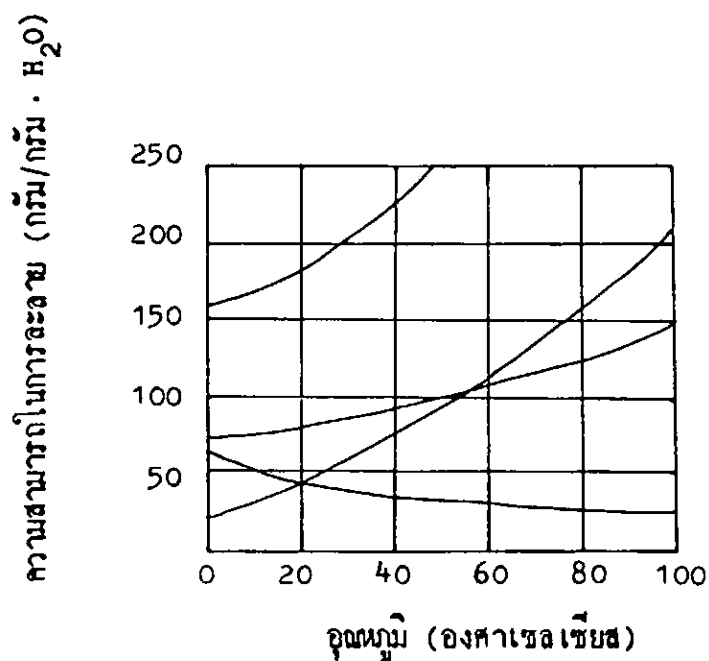
ใส่สาร A, B, C, D และ E อย่างละ 2 กรัมลงในหลอดทดลอง 5 หลอด ตามลำดับ และหลอดบรรจุน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้องเขย่าจนสารละลายหมด บันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของสารทั้งตาราง

หลอดที่	สาร	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของสารละลาย (องศาเซลเซียส)
1	A	30	-15
2	B	30	20
3	C	30	30
4	D	30	45
5	E	30	44

37. การเปลี่ยนแปลงในหลอดใดเป็นประเภทดูดความร้อน

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

38. กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของการละลายโคของสารต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิสำหรับของแข็งบางชนิดในน้ำ



จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ เกิดการละลายแบบคายพลังงาน
- $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ เกิดการละลายแบบดูดพลังงาน
- การละลายของ KBr เปลี่ยนแปลงไวกว่า KNO_3
- การละลายของน้ำตาลเปลี่ยนแปลงไวกว่า KNO_3
- ถูกทั้งข้อ ค และ ง

ไขข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 39

ชื่อสาร	ปริมาณของ สารที่ใช้ (กรัม)	ปริมาณของน้ำ ที่ใช้ (ลูกบาศก์ เซนติเมตร)	อุณหภูมิของน้ำ ก่อนละลาย สาร (องศา เซลเซียส)	อุณหภูมิสูงสุดหรือ ต่ำสุดขณะ ละลาย (องศา เซลเซียส)	ผลต่างของ อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)
A	1	10	X	Y	$X - Y$
B	1	10	X_1	Y_1	$X_1 - Y_1$

39. จากการทดลองพบว่า X และ X_1 มีค่าเท่ากัน คือ 29 องศาเซลเซียส ส่วน Y และ Y_1 มีค่า 35 องศาเซลเซียส และ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ข้อสรุปใดถูกต้องที่สุด

- ก. สาร A เมื่อละลายน้ำจะคายความร้อนและสาร B เมื่อละลายน้ำจะดูดความร้อน
- ข. สาร A เมื่อละลายน้ำจะดูดความร้อนและสาร B เมื่อละลายน้ำจะคายความร้อน
- ค. สาร A และสาร B เมื่อละลายน้ำจะไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงพลังงาน
- ง. สาร A เมื่อละลายน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานมากกว่าสาร B
- จ. ยังบอกไม่ได้ว่าสาร A และสาร B มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานหรือไม่

40. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดต่อไปนี้ ที่แสดงให้ทราบว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

- ก. เมื่อก๊าซไม่มีสี 2 ชนิด ผสมกันแล้วเกิดควันสีขาว
- ข. เมื่อของเหลวใสไม่มีสี 2 ชนิด ผสมกันแล้วได้สารเนื้อขม
- ค. เมื่อใส่ผงกำมะถันลงไปในโหลอื่นแล้วโคสารละลายใสและขุ่น
- ง. เมื่อผสมสารละลายใสไม่มีสี 2 ชนิด เขาคยกันแล้วได้สารเนื้อเคียวไม่มีสี
- จ. ไม่มีข้อใดใน ก - ง ที่แสดงว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

41. ในการทดลองเรื่อง "พลังงานกับการละลาย" ปฏิบัติการทดลองดังนี้

1. นำหลอดทดลองขนาดใหญ่มาก 3 หลอด บรรจุน้ำหลอดละ 5 ลูกบาศก์เซนติเมตร วัดอุณหภูมิของน้ำ แล้วเติมสาร ก 1 กรัม ลงในน้ำในหลอดที่ 1 เติมน้ำจนสาร ก ละลายหมด วัดอุณหภูมิของสารละลาย
2. ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใส่สาร ข ในปริมาณเท่ากับสาร ก ลงในหลอดที่ 2
3. ทำการทดลองเช่นเดียวกัน แต่ใส่สาร ค ในปริมาณเท่ากับสาร ก และสาร ข ลงในหลอดที่ 3

นักเรียนพิจารณาการทดลองดังกล่าว ผู้ทดลองต้องการทดสอบสมมุติฐานข้อใด

- ก. ประเภของการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร ขึ้นกับปริมาตรของตัวทำละลาย
- ข. ประเภของการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร ขึ้นกับอุณหภูมิของตัวทำละลาย
- ค. ประเภของการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร ขึ้นกับอุณหภูมิของตัวถูกละลาย
- ง. ประเภของการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร ขึ้นกับชนิดของตัวทำละลาย
- จ. ประเภของการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร ขึ้นกับชนิดของตัวถูกละลาย

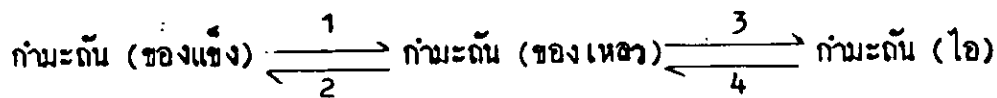
42. ข้อใดเกิดปฏิกิริยาเคมี

- ก. โซเดียมคลอไรด์ละลายในน้ำ
- ข. ลูกเหม็นเกิดการระเหย
- ค. การเกิดสนิมของเหล็ก
- ง. โซนาลงในน้ำมัน
- จ. ใช้น้ำกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

43. การเปลี่ยนแปลงในข้อใด เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบทุกความร้อน

- ก. น้ำแข็งกลายเป็นไอ
- ข. น้ำแข็งกลายเป็นน้ำ
- ค. น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข
- จ. ถูกทุกข้อ

44. แผนภาพการเปลี่ยนแปลงของกัมมะถันเป็นดังนี้



จากแผนภาพที่กำหนดให้ ข้อใดมีการเปลี่ยนแปลงแบบคายความร้อน

ก. 1, 2

ข. 2, 3

ค. 2, 4

ง. 1, 3

จ. 1, 2, 3 และ 4

ไขข้อข้อต่อไปนี้อย่างถูกต้องตามข้อ 45

เมื่อนำ KNO_3 และ NaOH ละลายน้ำ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและพลังงานดังนี้

สาร	อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิของสาร ละลาย (องศา เซลเซียส)	พลังงานที่ เปลี่ยนแปลงเมื่อ อนุภาคแยกตัว (จูล)	พลังงานที่ เปลี่ยนแปลงเมื่อ อนุภาครวมตัวกับน้ำ (จูล)
KNO_3	25	15	a	b
NaOH	25	40	c	d

45. ความสัมพันธ์ระหว่าง a, b, c, d จะเป็นไปตามข้อใด

ก. $a > b$ และ $d > c$

ข. $a < b$ และ $d < c$

ค. $a > c$ และ $b > d$

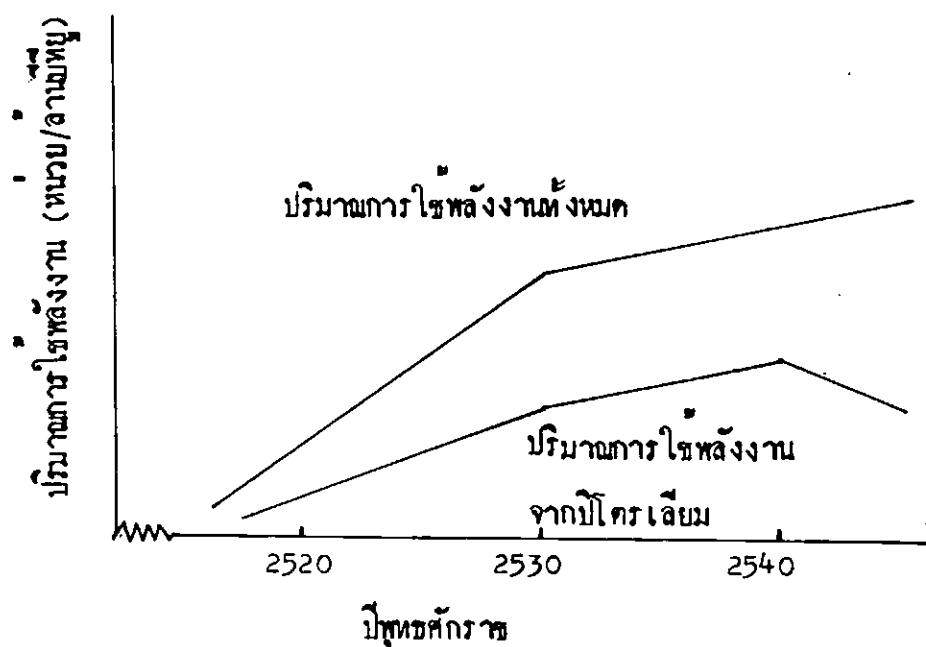
ง. $a < c$ และ $b < d$

จ. $a > d$ และ $b > c$

46. ปัจจุบันเรามีแหล่งพลังงานทดแทนที่กำลังได้รับความสนใจโดยนำสารอย่างหนึ่งมาผสมกับน้ำมันเบนซินที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ จะทำให้ประหยัดน้ำมันเบนซินได้ อยากทราบว่า สารชนิดนั้นคืออะไร
- ก. ก๊าซธรรมชาติ
 - ข. หินน้ำมัน
 - ค. อัลกอฮอล์
 - ง. ถ่านหิน
 - จ. ไม่มีข้อใดถูก
47. น้ำมันมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ
- ก. คาร์บอนและไนโตรเจน
 - ข. คาร์บอนและไฮโดรเจน
 - ค. โคบอลต์ และออกซิเจน
 - ง. ไฮโดรเจนและออกซิเจน
 - จ. คาร์บอน ไนโตรเจน ไฮโดรเจน และออกซิเจน
48. เชื้อเพลิงในขอดีที่พบในประเทศไทย
- ก. ลิกไนต์ น้ำมันปิโตรเลียม
 - ข. น้ำมันปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ
 - ค. ก๊าซธรรมชาติ หินน้ำมัน
 - ง. ข้อ ก และ ข ถูก
 - จ. ถูกทุกข้อ

ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ตอบคำถาม ข้อ 49

กราฟต่อไปนี้ เป็นกราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานในประเทศไทย



49. จากกราฟที่ให้ ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. ในปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานทั้งหมดเพิ่มขึ้น
- ข. ในปี พ.ศ. 2530 ถึง พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานจากปิโตรเลียมเพิ่มขึ้น
- ค. หลังปี 2540 ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานทั้งหมดเพิ่มขึ้น
- ง. หลังปี 2540 ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานจากปิโตรเลียมเพิ่มขึ้น
- จ. หลังปี 2540 ประเทศไทยมีแนวโน้มที่จะใช้พลังงานจากปิโตรเลียมลดลง

50. ในการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังงานประเภทใดที่โซ่ผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วทำให้นกนุ่การผลิต
ต่ำที่สุด

- ก. พลังงานจากพลังน้ำ
- ข. พลังงานจากถ่านหิน
- ค. พลังงานจากแสงอาทิตย์
- ง. พลังงานจากก๊าซชีวภาพ
- จ. พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ

แบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้ทั้งหมด 30 ข้อ เวลา 50 นาที นักเรียนควรรีบทำโดยเร็ว
ในกรณีทุกข้อ
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X
ในช่อง ก. ข. ค. ง. หรือ จ. ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในแต่ละข้อ
3. ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนเครื่องหมาย X ที่นักเรียนได้ใส่เอาไว้แล้ว ก็ให้
ขีดฆ่าเครื่องหมาย X เกินครึ่งเสียก่อนเป็น ✕ แล้วทำเครื่องหมาย X ในช่องที่นักเรียนเลือกใหม่
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อผู้ควบคุมการสอบบอกเวลาให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

1. ในการวัดความยาวของสายยาง 2 เส้น ค่ายเตอร์โมมิเตอร์ พบว่าสายยางเส้นหนึ่ง ยาว 4 หน่วยเตอร์โมมิเตอร์ และสายยางเส้นที่สองยาว 6 หน่วยเตอร์โมมิเตอร์ แต่ เมื่อวัดความยาวของสายยางเส้นหนึ่งด้วยหลอกหนก ปรากฏยาว 10 หน่วยหลอกหนก จงหาความยาวของสายยางเส้นที่สองเมื่อวัดด้วยหลอกหนก

ก. $6\frac{2}{3}$

ข. 8

ค. 12

ง. $12\frac{2}{5}$

จ. 15

2. ผลของการทำการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของสารมีผลต่อจุดเดือดของสาร นักเรียนคิดว่าควรใช้สารในข้อใด

ก. สาร ความเข้มข้น 10 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ

สาร ความเข้มข้น 10 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ข. สาร ความเข้มข้น 10 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ

สาร ความเข้มข้น 10 % จำนวน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ค. สาร ความเข้มข้น 10 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ

สาร ความเข้มข้น 20 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร

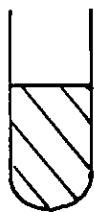
ง. สาร ความเข้มข้น 10 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ

สาร ความเข้มข้น 20 % จำนวน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จ. สาร ความเข้มข้น 20 % จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ

สาร ความเข้มข้น 20 % จำนวน 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. แผนภาพต่อไปนี้แสดงชนิดของสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ซึ่งมีตัวทำละลายชนิดเดียวกัน



หลอดทดลองที่ 1

สารละลาย A

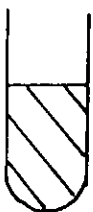
ความเข้มข้น 20 %



หลอดทดลองที่ 2

สารละลาย A

ความเข้มข้น 30 %



หลอดทดลองที่ 3

สารละลาย B

ความเข้มข้น 20 %



หลอดทดลองที่ 4

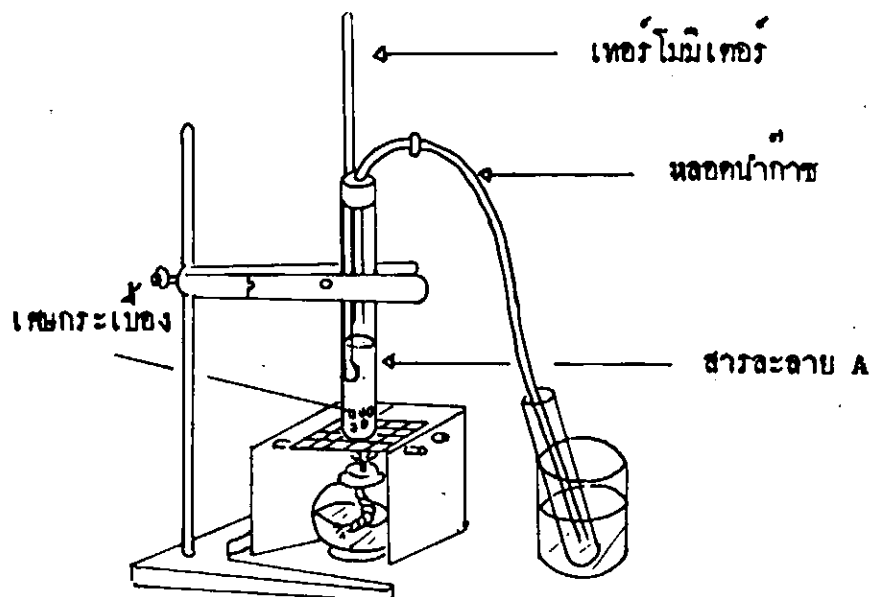
สารละลาย B

ความเข้มข้น 40 %

ถ้าต้องการทำการทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นว่า ชนิดของสารมีผลต่อการเกิดของสาร
นักเรียนคิดว่าควรใช้สารละลายในหลอดทดลองคู่ใด

- ก. หลอดทดลองที่ 1 กับหลอดทดลองที่ 2
- ข. หลอดทดลองที่ 1 กับหลอดทดลองที่ 3
- ค. หลอดทดลองที่ 1 กับหลอดทดลองที่ 4
- ง. หลอดทดลองที่ 2 กับหลอดทดลองที่ 3
- จ. หลอดทดลองที่ 2 กับหลอดทดลองที่ 4

4. แผนภาพต่อไปนี้เป็นการทดลองหาจุดเดือดของสารละลาย A ปริมาตร 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยวิธีการกวน



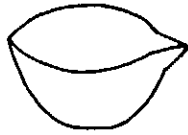
ถ้าต้องการให้จุดเดือดของสารละลาย A สูงขึ้น โดยที่ปริมาตรของสารละลาย A เท่าเดิม นักเรียนคิดว่าควรจะกำหนดการดำเนินการทดลองอย่างไร

- เพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย A
- ลดความเข้มข้นของสารละลาย A
- เพิ่มปริมาณความร้อนของไฟ
- เพิ่มขนาดของหลอดทดลองทั้งสอง
- ลดขนาดของหลอดทดลองทั้งสอง

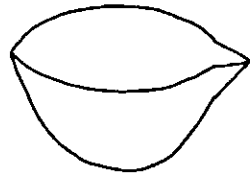
5. แผนภาพต่อไปนี้เป็นภาพของถ้วยกระเบื้องและปิกเกอร์อย่างละ 3 ใบ ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน



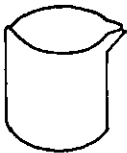
ถ้วยกระเบื้องขนาดเล็ก



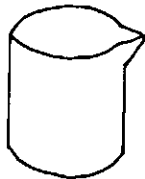
ถ้วยกระเบื้องขนาดกลาง



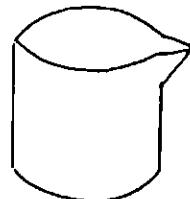
ถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่



ปิกเกอร์ขนาดเล็ก



ปิกเกอร์ขนาดกลาง

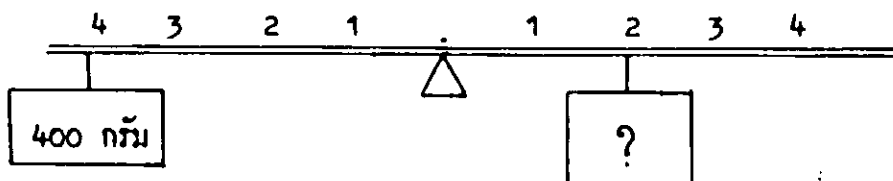


ปิกเกอร์ขนาดใหญ่

ถ้า น้ำ 1 ปิกเกอร์ขนาดเล็ก มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 2 ถ้วยกระเบื้องขนาดเล็ก
น้ำ 1 ปิกเกอร์ขนาดใหญ่ มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 4 ถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่
และ น้ำ 3 ถ้วยกระเบื้องขนาดเล็ก จะเต็มลงในถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่ได้เต็มพอดี
ขอความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. น้ำ 1 ปิกเกอร์ขนาดใหญ่ มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 6 ปิกเกอร์ขนาดเล็ก
- ข. น้ำ 1 ปิกเกอร์ขนาดใหญ่ มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 8 ปิกเกอร์ขนาดเล็ก
- ค. น้ำ 1 ปิกเกอร์ขนาดใหญ่ มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 8 ถ้วยกระเบื้องขนาดเล็ก
- ง. น้ำ 1 ถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่ มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 3 ปิกเกอร์ขนาดเล็ก
- จ. น้ำ 3 ถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่ มีปริมาตรเท่ากับ น้ำ 2 ปิกเกอร์ขนาดเล็ก

6.



จากรูปจะตองเอาน้ำหนักเท่าใคมาแขวนจึงจะใหคานอยูในลักษณะสมดุล

ก. 200 กรัม

ข. 400 กรัม

ค. 600 กรัม

ง. 800 กรัม

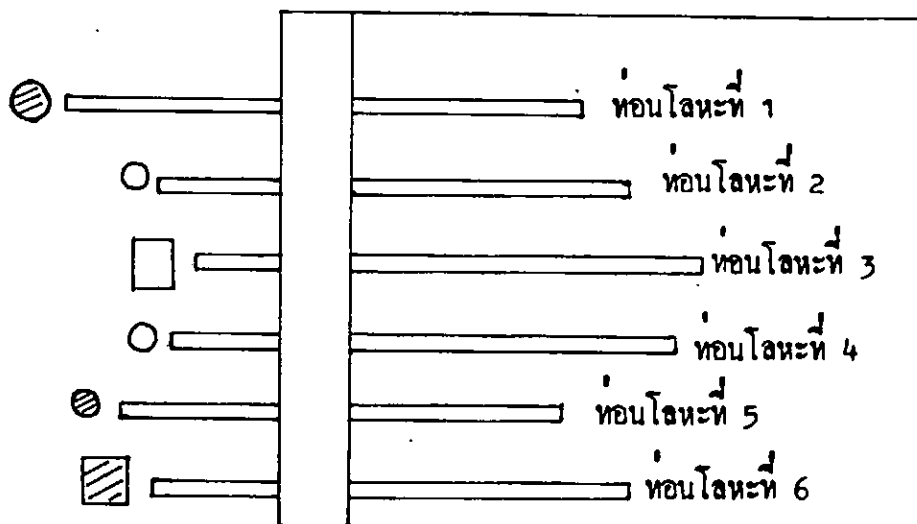
จ. 1,000 กรัม

7. แผนภาพต่อไปนี้แสดงการโค้งตัวของท่อนโลหะ

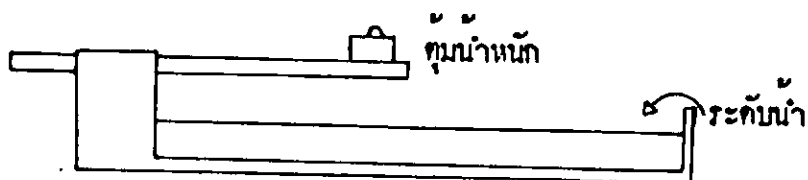
รูป ก. แสดงความยาวของท่อนโลหะ คาขายมีอของท่อนโลหะจะแสดงให้เห็นถึงพื้นที่หน้าตัดและชนิดของท่อนโลหะ โดยพื้นที่หน้าตัดที่แฉงาคือท่อนเหล็ก และพื้นที่หน้าตัดที่ไม่แฉงาคือท่อนทองแดง

รูป ข. แสดงการโค้งตัวของท่อนโลหะในภาชนะที่ใส่น้ำ โดยคาขปลายของท่อนโลหะจะมีคูนน้ำหนักถ่วง

รูป ก.



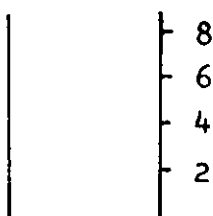
รูป ข.



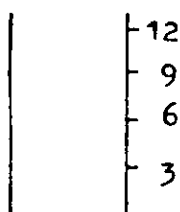
ถ้าต้องการทำการทดสอบว่าการโค้งตัวของหลอดขึ้นอยู่กับการวางของหลอด
ควรออกแบบการทดลองอย่างไร

- ก. นำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 1
และนำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 2
- ข. นำตุ้มน้ำหนัก 200 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 2
และนำตุ้มน้ำหนัก 200 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 4
- ค. นำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 3
และนำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 4
- ง. นำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 2
และนำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 6
- จ. นำตุ้มน้ำหนัก 200 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 5
และนำตุ้มน้ำหนัก 300 กรัม วางที่ปลายหลอดที่ 5

8.



กระบอกทรงขนาดใหญ่



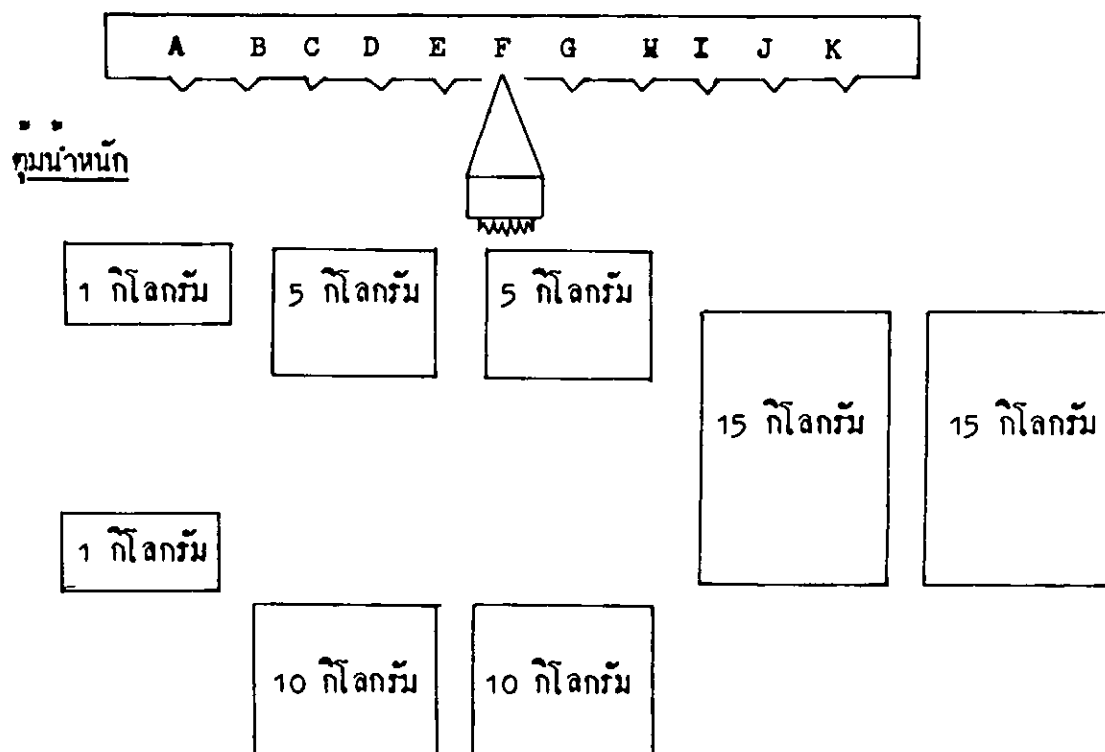
กระบอกทรงขนาดเล็ก

จากภาพ แสดงกระบอกทรง 2 ใบ ที่มีความสูงเท่ากัน แต่มีขนาดต่างกัน เห็นได้จาก
กระบอกทรงขนาดใหญ่ซึ่งมีน้ำอยู่สูงถึงขีด 4 ลงในกระบอกทรงขนาดเล็ก ปรากฏว่า
ระดับน้ำสูงถึงขีด 6 ถ้าเทน้ำจากกระบอกทรงขนาดใหญ่ ซึ่งมีน้ำอยู่สูงถึงขีด 6 ลงใน
กระบอกทรงขนาดเล็ก ระดับน้ำควรอยู่ที่ขีดใด

- ก. 4
- ข. 6
- ค. 8
- ง. 9
- จ. 10

สมมุติว่า นักเรียนมีคำซึ่งอันหนึ่งคล้ายกับแผนภาพนี้ จึงพิจารณาแผนภาพนี้อย่างละเอียด และ

ตอบคำถามในข้อ 9 และข้อ 10

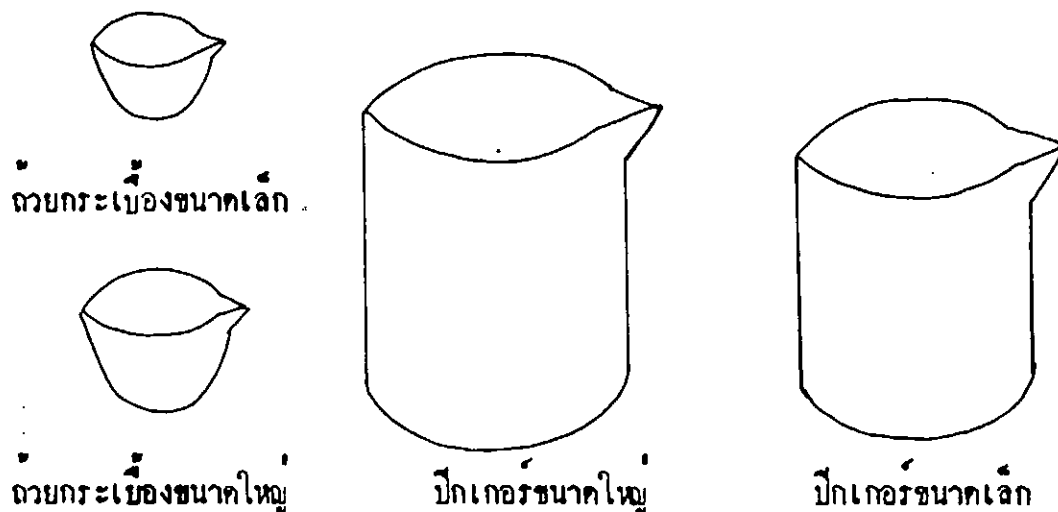


9. แว่นตม่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ที่จุด D ถ้าจะทำให้ตาซึ่งอยู่ในลักษณะสมดุล จะต้องแว่นตม่น้ำหนักขนาดเท่าไร และที่ตำแหน่งใด
- ตม่น้ำหนัก 1 กิโลกรัม แว่นที่จุด A
 - ตม่น้ำหนัก 10 กิโลกรัม แว่นที่จุด J
 - ตม่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม แว่นที่จุด H
 - ตม่น้ำหนัก 10 กิโลกรัม แว่นที่จุด E
 - ตม่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม แว่นที่จุด K
10. แว่นตม่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม ที่จุด E และ 10 กิโลกรัม ที่จุด C จะต้องแว่นตม่น้ำหนักขนาดเท่าไร และที่ตำแหน่งใด จึงจะทำให้ตาซึ่งอยู่ในลักษณะสมดุล
- ตม่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม แว่นที่จุด G และ 10 กิโลกรัม ที่จุด J
 - ตม่น้ำหนัก 10 กิโลกรัม แว่นที่จุด H และ 1 กิโลกรัม ที่จุด K
 - ตม่น้ำหนัก 15 กิโลกรัม แว่นที่จุด I และ 1 กิโลกรัม ที่จุด H
 - ตม่น้ำหนัก 10 กิโลกรัม แว่นที่จุด I และ 5 กิโลกรัม ที่จุด G
 - ตม่น้ำหนัก 5 กิโลกรัม แว่นที่จุด I และ 10 กิโลกรัม ที่จุด G
11. นักเรียนคนหนึ่งต้องการทดสอบว่า ประเภทของการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการละลายของสาร ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวถูกละลาย ถ้าท่านเป็นนักเรียนผู้นี้ท่านจะวางแผนการทดลองอย่างไร
- ใช้หลอดทดลองขนาดต่างกัน ตัวถูกละลายต่างชนิดกันในปริมาณที่เท่ากัน
ทั่วหาละลายชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน
 - ใช้หลอดทดลองขนาดต่างกัน ตัวถูกละลายชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน
ทั่วหาละลายต่างชนิดกันในปริมาณที่เท่ากัน
 - ใช้หลอดทดลองขนาดเท่ากัน ตัวถูกละลายชนิดเดียวกันในปริมาณที่ต่างกัน
ทั่วหาละลายชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน
 - ใช้หลอดทดลองขนาดเท่ากัน ตัวถูกละลายต่างชนิดกันในปริมาณที่เท่ากัน
ทั่วหาละลายชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน
 - ใช้หลอดทดลองขนาดเท่ากัน ตัวถูกละลายต่างชนิดกันในปริมาณที่ต่างกัน
ทั่วหาละลายชนิดเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน

12. ถ้าต้องการทดสอบว่า ความเข้มข้นของสารมีผลต่อจุดเดือดของสาร หรือนักว่าควรใช้สารในข้อใด

- ก. สาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร A 20 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร A 30 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
- ข. สาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร A 20 กรัม ใส่ลงในน้ำ 200 กรัม
 สาร A 30 กรัม ใส่ลงในน้ำ 300 กรัม
- ค. สาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร B 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร C 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
- ง. สาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร B 20 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร C 30 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
- จ. สาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม
 สาร B 20 กรัม ใส่ลงในน้ำ 200 กรัม
 สาร C 30 กรัม ใส่ลงในน้ำ 300 กรัม

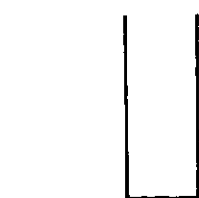
13. แผนภาพต่อไปนี้ เป็นภาพของถ้วยกระเบื้องและปิกเกอร์อย่างละ 2 ใบ ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน ทั้งถ้วยกระเบื้องและปิกเกอร์จะมีใบหนึ่งมีขนาดเล็กและอีกใบหนึ่งมีขนาดใหญ่



ถ้าใส่น้ำเต็ม 6 ถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่หรือ 9 ถ้วยกระเบื้องขนาดเล็ก เทลงในปิกเกอร์ขนาดเล็ก น้ำจะเต็มปิกเกอร์พอดี แต่ถ้าใส่น้ำเต็ม 8 ถ้วยกระเบื้องขนาดใหญ่จะสามารถเทได้เต็มปิกเกอร์ขนาดใหญ่พอดี อยากทราบว่า จะต้องใส่น้ำกี่ถ้วยกระเบื้องขนาดเล็ก จึงจะเทได้เต็มปิกเกอร์ขนาดใหญ่พอดี

- ก. 10
- ข. 11
- ค. 12
- ง. 15
- จ. 16

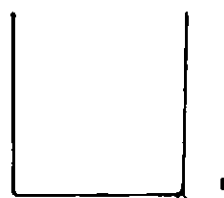
14. แผนภาพต่อไปนี้ เป็นภาพของกระบอกทรง 3 ใบ และปิกเกอร์ 2 ใบ ซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน



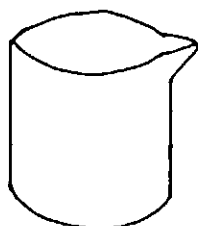
กระบอกทรงขนาดเล็ก



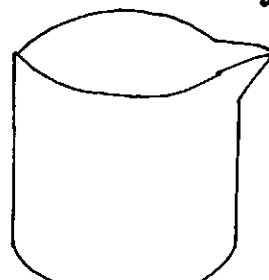
กระบอกทรงขนาดกลาง



กระบอกทรงขนาดใหญ่



ปิกเกอร์ขนาดเล็ก



ปิกเกอร์ขนาดใหญ่

ถ้าใส่น้ำเต็ม 4 กระบอกทรงขนาดใหญ่ หรือ 6 กระบอกทรงขนาดกลาง หรือ 12 กระบอกทรงขนาดเล็ก เติมลงในปิกเกอร์ขนาดเล็ก น้ำจะเต็มปิกเกอร์พอดี แต่ ถ้าใส่น้ำเต็ม 6 กระบอกทรงขนาดใหญ่ และ 3 กระบอกทรงขนาดกลางจะสามารถ เติมได้เต็มปิกเกอร์ขนาดใหญ่พอดี ดังนั้นจะตองใส่น้ำกี่กระบอกทรงขนาดเล็ก จึงจะ เติมได้เต็มปิกเกอร์ขนาดใหญ่พอดี

ก. 22

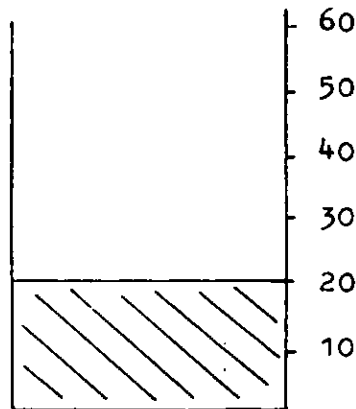
ข. 24

ค. 27

ง. 36

จ. 72

15. แผนภาพต่อไปนี้ เป็นกระบอกทรง 1 ใบ มีขีดแสดงปริมาณอยู่ด้านข้าง ซึ่งใส่น้ำสูงถึงขีด 20 และมีก้อนหินขนาดเท่ากัน 3 ก้อน

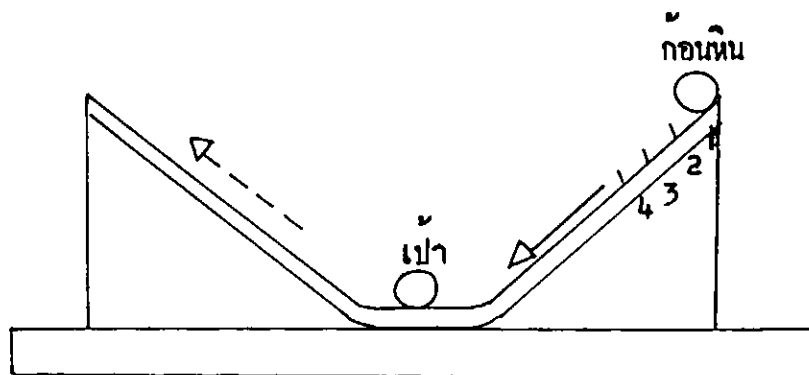


- ก้อนหินขนาด ก. 
- ก้อนหินขนาด ข. 
- ก้อนหินขนาด ค. 

ก้อนหินขนาด ก. 1 ก้อน ถ้าหย่อนลงในกระบอกทรง ระดับน้ำสูงถึงขีด 36
 ถ้าหย่อนก้อนหินขนาด ข. ลงไปอีก 1 ก้อน ระดับน้ำสูงถึงขีด 49 และถ้า
 หย่อนก้อนหินขนาด ค. ลงไปอีก 1 ก้อน ระดับน้ำสูงถึงขีด 60 เมื่อหย่อน
 ก้อนหินขนาด ก. และก้อนหินขนาด ค. ลงในกระบอกทรงอย่างละ 1 ก้อน
 ระดับน้ำในกระบอกทรงจะสูงถึงขีดใด

- ก. 27
 ข. 29
 ค. 40
 ง. 47
 จ. 60

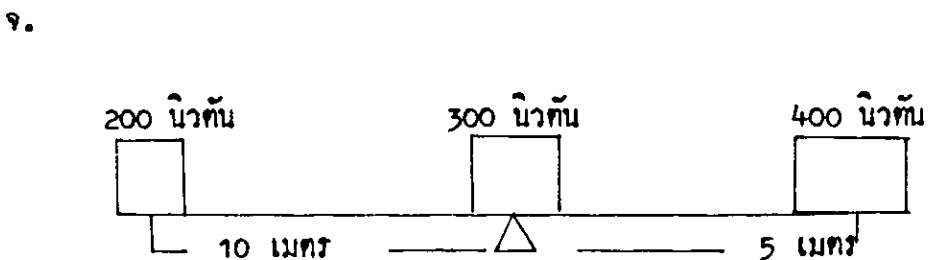
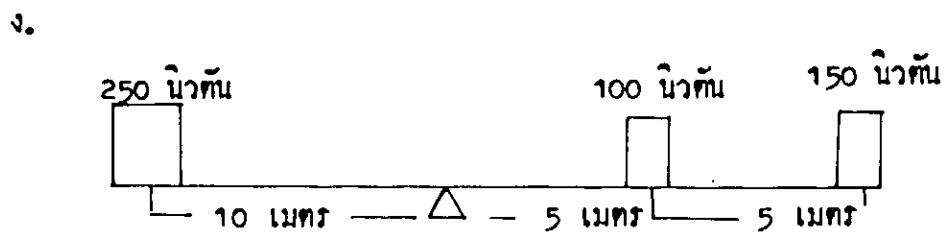
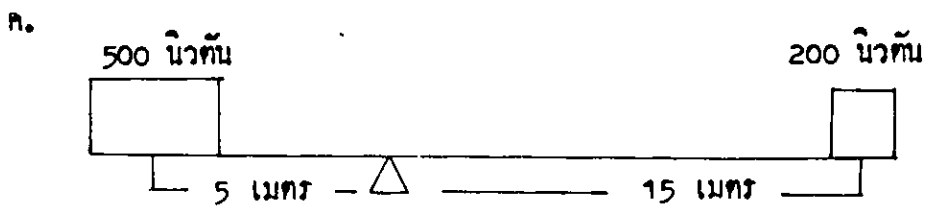
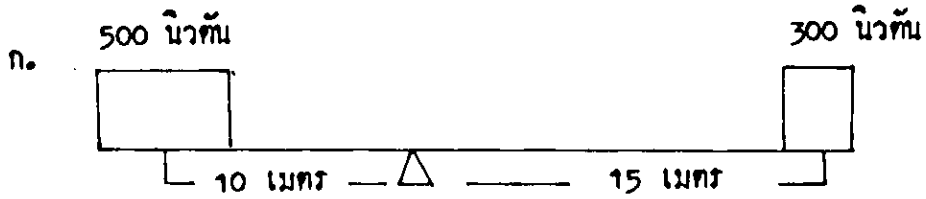
16. แผนภาพต่อไปนี้ แสดงการเคลื่อนที่ของก้อนหินให้กระทบเป้า ประกอบไปด้วยก้อนหินและเป้า ที่มีน้ำหนักไม่เท่ากัน ก้อนหินจะถูกปล่อยลงมาจากจุดปล่อยในระยะทาง ๆ กัน (ระยะที่ 1, 2, 3 และ 4 ทางขวามือ) เพื่อกระแทกให้เป้าเคลื่อนที่ไปตามรางของพื้นลาดเอียง



นักเรียนคนหนึ่งต้องการทดสอบว่า ระยะทางที่เป้าเคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของก้อนหินที่ปล่อยลงมา ถ้าท่านเป็นนักเรียนคนนี้ ท่านจะกำหนดการดำเนินการทดลองอย่างไร

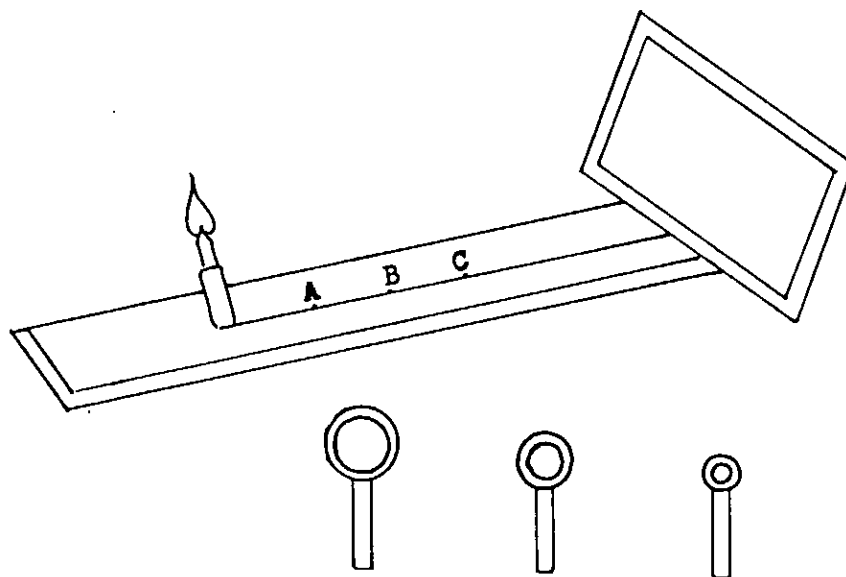
- ก. ใช้เป้าที่มีน้ำหนักต่างกัน แล้วปล่อยก้อนหินที่มีน้ำหนักเท่ากันลงมาจากจุดปล่อยต่างกัน
- ข. ใช้เป้าที่มีน้ำหนักต่างกัน แล้วปล่อยก้อนหินที่มีน้ำหนักต่างกันลงมาจากจุดปล่อยเดียวกัน
- ค. ใช้เป้าที่มีน้ำหนักเท่ากัน แล้วปล่อยก้อนหินที่มีน้ำหนักเท่ากันลงมาจากจุดปล่อยเดียวกัน
- ง. ใช้เป้าที่มีน้ำหนักเท่ากัน แล้วปล่อยก้อนหินที่มีน้ำหนักต่างกันลงมาจากจุดปล่อยเดียวกัน
- จ. ใช้เป้าที่มีน้ำหนักเท่ากัน แล้วปล่อยก้อนหินที่มีน้ำหนักต่างกันลงมาจากจุดปล่อยต่างกัน

17. กานในข้อใดอยู่ในลักษณะสมดุล ถ้าไม่ค้ำน้ำหนักของกาน



18. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า ความสูงของต้นข้าวขึ้นอยู่กับปริมาณของรังสีแกมมาที่ให้อาบน้ำเมล็ดข้าวก่อนปลูก นักเรียนจะวางแผนการทดลองอย่างไร
- นำเมล็ดข้าวชนิดเดียวกัน ขนาดไม่เท่ากัน ไปอาบรังสีแกมมาในปริมาณที่เท่ากัน แล้วนำไปปลูกในดินชนิดเดียวกัน ขนาดกระถางเท่ากัน และรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน
 - นำเมล็ดข้าวชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน ไปอาบรังสีแกมมาในปริมาณที่ต่างกัน แล้วนำไปปลูกในดินชนิดเดียวกัน ขนาดกระถางเท่ากัน และรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน
 - นำเมล็ดข้าวชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากัน ไปอาบรังสีแกมมาในปริมาณที่ต่างกัน แล้วนำไปปลูกในดินต่างชนิดกัน ขนาดกระถางเท่ากัน และรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน
 - นำเมล็ดข้าวต่างชนิดกัน ขนาดเท่ากัน ไปอาบรังสีแกมมาในปริมาณที่เท่ากัน แล้วนำไปปลูกในดินชนิดเดียวกัน ขนาดกระถางเท่ากัน และรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน
 - นำเมล็ดข้าวต่างชนิดกัน ขนาดเท่ากัน ไปอาบรังสีแกมมาในปริมาณที่ต่างกัน แล้วนำไปปลูกในดินชนิดเดียวกัน ขนาดกระถางเท่ากัน และรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน
19. ถ้าต้องการทดสอบว่า ความสามารถในการละลายของสารขึ้นอยู่กับปริมาตรของตัวทำละลาย ควรจะวางแผนการทดลองอย่างไร
- นำสารต่างชนิดกัน มาหาความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่ปริมาตรต่างกัน
 - นำสารต่างชนิดกัน มาหาความสามารถในการละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน และปริมาตรเท่ากัน
 - นำสารชนิดเดียวกัน มาหาความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน แต่ปริมาตรเท่ากัน
 - นำสารชนิดเดียวกัน มาหาความสามารถในการละลายในตัวทำละลายต่างชนิดกัน และปริมาตรต่างกัน
 - นำสารชนิดเดียวกัน มาหาความสามารถในการละลายในตัวทำละลายชนิดเดียวกัน แต่ปริมาตรต่างกัน

20. แผนภาพต่อไปนี้ แสดงการเกิดเงาบนจอภาพเมื่อวางวัตถุรูปวงแหวนไว้ที่จุด A, B หรือ C ซึ่งอยู่ระหว่างเทียนไขกับจอภาพ ค่าความที่เกี่ยวกับเงาบนจอภาพนั้น หมายถึงเงาของวงแหวนเท่านั้น ไม่รวมซากของวงแหวน

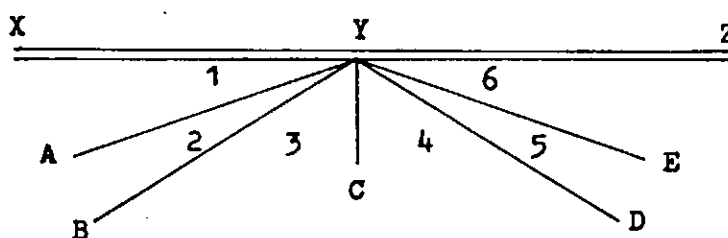


- ก. เส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวน 3 เซนติเมตร
ข. เส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวน 2 เซนติเมตร
ค. เส้นผ่าศูนย์กลางของวงแหวน 1 เซนติเมตร

จงเปรียบเทียบเงาของวงแหวน ก เมื่อวางที่จุด A ขนาดของเงาวงแหวน ข เมื่อวางที่จุด B และขนาดของเงาวงแหวน ค เมื่อวางที่จุด C

- ก. เงาที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากัน
ข. เงาที่เกิดขึ้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เงาของวงแหวน ก ใหญ่กว่าเงาของวงแหวน ข
ค. เงาที่เกิดขึ้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เงาของวงแหวน ก เล็กกว่าเงาของวงแหวน ข
ง. เงาที่เกิดขึ้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เงาของวงแหวน ข เล็กกว่าเงาของวงแหวน ค
จ. เงาที่เกิดขึ้นจะมีขนาดไม่เท่ากัน เงาของวงแหวน ค ใหญ่กว่าเงาของวงแหวน ก

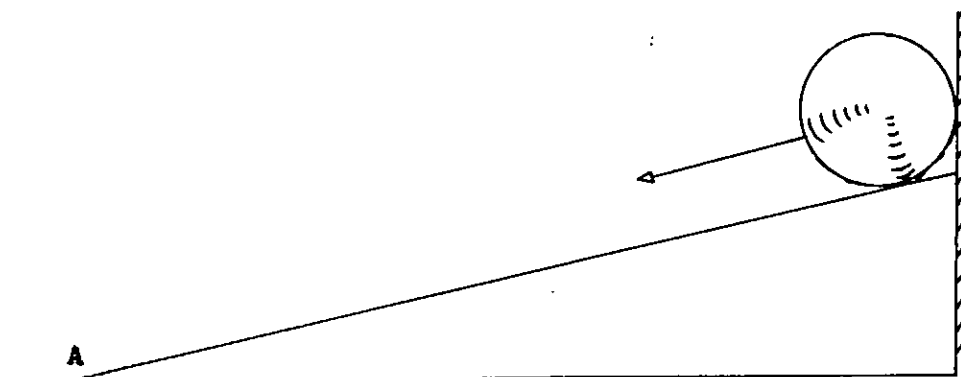
21. จากแผนภาพต่อไปนี้ เส้นตรง XYZ แทนแนวกำแพง ลูกเทนนิสจะถูกตีไปชนกำแพงที่จุด Y โดยมุม 1 เท่ากับมุม 6 มุม 2 เท่ากับมุม 5 และมุม 3 เท่ากับ มุม 4



ถ้าลูกเทนนิสกระดอนกลับจากจุด Y มายังจุด B แสดงว่าลูกเทนนิสถูกตีมาจากจุดใด

- ก. A
 - ข. B
 - ค. C
 - ง. D
 - จ. E
22. มีลูกทรงกลมตันอยู่ 32 ลูก จำแนกตามชนิด น้ำหนักและขนาดดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

ชนิดของสาร ที่ใช้ทำ ลูกกลม	หมายเลขทรงกลม							
	น้ำหนัก (กรัม)				ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (เซนติเมตร)			
	100	200	300	400	2	4	6	8
ไม้	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
คีนน้ำมัน	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
แก้ว	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)
พลาสติก	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)



ทดลองปล่อยลูกกลิ้งไปตามพื้นเอียง (ดังรูป) ทดลองทราบว่า เวลาที่ใช้ในการกลิ้งจนถึงพื้น (จุด) ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือไม่ นักเรียนคิดว่าควรเลือกลูกกลิ้งลูกใดมาทดสอบสมมุติฐานดังกล่าว

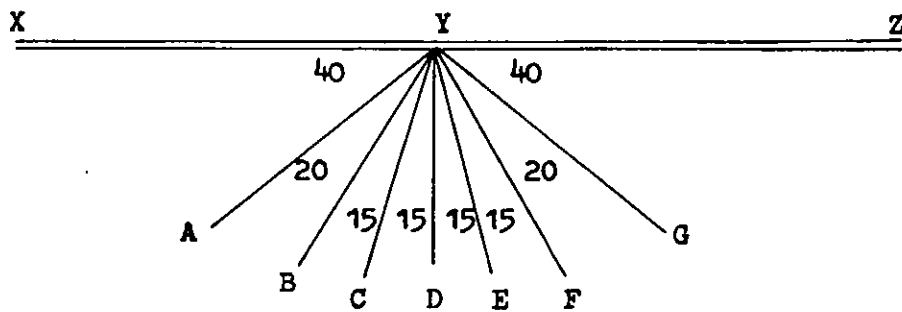
- ก. ลูกหมายเลข 5 , 6 , 7 และ 8
- ข. ลูกหมายเลข 1 , 9 , 17 และ 25
- ค. ลูกหมายเลข 5 , 13 , 21 และ 29
- ง. ลูกหมายเลข 3 , 4 , 5 และ 6
- จ. ลูกหมายเลข 8 , 10 , 24 และ 32

23. จากข้อ 22 นักเรียนคิดว่าควรเลือกลูกกลิ้งลูกใดมาทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐานอย่างเดียวกันกับการทดลองที่ใช่ลูกหมายเลข

5 , 13 , 21 และ 29

- ก. ลูกหมายเลข 5 , 6 , 7 และ 8
- ข. ลูกหมายเลข 1 , 2 , 3 และ 4
- ค. ลูกหมายเลข 2 , 3 , 11 และ 12
- ง. ลูกหมายเลข 8 , 16 , 24 และ 32
- จ. ลูกหมายเลข 13 , 14 , 21 และ 22

24. จงพิจารณาแผนภาพต่อไปนี้ว่าจะเอียง



ถ้าลูกเทนนิสถูกตีจากจุด B ไปกระทบกำแพงที่จุด Y อยากทราบว่าลูกเทนนิสจะกระดอนไปยังจุดใด

- ก. A
- ข. C
- ค. D
- ง. E
- จ. F

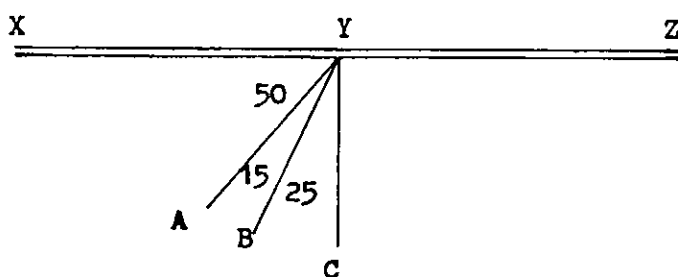
25. จากตารางบันทึกข้อมูล การทดลองปลูกข้าวที่สถานที่แห่งหนึ่ง มีดังนี้

กระดางที่	พันธุ์ข้าว	ปุ๋ย	ดิน	บาปราย ศัตรูพืช	ระดับน้ำที่ปลูก (เซนติเมตร)	ความสูงของต้นข้าว ใน 3 เดือน (เซนติเมตร)
1	กข 1	ใส่	เหนียว	ใช่	12	
2	กข 1	ไม่ใส่	เหนียว	ใช่	12	
3	ปิ่นแก้ว	ใส่	เหนียว	ใช่	12	
4	ปิ่นแก้ว	ไม่ใส่	เหนียว	ใช่	12	

ถ้าต้องการทราบว่า "ปุ๋ยมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นข้าวหรือไม่" นักเรียนคิดว่า
ควรเลือกกระดางคู่ใดมาทดลอง

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

26. ถ้าต้องการทดสอบว่า ลูกบอลอย่างทางชนิดกัน จะกระดอนโคที่สูงทางกัน ควรกำหนดการดำเนินการทดลองอย่างไร
- ใช้ลูกบอลอย่างชนิดเดียวกัน ขนาดเท่ากันอย่างละ 1 ลูก ห้างลูกบอลทั้งสองจากที่สูงทางระดักัน สังเกตว่าลูกไหนกระดอนโคที่สูงกว่ากัน
 - ใช้ลูกบอลอย่างชนิดเดียวกัน ขนาดทางกันอย่างละ 1 ลูก ห้างลูกบอลทั้งสองจากที่สูงระดัเดียวกัน สังเกตว่าลูกไหนกระดอนโคที่สูงกว่ากัน
 - ใช้ลูกบอลอย่างทางชนิดกัน ขนาดเท่ากันอย่างละ 1 ลูก ห้างลูกบอลทั้งสองจากที่สูงระดัเดียวกัน สังเกตว่าลูกไหนกระดอนโคที่สูงกว่ากัน
 - ใช้ลูกบอลอย่างทางชนิดกัน ขนาดทางกันอย่างละ 1 ลูก ห้างลูกบอลทั้งสองจากที่สูงระดัเดียวกัน สังเกตว่าลูกไหนกระดอนโคที่สูงกว่ากัน
 - ใช้ลูกบอลอย่างทางชนิดกัน ขนาดเท่ากันอย่างละ 1 ลูก ห้างลูกบอลทั้งสองจากที่สูงระดัทางกัน สังเกตว่าลูกไหนกระดอนโคที่สูงกว่ากัน
27. จากแผนภาพต่อไปนี้ ลูกเหินสลูกที่จากจุด A ไปยังจุด Y บนกำแพง

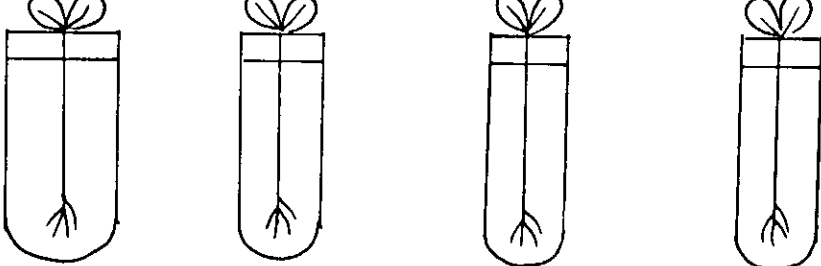


อยากทราบว่า แนวที่ลูกเหินสกระดอนกลับจะห้ำมุมกับแนว CY มีค่าเท่ากับกี่องศา

- 15
- 25
- 40
- 50
- 65

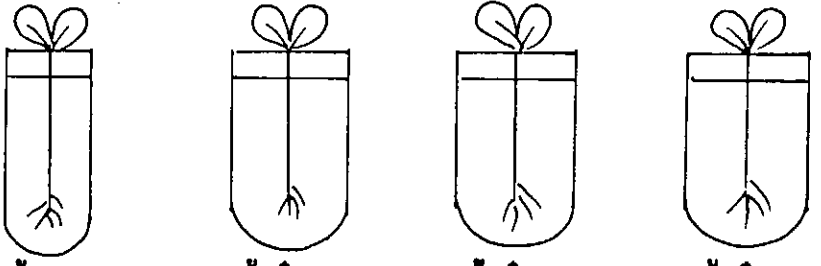
28. ถ้าต้องการทดสอบว่า ความเข้มข้นของสารละลายมีผลต่อการเจริญของต้นถั่ว นักเรียน
จะเลือกวางแผนการทดลองปลูกต้นถั่วตามข้อใด

ก. หลอดที่ 1 หลอดที่ 2 หลอดที่ 3 หลอดที่ 4



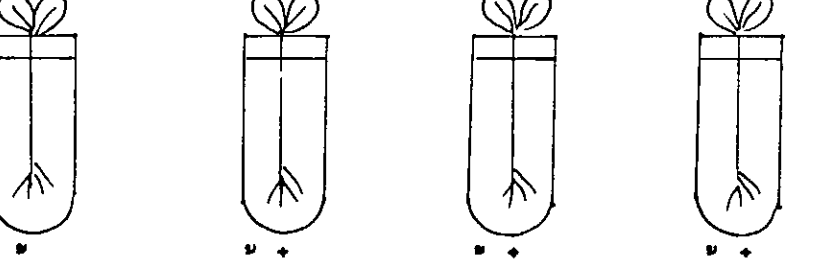
น้ำ น้ำปุ๋ย 0.1 % น้ำปุ๋ย 0.5 % น้ำปุ๋ย 1.0 %

ข. หลอดที่ 1 หลอดที่ 2 หลอดที่ 3 หลอดที่ 4

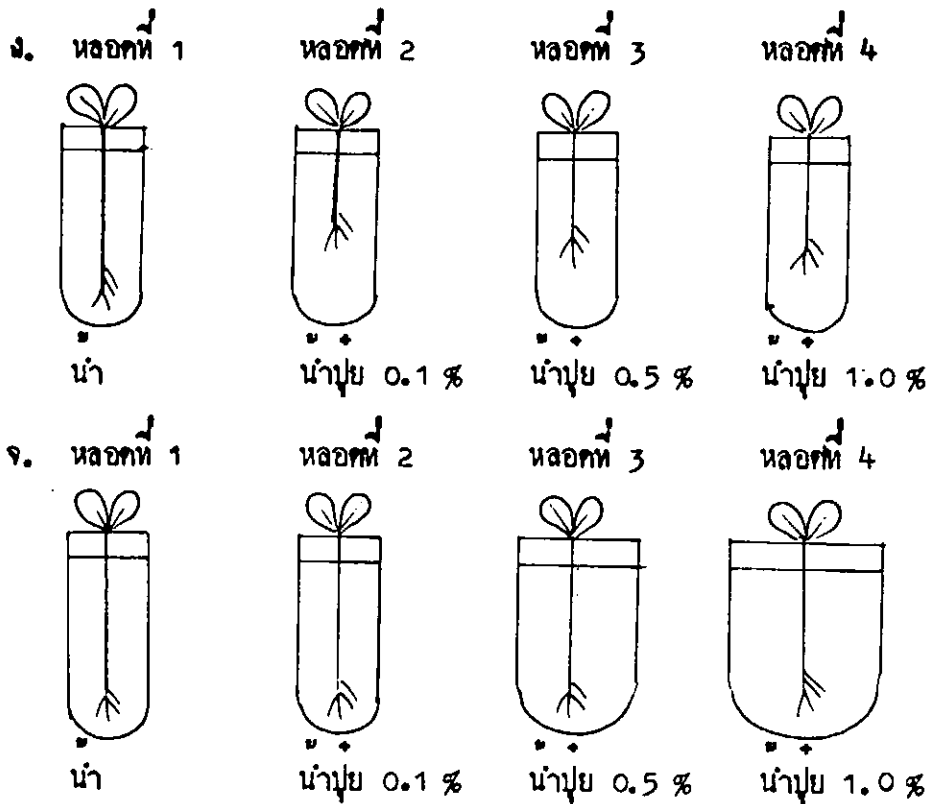


น้ำ น้ำปุ๋ย 0.1 % น้ำปุ๋ย 0.5 % น้ำปุ๋ย 1.0 %

ค. หลอดที่ 1 หลอดที่ 2 หลอดที่ 3 หลอดที่ 4

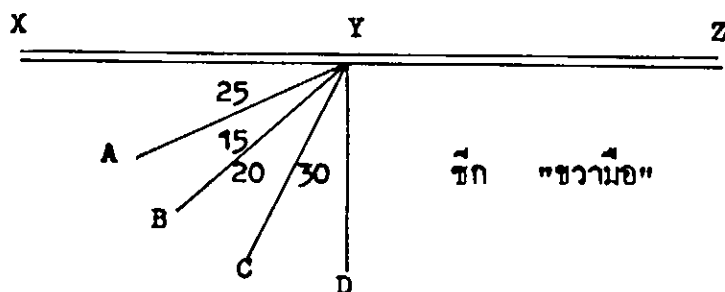


น้ำ น้ำปุ๋ย 0.1 % น้ำปุ๋ย 0.5 % น้ำปุ๋ย 1.0 %



29. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่า รุคเคื้อกของของเหลวทุกชนิดจะลดลงเมื่อต้มในที่สูงขึ้น นักเรียนจะกำหนดการดำเนินการทดลองอย่างไร
- ก. ใสของเหลวชนิดเดียวกัน ทมในระดับความสูงที่เท่ากันแต่ต่างสถานที่กัน
 - ข. ใสของเหลวต่างชนิดกัน ทมในระดับความสูงที่เท่ากันแต่ต่างสถานที่กัน
 - ค. ใสของเหลวชนิดเดียวกัน ทมในระดับความสูงที่ต่างกัน
 - ง. ใสของเหลวต่างชนิดกัน ทมในระดับความสูงที่ต่างกัน
 - จ. ใสของเหลวต่างชนิดกัน ทมในสถานที่เดียวกัน

30. ถ้าลูกเทนนิสถูกตีมาจากจุด ๆ หนึ่งทางซีก "ขวามือ" ของแผนภาพต่อไปนี้ ลูกเทนนิสจะกระดอนที่จุด Y และกระดอนไปยังจุด C



อยากทราบว่า ขนาดของมุมจากจุดที่ตีกับแนว YZ จะมีค่าเท่ากับกี่องศา

- ก. 25
- ข. 40
- ค. 50
- ง. 60
- จ. 65

แผนการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 1
เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย จำนวน 14 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุ และสารประกอบ
เป็นการจัดจำพวกสารโดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์
2. สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน
3. การแยกสาร เป็นการแยกสารต่าง ๆ ที่ปนกันอยู่ออกจากกัน
4. การแยกสารมีหลายวิธี การที่เราจะใช้วิธีใดในการแยกจะต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสม
ของชนิดของสาร
5. สารบริสุทธิ์จัดแบ่งออกเป็นธาตุ และสารประกอบ
6. เพื่อให้เป็นที่เข้าใจกันเป็นสากลจะใช้สัญลักษณ์ของธาตุแทนชื่อธาตุ
7. สารทุกชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว แต่ถ้าวเรากระทำอย่างใดอย่างหนึ่งกับสารแล้วทำให้
สารมีสมบัติผิดไปจากเดิม สารนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น
8. การเปลี่ยนแปลงของสารจะมี 3 กรณี ได้แก่ การเปลี่ยนสถานะ การละลายเป็น
สารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรณีจะมีพลังงานเข้ามา
เกี่ยวข้อง
9. พลังงานมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันมาก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้แล้ว จะมีความสามารถดังนี้

1. จัดจำพวกสารที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่ และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดได้
2. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุ
และสารประกอบ ได้อย่างถูกต้อง

3. จำแนกประเภทของสารโคยโซ่เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้
4. บอกได้ว่าสารเนื้อเคียวชนิดใดเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์
5. บอกส่วนประกอบของสารละลาย และระบุได้ว่าส่วนประกอบใดเป็นตัวทำละลาย

หรือตัวถูกละลาย

6. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าของเหลวที่กำหนดให้มันเป็นสารละลาย หรือสารบริสุทธิ์

7. ตั้งสมมุติฐานได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

8. พยายามตั้งทาง ๆ ภายในหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้

9. เลือกวิธีที่เหมาะสมในการแยกสารได้

10. เมื่อกำหนดข้อมูลให้ คำนวณหาค่า R_f ได้

11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการละลายและการดูดซับของสารที่มีต่ออัตราการเคลื่อนที่ของสารได้

12. บอกหลักการเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุที่ใช้ในปัจจุบันได้

13. เขียนสัญลักษณ์ของธาตุและสารประกอบที่ใช้ในบทเรียนได้

14. บอกความแตกต่างระหว่างธาตุกับสารประกอบได้

15. อธิบายความหมายของคำว่า ระบบ สิ่งแวดล้อม ความร้อนแฝงของการกลาย
เป็นไอ และความร้อนแฝงของการหลอมเหลวได้

16. บอกความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อนกับประเภท
ดูดความร้อนได้

17. จำแนกประเภทของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบได้ว่าเป็นการ เปลี่ยนสถานะ
การเกิดสารละลาย หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

18. ระบุประเภทของการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการ เปลี่ยนแปลงของสารในแต่ละขั้นตอน
ได้

19. ยกตัวอย่างการ เปลี่ยนแปลงของสารในชีวิตประจำวันที่มีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องได้

20. ระบุธาตุของประกอบที่สำคัญในเชื้อเพลิงได้

21. ยกตัวอย่างเชื้อเพลิงที่พบในประเทศไทยได้
22. บอกประโยชน์และโทษของเชื้อเพลิงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ครูแนะนำวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัยพร้อมกับให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ถ้านักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้ครูผู้ควบคุมชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่นักเรียนจะเริ่มบทเรียน

ขั้นใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย

ชุดที่ 1.1 เรื่อง สาร ใช้เวลา 3 คาบ (150 นาที)

ชุดที่ 1.2 เรื่อง การแยกสาร ใช้เวลา 6 คาบ (300 นาที)

ชุดที่ 1.3 เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ใช้เวลา 3 คาบ (150 นาที)

ชุดที่ 1.4 เรื่อง พลังงานกับชีวิตประจำวัน ใช้เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ขั้นสรุป

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในแต่ละชุดแล้ว ให้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปบทเรียนและปัญหาต่าง ๆ

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองชุดที่ 1.1
2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองชุดที่ 1.2
3. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองชุดที่ 1.3

4. ชุทการเวินควยตนเองชุกที่ 1.4
5. อุปกร์ตามการทคองที่ 1.1 ในหนังสือแบบเวิน
6. อุปกร์ตามการทคองที่ 1.2 ในหนังสือแบบเวิน
7. อุปกร์ตามการทคองที่ 1.3 ในหนังสือแบบเวิน
8. อุปกร์ตามการทคองที่ 1.4 ในหนังสือแบบเวิน
9. อุปกร์ตามการทคองที่ 1.5 ในหนังสือแบบเวิน
10. อุปกร์ตามการทคองที่ 1.6 ในหนังสือแบบเวิน

การประเมินผล

ให้นักเรียนตอบคำถามทวนในชุทการเวินควยตนเองชุกที่ 1.1 ชุกที่ 1.2
ชุกที่ 1.3 และชุกที่ 1.4

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนซี ชุดที่ 1.1

1. คำชี้แจง การนำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนซีชุดที่ 1.1 ไปใช้ในการสอน ครูผู้สอนควรเตรียมตัวดังนี้

1.1 ศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนซี สื่อการสอน กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติ และแนวการตอบคำถามอย่างละเอียดก่อนนำชุดการเรียนรู้ไปใช้

1.2 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอเจนซีชุดที่ 1.1 ใช้เวลาในการเรียนการสอนประมาณ 3 คาบ ๆ ละ 50 นาที

2. อุปกรณ์การเรียนรู้ที่ครูจะต้องเตรียมเพิ่มเติม

2.1	ของเหลวในขวดที่ 1 (น้ำกลั่น)	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.2	ของเหลวในขวดที่ 2 (สารละลายเอทานอลในน้ำ)	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.3	น้ำ	30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.4	หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด
2.5	หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
2.6	เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 องศาเซลเซียส	1 อัน
2.7	หลอดนำกาชพร้อมสายยางยาว 45 เซนติเมตร	1 ชุด
2.8	ลูกยาง 2 รู สำหรับหลอดทดลองขนาดใหญ่	1 ชุด
2.9	ปิเปตอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1 ใบ
2.10	ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ดวง
2.11	ที่กั่นลม	1 อัน
2.12	ขาตั้งพร้อมที่จับหลอด	1 ชุด
2.13	เศษกระเบื้องแผ่นรูปทูลุน	4 - 5 ชิ้น

(อุปกรณ์ที่เตรียมนี้สำหรับใช้กับนักเรียนเพียงกลุ่มเดียว)

หมายเหตุ การเตรียมสารละลายเอธานอลในน้ำใหม่สม เอธานอล 95% จำนวน 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรกับน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับหนึ่งห้องเรียน

3. บทบาทของครูและนักเรียน การใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเชกนีย์ ชุดที่ 1.1 นี้ เนื่องจากกิจกรรมในขั้นการตรวจสอบสมมุติฐาน นักเรียนต้องทำการทดลองร่วมกับเพื่อนในกลุ่มย่อย ดังนั้นผู้สอนควรจัดกลุ่มของนักเรียนโดยมีขนาดกลุ่มละ 4 คน

4. การจัดชั้นเรียน จัดเป็นกลุ่มรวมกันให้หันหน้าปรึกษากันเองภายในกลุ่ม

ชุดการเขียนด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย ชุดที่ 1.1

จำนวนคำถามทั้งหมด 35 คำถาม

M = คำถามความรู้ความจำ	=	3 คำถาม	คิดเป็น	8.57%
C = คำถามเอกนัย	=	26 คำถาม	คิดเป็น	74.29%
D = คำถามอเนกนัย	=	5 คำถาม	คิดเป็น	14.28%
E = คำถามประเมินค่า	=	1 คำถาม	คิดเป็น	2.86%

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบเอกนัย ชุดที่ 1.1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง

สาร



คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

นักเรียนจะมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจชุดการเรียนรู้ไปตามลำดับ
2. ฝึกคิดและปฏิบัติตามคำสั่งในชุดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน พยายามทำความเข้าใจและตรวจสอบตนเองว่ามีความสามารถตามที่ระบุไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่
3. การรู้ค่าเฉลยก่อนที่จะคิดหาคำตอบด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนไม่ได้รับประโยชน์จากชุดการเรียนรู้ และการตอบคำถามในชุดการเรียนรู้ไม่มีการเก็บคะแนน
4. ถ้าคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับค่าเฉลยที่ให้ไว้ ให้นักเรียนลองพิจารณาอีกครั้งหนึ่งว่า คำตอบของนักเรียนน่าจะถูกหรือไม่
5. ถ้านักเรียนไม่แน่ใจหรือไม่เข้าใจในค่าเฉลย ให้ถามครูหรือเพื่อน เพื่อให้ช่วยอธิบาย แต่ระวังอย่าให้เสียกำลังใจกับเพื่อน

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดที่ 1.1

สาร

เวลา 3 คาบ

● การจัดจำพวกสาร

● สารละลายกับสารบริสุทธิ์

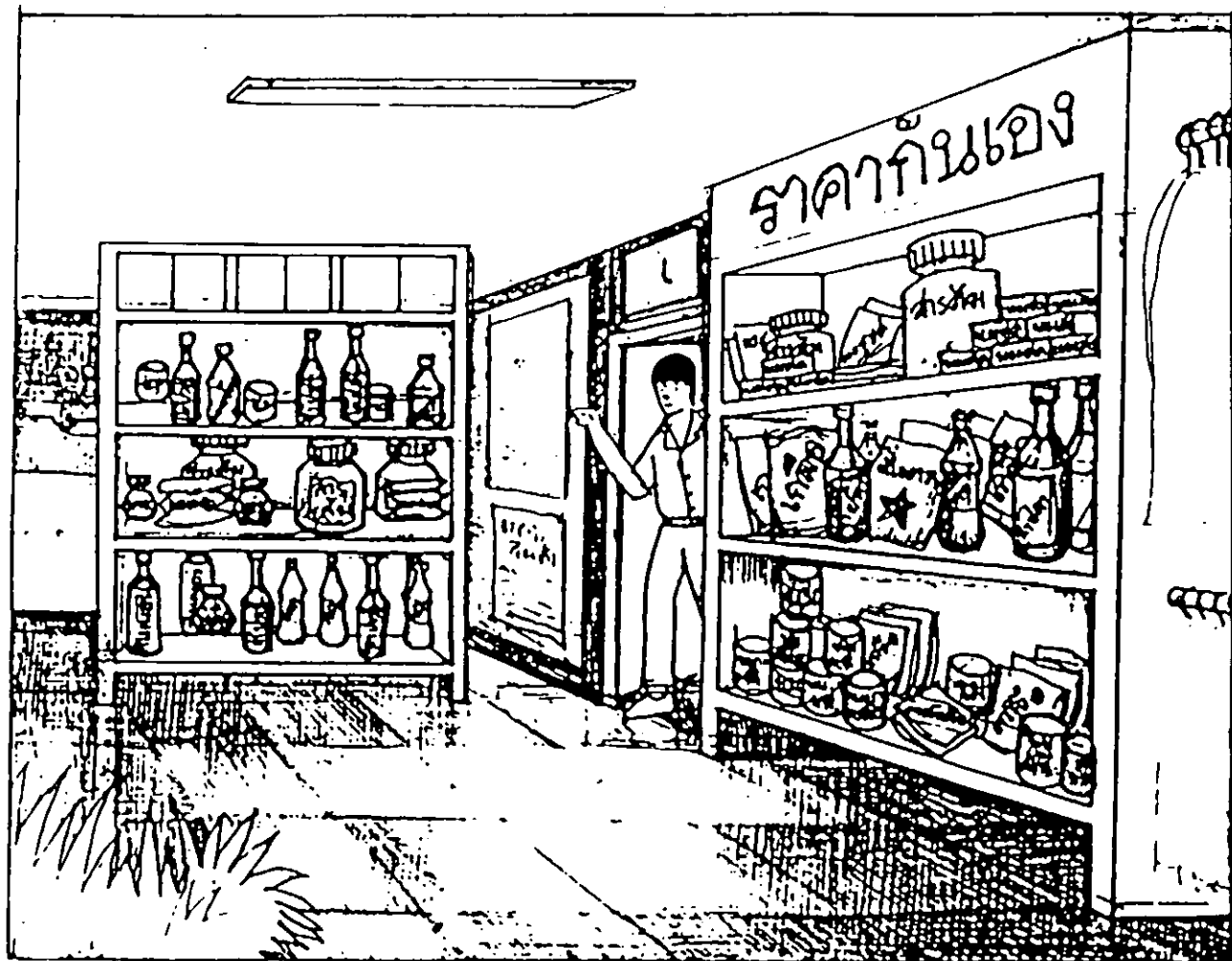
- สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุและสารประกอบ
เป็นการจัดจำพวกสารโดยใช้นิยามสารเป็นเกณฑ์
- สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้แล้วจะมีความสามารถดังนี้

1. จัดจำพวกสารตัวอย่างที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่ และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดได้
2. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์
ธาตุและสารประกอบได้อย่างถูกต้อง
3. จำแนกประเภทของสารโดยใช้นิยามสารเป็นเกณฑ์ได้
4. บอกได้ว่าสารเนื้อเดียวชนิดใดเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์
5. บอกส่วนประกอบของสารละลาย และระบุได้ว่าส่วนประกอบใดเป็นตัวทำละลาย
หรือตัวถูกละลาย
6. ทำการทดสอบรวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าของเหลวที่กำหนดให้มันเป็นสารละลาย
หรือสารบริสุทธิ์
7. ตั้งสมมุติฐานได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
8. พยากรณ์สิ่งต่าง ๆ ภายในหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้

การจับจ่ายอาหาร



c ร้านค้าแห่งหนึ่งมีการจัดวางของ ทั้งภาพ เมื่อมีคนมาซื้อสินค้าจึงทำให้เสียเวลา
ในการค้นหา ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้าน นักเรียนจะจัดวางสินค้าทั้งแถว โดยใช้เกณฑ์
การบริโภคและการอุปโภค นักเรียนจะจัดจำพวกสินค้าต่าง ๆ ได้อย่างไร

พวกบริโภค ได้แก่.....

.....

.....

พวกอุปโภค ได้แก่.....

.....

.....

นักเรียนคงจะตอบคำถามกันเสร็จแล้ว ทีนี้ลองมาทูลูกว่าคำตอบของนักเรียน
ถูกต้องหรือไม่

พวกบริโลก ไคแก่ น้ำปลา น้ำหวาน น้ำตาล เกือบ ผงชูรส เหมชน
เมสค น้ำอึกฉม

พวกอุปโลก ไคแก่ สารส้ม ก้างหมึก น้ำหมึก หินเนอร์

โอโฮโฮ! เราเก่งจัง ตอบถูกหมดเลย เห็นไหม.... เห็นไหม....

สำหรับคนที่ยังตอบผิดหรือถูกไม่หมด ลองกลับไปพิจารณาใหม่ซิละ

๘ ถ้านักเรียนยังไม่พอใจเกณฑ์ที่ตั้งขึ้น แต่ต้องการใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์
นักเรียนจะจัดจำพวกสินค้าต่าง ๆ ใค้อย่างไร

ของแข็ง ไคแก่.....

.....

ของเหลว ไคแก่.....

.....

ก๊าซ ไคแก่.....

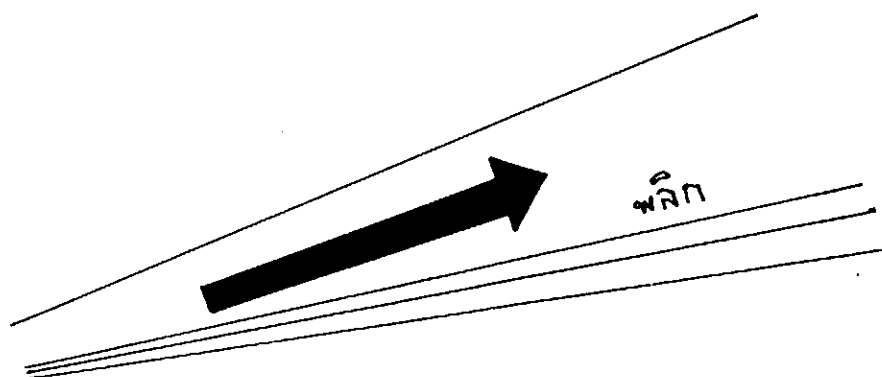
.....

มากขึ้นซ้ำ ของใครถูกบ้าง
 ถ้าจับจำพวกสารโดยใช้สถานะของสารเป็นเกณฑ์จะจัดได้ ดังนี้
 ของแข็ง ไคแก่ น้ำตาล เกลือ สารส้ม ผงชูรส ค้างคัพพิม
 ของเหลว ไคแก่ น้ำปลา น้ำหวาน เมล็ด เมล็ด น้ำอัดลม น้ำหมัก

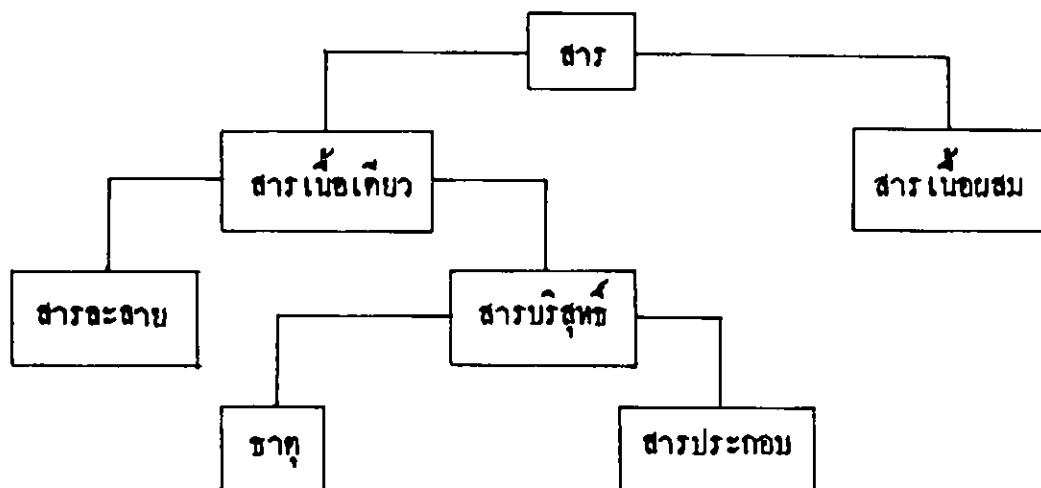
พินเนอร์

ก๊าศ ไคแก่ -

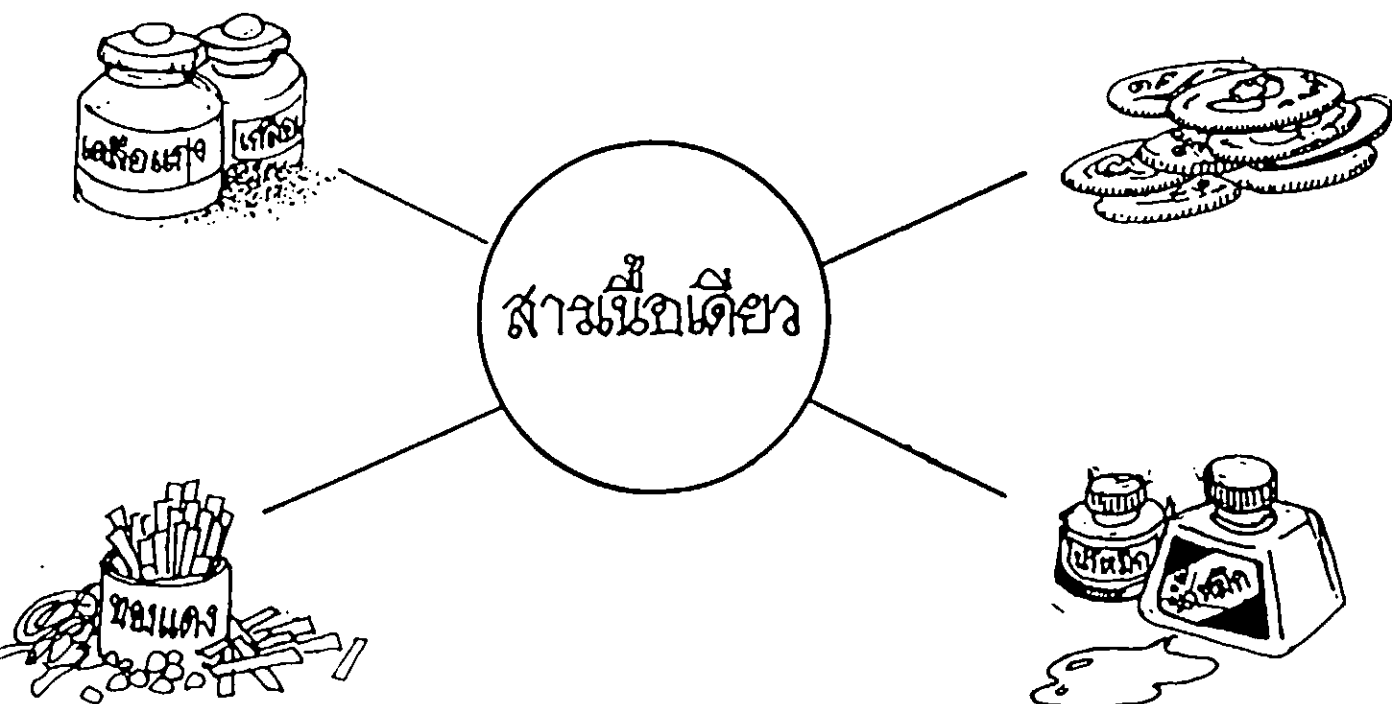
ทำไมง่ายจังครับ... ละ



นักเคมีสนใจลักษณะของเนื้อสาร เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร โดยสามารถเขียนแผนภาพได้ดังนี้



๗ สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ให้มีลักษณะเหมือนกันเป็นเนื้อเดียวกัน เราเรียกสารนั้นว่าเป็น.....ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ.....
.....และ.....



สารที่มีองค์ประกอบเป็นเนื้อเดียวกันเราเรียกว่า สารเนื้อเดียว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สารละลาย และสารบริสุทธิ์
ตัวอย่างของสารเนื้อเดียว เช่น น้ำ น้ำเชื่อม เกือบแกง อากาศ นาก
กำมะถัน เงิน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย ละลาย
จนเป็นเนื้อเดียวกัน

ตัวอย่างของสารละลาย เช่น

นาก (สารละลายที่เป็นของแข็ง) มีทองแดง และทองคำเป็นองค์ประกอบ

น้ำเชื่อม (สารละลายที่เป็นของเหลว) มีน้ำและน้ำตาลทรายเป็นองค์ประกอบ

อากาศ (สารละลายที่เป็นก๊าซ) มีไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน

และไอน้ำเป็นองค์ประกอบ

สารบริสุทธิ์ ยังแบ่งออกเป็น ธาตุ และสารประกอบ

ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว

ตัวอย่างของธาตุ เช่น

ธาตุกำมะถัน มีสัญลักษณ์ S ธาตุออกซิเจนมีสัญลักษณ์ O

สารประกอบ หมายถึง สารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เป็นองค์ประกอบ

ตัวอย่างของสารประกอบ เช่น

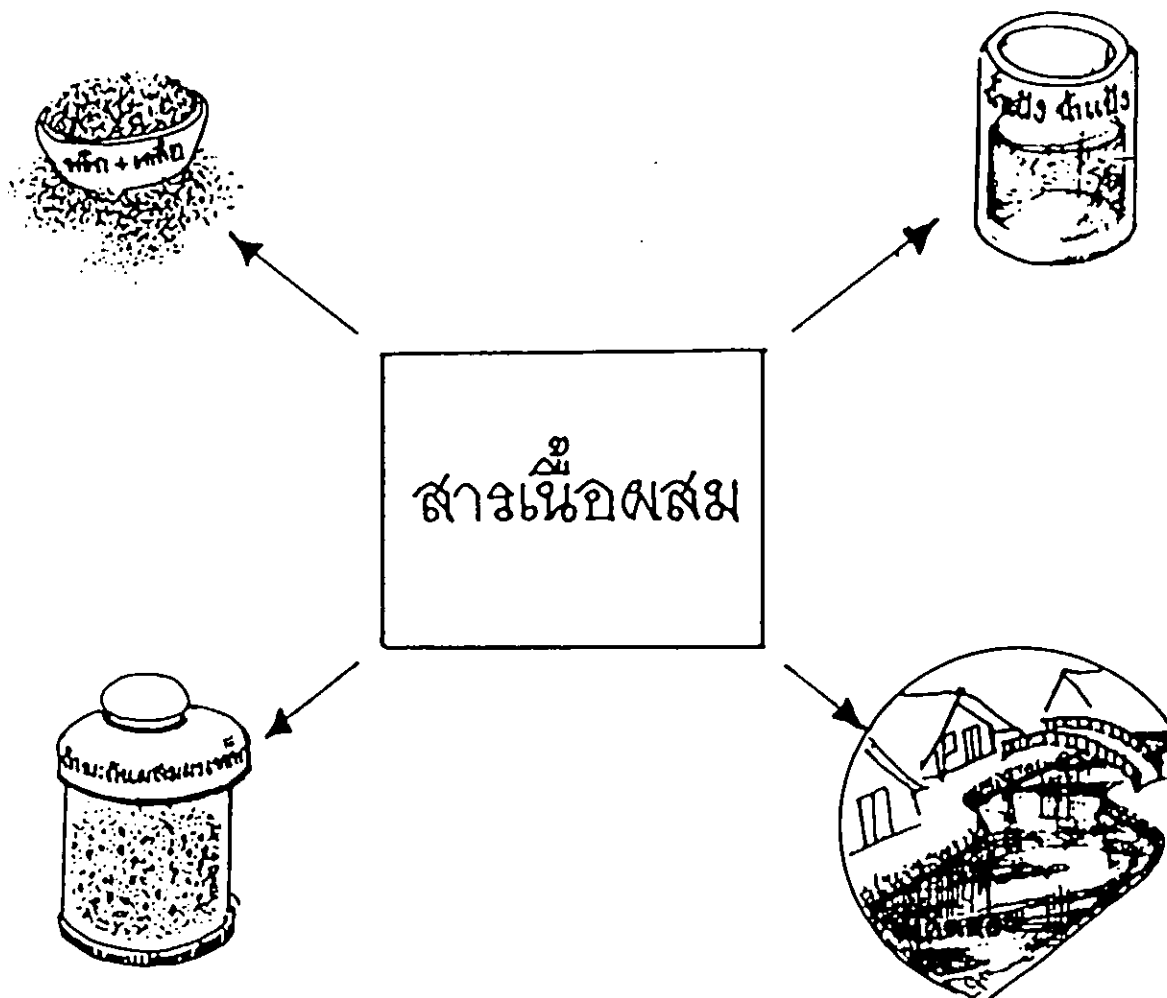
เกลือแกง (NaCl) มีธาตุโซเดียม (Na) และธาตุคลอรีน (Cl)

น้ำ (H₂O) มีธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O)

ธาตุที่มีสัญลักษณ์ (ธาตุ) ธาตุโพแทสเซียม (K) ธาตุฟอสฟอรัส (P) ธาตุเหล็ก (Fe)

ธาตุสังกะสี (Zn)

ห สารพืชมองคล้ายตาเปล่า เห็นมีลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน
 เราเรียกสารนี้ว่า.....



สารที่มองด้วยตาเปล่าให้มีลักษณะสีขาว แยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ
ไม่กลมกลืนกัน เราเรียกสารนั้นว่า สารเนื้อผสม

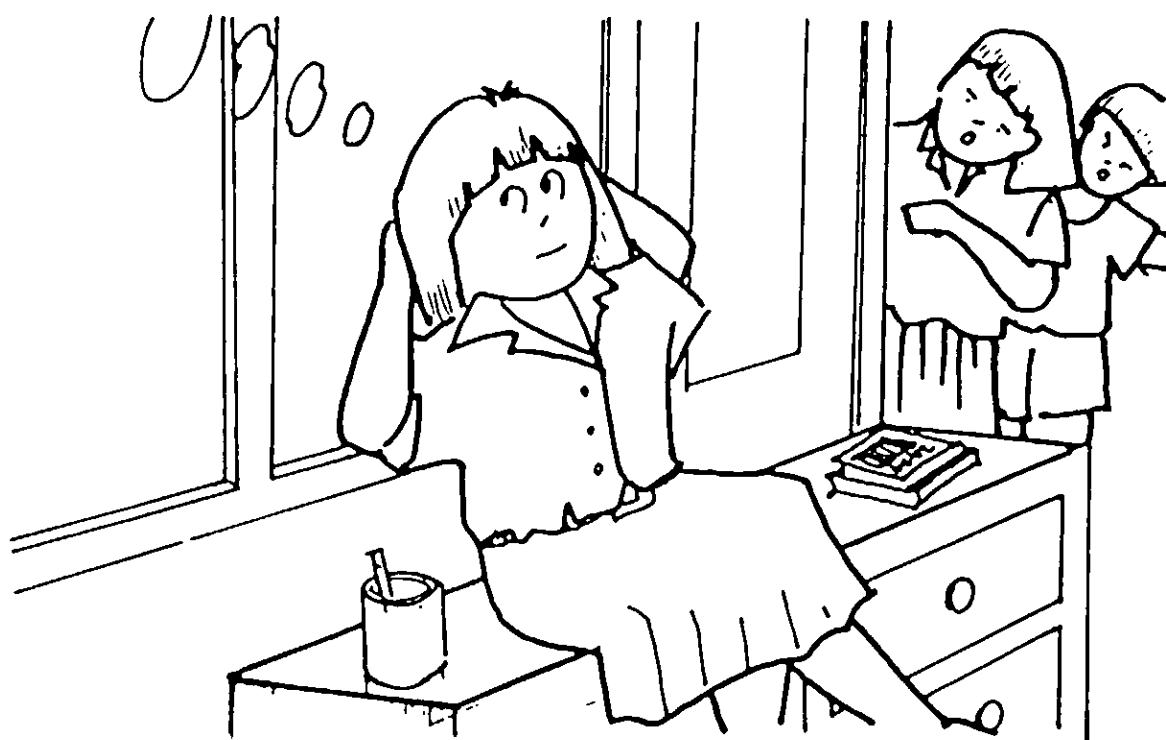
ตัวอย่างของสารเนื้อผสม เช่น หริกัทธเกสอ น้ำคลอง น้ำแกง น้ำแป้ง
ผงกำมะถันผสมผงเหล็ก

สารเนื้อผสม จะมีสารเนื้อผสมอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่าสารเนื้อผสมประเภท
คอลลอยด์

ตัวอย่างของสารเนื้อผสมประเภท^{คอลลอยด์}คอลลอยด์ เช่น ควัน น้ำนม ฯลฯ
(ระวัง มักมีการเข้าใจผิด ึกว่าสารชนิดนี้เป็น สารละลาย)

๘ ให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของสารเนื้อเคี้ยวและสารเนื้อผสม โดยการ
เขียนข้อความลงในตารางข้างล่างนี้

สารเนื้อเคี้ยว	สารเนื้อผสม
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.



เปรียบเทียบความแตกต่างของสารเนื้อเคี้ยวและสารเนื้อผสม

สารเนื้อเคี้ยว	สารเนื้อผสม
1. ลักษณะเนื้อสารกลมกลืนเป็นเนื้อเคี้ยวกัน 2. จะแยกสารออกจากกันโดยวิธีง่าย ๆ ไม่ได้ 3. มีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน 4. การสังเกตด้วยตาบางครั้งไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารเนื้อเคี้ยวหรือไม่	1. ลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน 2. จะแยกสารออกจากกันโดยวิธีง่าย ๆ ได้ 3. มีสมบัติไม่เหมือนกันทุกส่วน 4. การสังเกตด้วยตาสามารถบอกได้ว่าเป็นสารเนื้อผสม

ซ้ำนาย... ซ้ำนาย...

c ให้นักเรียนให้เหตุผลว่าทำไมจึงใช้เกณฑ์เหล่านี้ในการจัดจำพวกสาร

1. ใช้สถานะเป็นเกณฑ์

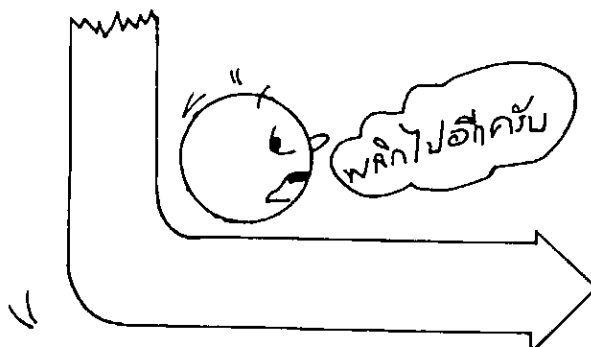
เหตุผล.....
.....

2. ใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์

เหตุผล.....
.....

3. ใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์

เหตุผล.....
.....



เหตุผลในการใช้เกณฑ์เหล่านี้ ในการจัดจำพวกสาร

1. ใช้สถานะเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้เพราะสารต่าง ๆ ในโลกเรานั้นจะมีสถานะอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งอาจจะมีสารบางอย่างที่มีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างของแข็งกับของเหลว เช่น โปรท แต่สารเหล่านี้ก็น้อยมาก

2. ใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้เพราะเมื่อมีผู้คิดค้นเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าขึ้นมา และทดสอบวัดสารต่าง ๆ ในโลกเรา พบว่ามีพวกหนึ่งนำไฟฟ้าได้ และอีกพวกหนึ่งนำไฟฟ้าไม่ได้

3. ใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้เพราะจากการที่เราสังเกตเนื้อสาร ทำให้เราพบว่าสารทั้งหมดจะมีอยู่ 2 ประเภท ประเภทหนึ่งลักษณะเนื้อสารกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนอีกประเภทหนึ่งลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน ซึ่งการจัดจำพวกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์โดยการสังเกตนั้น อาจจะคลุมเครือไม่แน่นอนเสมอไป ดังนั้นถ้าสารใดไม่แน่ใจว่าจะจัดอยู่ในประเภทใด ก็ให้ทำการทดสอบเพื่อคุณสมบัติของสาร ถ้าสารใดมีสมบัติเหมือนกันทุกส่วนสารนั้นจัดว่าเป็นสารเนื้อเดียว แต่ถาสารใดมีสมบัติไม่เหมือนกันทุกส่วนสารนั้นจัดว่าเป็นสารเนื้อผสม

คุณครูครับ ๐ ผมก็เป็นคนมีเหตุผลเหมือนกัน

จากสารต่อไปนี้

สังกะสี (Zn) น้ำโคลน โพแทสเซียม (KMnO_4) น้ำ (H_2O) น้ำหมัก น้ำแป้ง
 น้ำหวาน กากหุงต้ม หิงเจอร์ไฮโดรเจน อากาศ น้ำมันพืช ทองแดง (Cu) เทริอูมาท
 ตะกั่ว (Pb) ฮีเลียม (He) ฟริกกับเกลือ กรดเกลือ (HCl) เพชร (C)
 กรดซัลฟริก (H_2SO_4)

๘ ถ้านักเรียนจะจัดจำพวกสารออกเป็นสารละลายและสารบริสุทธิ์ นักเรียนจะใช้คุณสมบัติ
 อะไรเป็นเกณฑ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตอบคำถามทุกข้อขอให้ให้นักเรียนคำนึงถึงเหตุผลที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามจะ

ถ้าจะจัดจำพวกสารออกเป็นสารละลายและสารบริสุทธิ์ จะต้องใช้ความบริสุทธิ์
ของสารเป็นเกณฑ์ ถ้าสารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมเป็น
สารเนื้อเดียว จะเรียกว่า สารละลาย

อ ! อ ! ทบทวนอีกแล้ว

๘ ถ้านักเรียนจะจัดจำพวกสารออกเป็นธาตุ และสารประกอบ นักเรียนจะใช้คุณสมบัติ
อะไรเป็นเกณฑ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

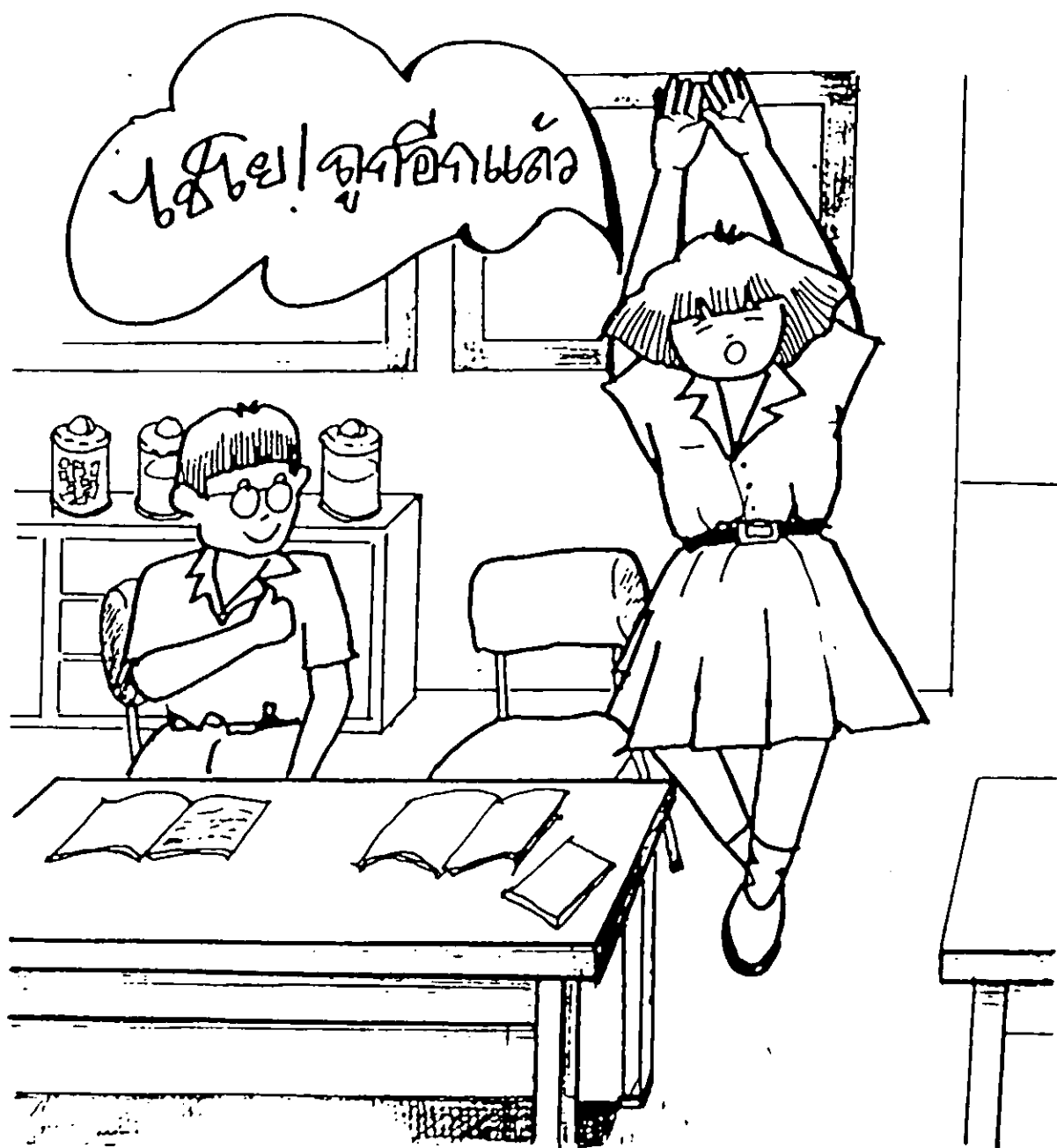
.....

ถ้าจะจัดจำพวกสารออกเป็นธาตุและสารประกอบ จะต้องใช้องค์ประกอบของสาร
เป็นเกณฑ์

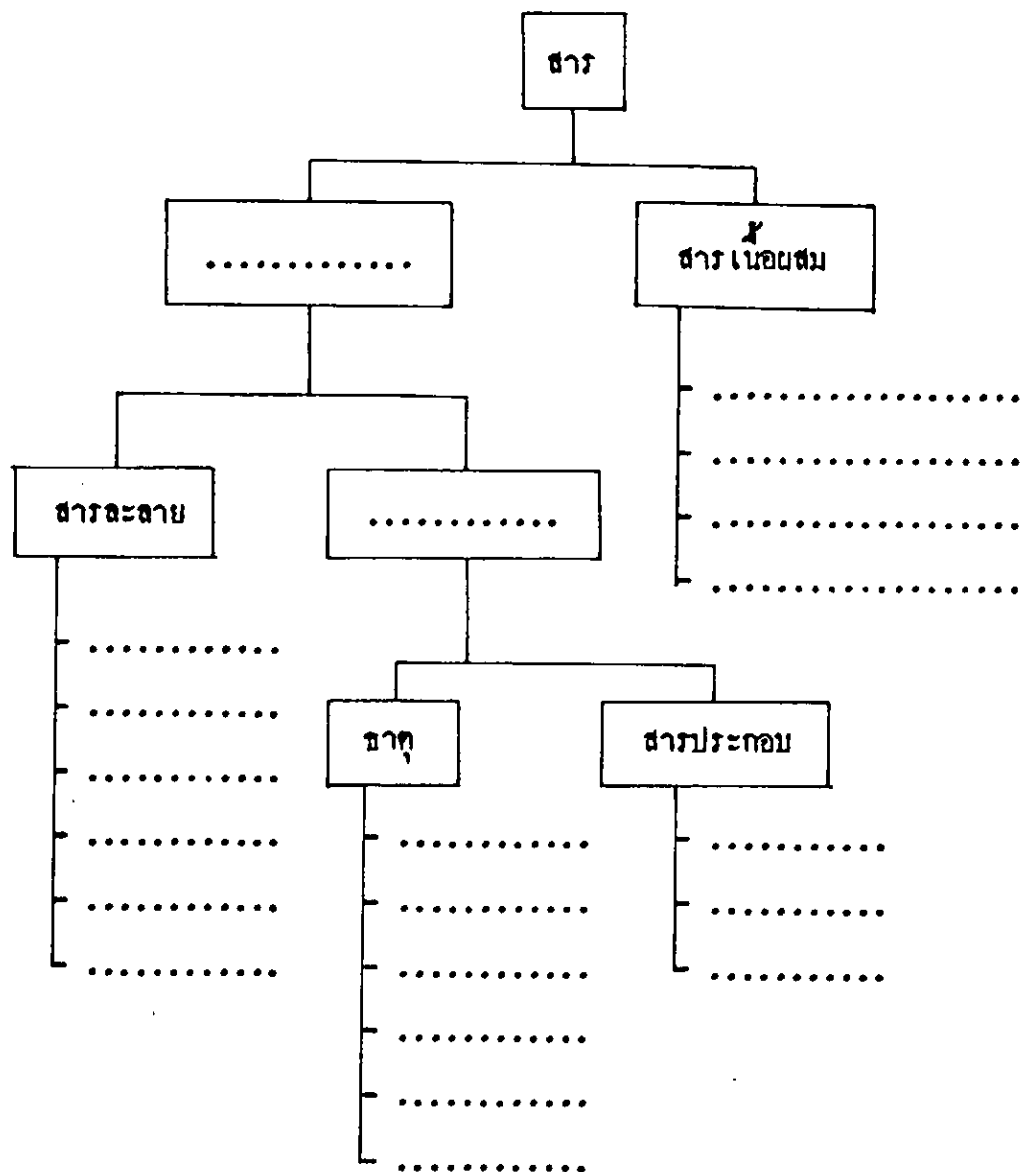
ธาตุจะเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว

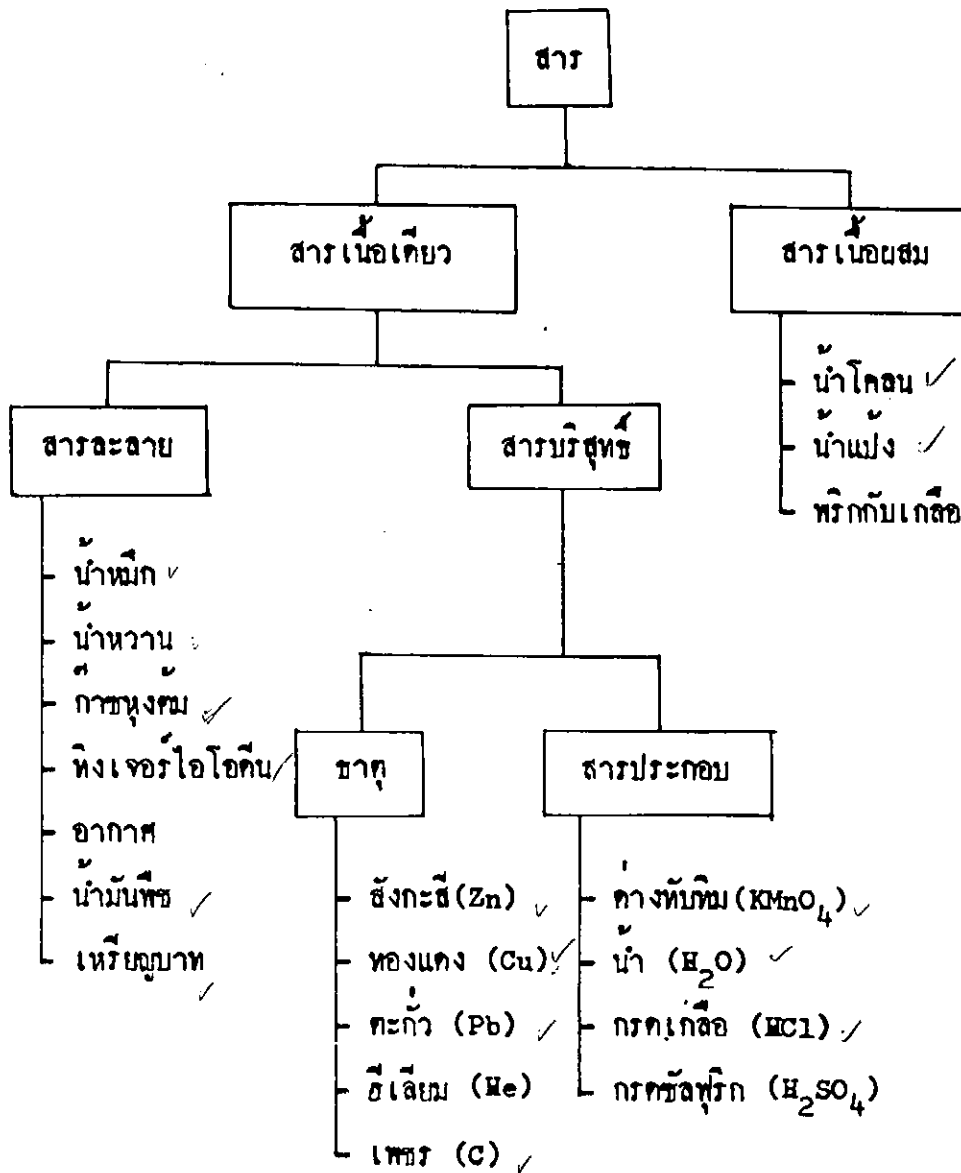
สารประกอบจะเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เป็นองค์ประกอบ

เก่งจริง ๆ... เก่งจริง ๆ... เก่งจริง ๆ...



๘ ให้นักเรียนจัดสารเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ โดยการเพิ่มประเภทของสาร และข้อสารตัวอย่างลงในหว่างของสารแต่ละพวกในแผนภาพให้สมบูรณ์และถูกต้อง





โอโฮ! ทอบถูกหมดเลย

๘ ให้นักเรียนจัดสารเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้สถานะเป็นเกณฑ์ โดยการเพิ่ม
ประเภทของสาร และชื่อสารตัวอย่างลงในที่ว่างข้างล่างนี้

.....

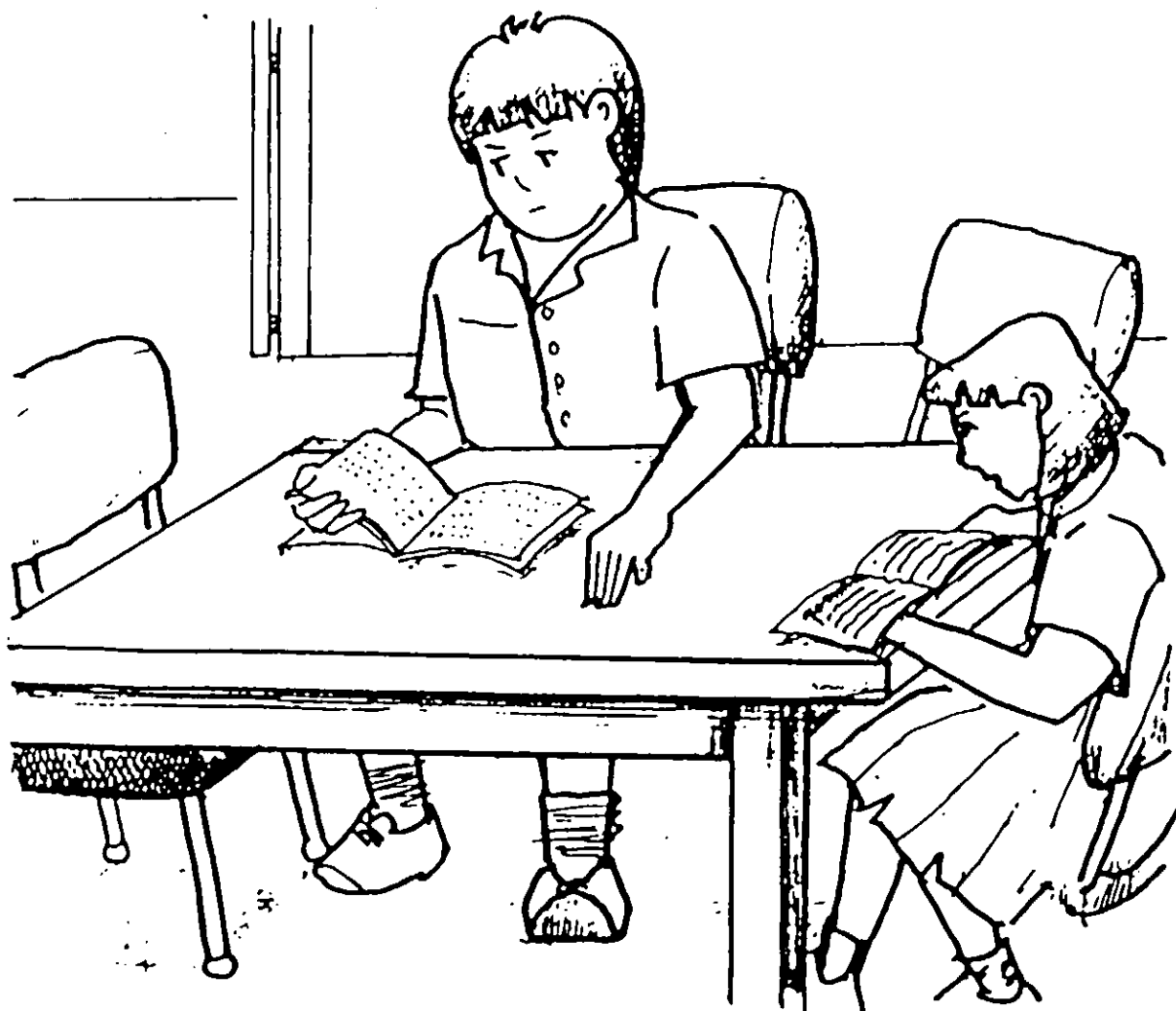
.....

.....

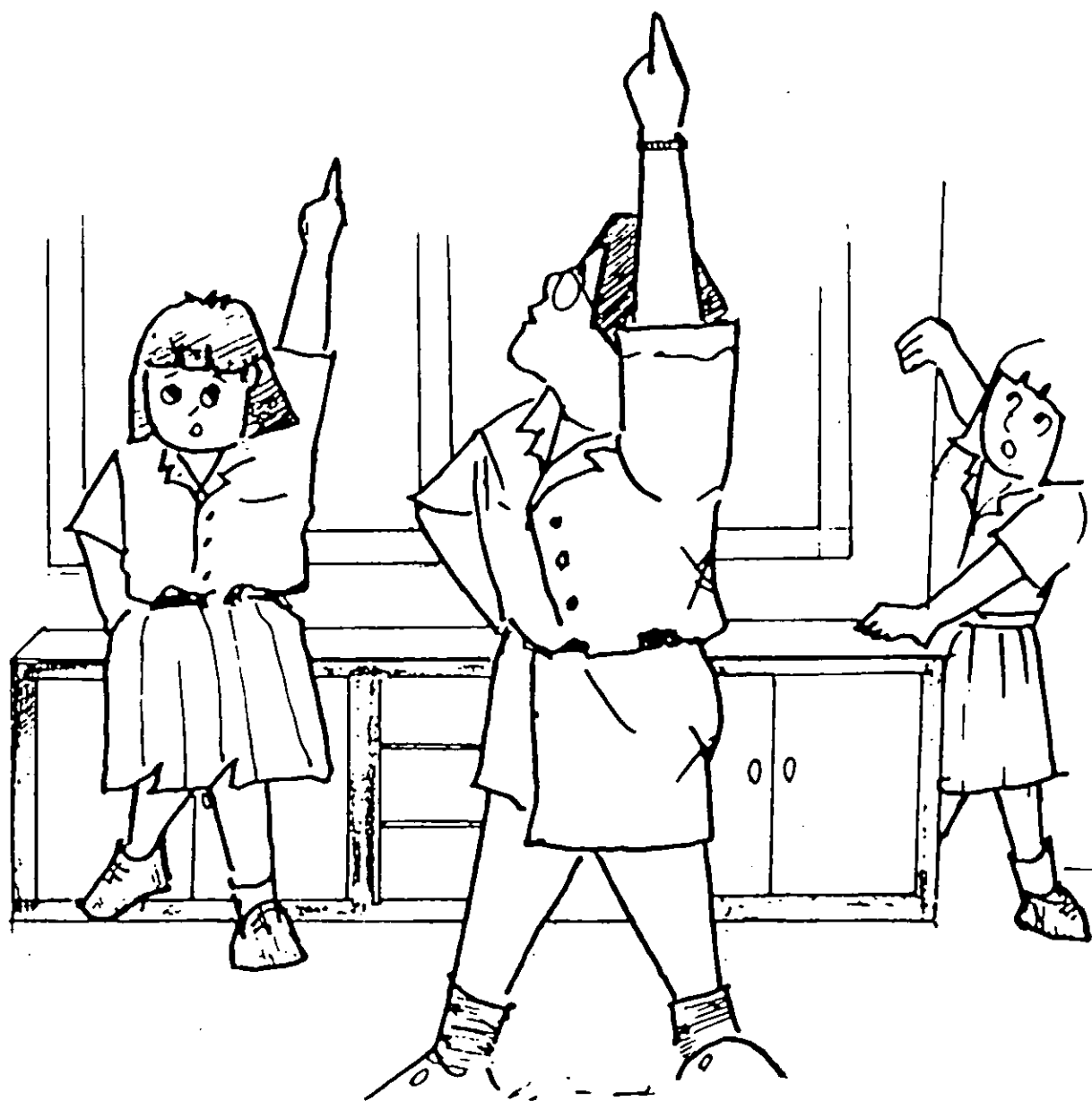
.....

.....

.....



การจำจำพวกสารโดยให้สถานะเป็นเกณฑ์ จัดได้ 3 ประเภท คือ
 ของแข็ง โลหะ สังกะสี (Zn) โพแทสเซียม (KMnO_4) ทองแดง (Cu)
 เบริลลูม ทะกั่ว (Pb) ฟอสฟอรัส เพชร (C)
 ของเหลว โลหะ น้ำ โลหะ น้ำ (H_2O) น้ำแข็ง น้ำแข็ง น้ำหวาน
 หินเจอรโอไฮคีน น้ำมันพืช กรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟริก (H_2SO_4)
 ก๊าซ โลหะ ก๊าซพิษ อากาศ อีเธน



๘ ให้นักเรียนจัดการเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ โดย
การเพิ่มประเภทของสาร และข้อสารตัวอย่างลงในที่ว่างข้างล่างนี้

.....

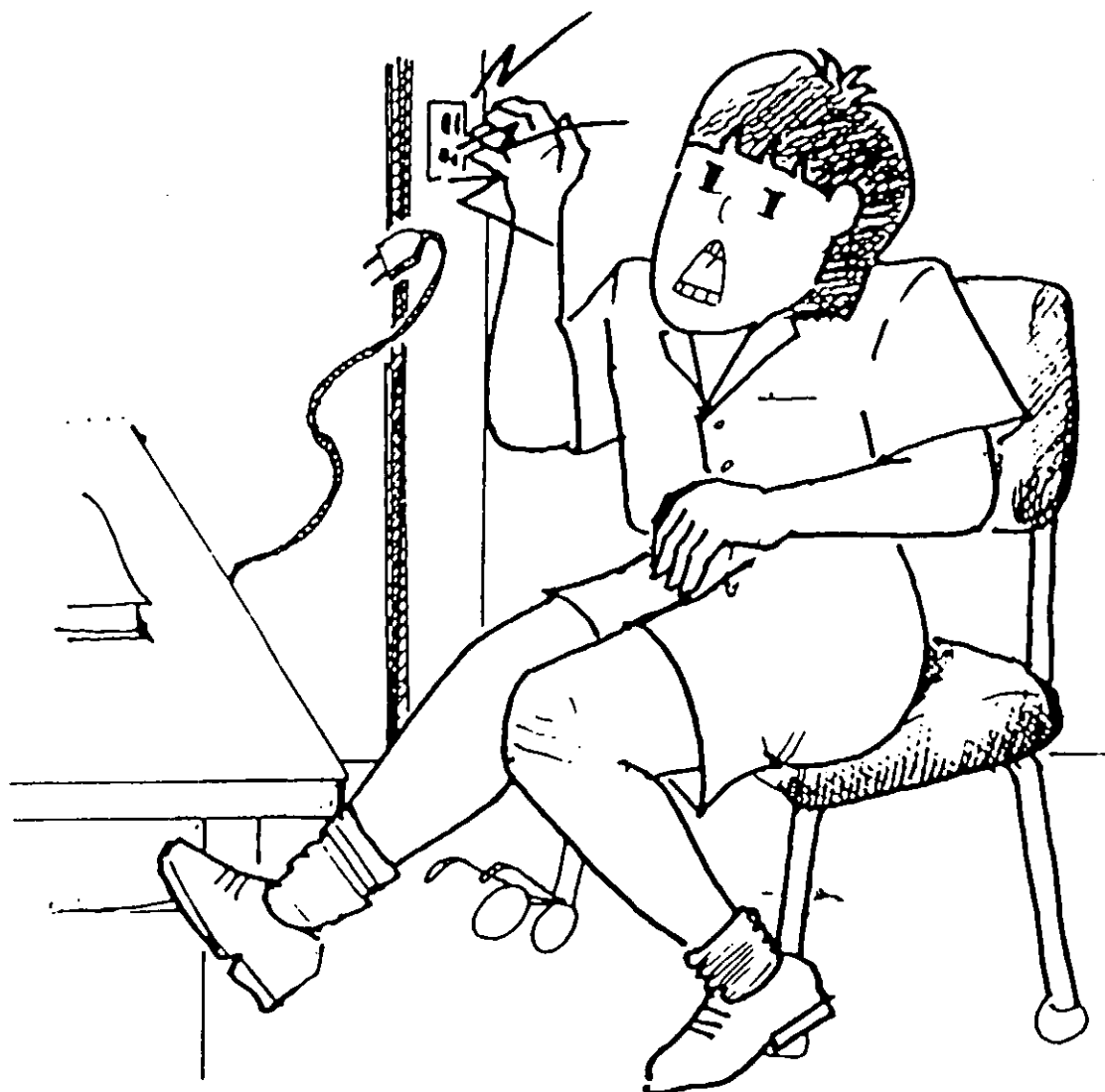
.....

.....

.....

.....

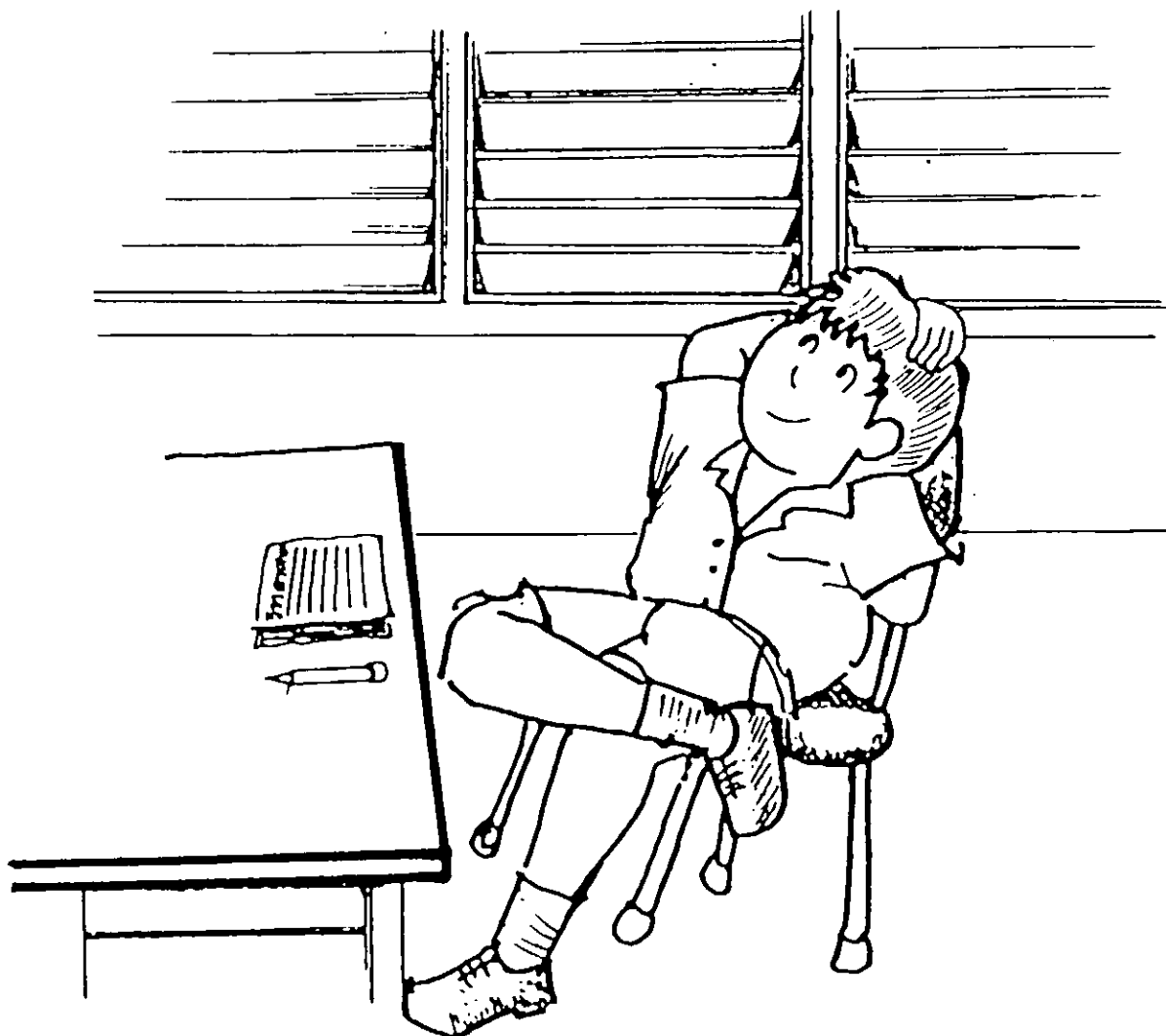
.....



การจัดจำพวกสารโดยใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ จัดได้ 2 ประเภท คือ
พวกที่นำไฟฟ้า ได้แก่ สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) เบริลลูมาท ตะกั่ว (Pb)

กรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)

พวกที่ไม่นำไฟฟ้า ได้แก่ น้ำโคลน ค่างทับทิม ($KMnO_4$) น้ำ (H_2O) น้ำหมัก
 น้ำแป้ง น้ำหวาน กาขงุ่นม หิงเจอร์ไอโอดีน อากาศ น้ำมันพืช ฮีเลียม (He)
 พริกกับเกลือ เพชร (C)



เหนื่อยนักพัก 5 นาที

D การที่เราจัดทำเอกสารจะมีประโยชน์อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

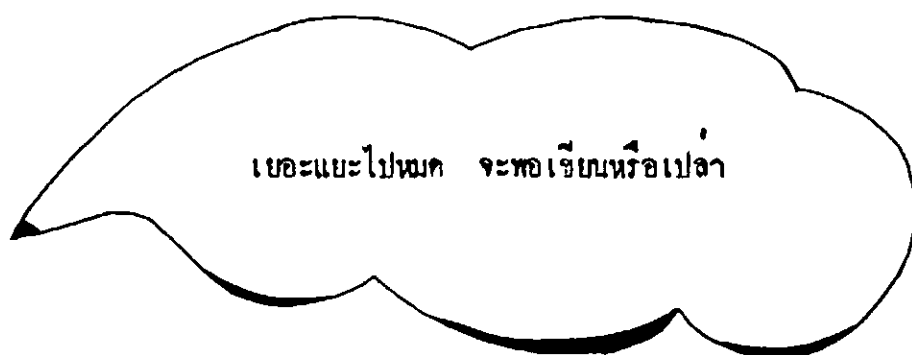
.....

.....

.....

.....

.....



เราขอแนะนำคำตอบที่กว่านะ ๐

- เพื่อสะดวกในการศึกษาสมบัติของสาร
- เพื่อให้เข้าใจสมบัติของสารต่าง ๆ ใกล้เคียง
- เพื่อให้รู้จักวิธีการจัดสิ่งของให้เป็นหมวดหมู่
- นำหลักการจัดจำพวกสารไปใช้จัดสินค้าในร้านขายของหรือห้างสรรพสินค้า
- นำหลักการจัดจำพวกสารไปใช้ในการจัดบ้าน
- นำหลักการจัดจำพวกสารไปใช้ในการวาดรูป

ฯลฯ

๘ ถ้าไม่มีการจัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นกับเราบ้าง

.....

.....

.....

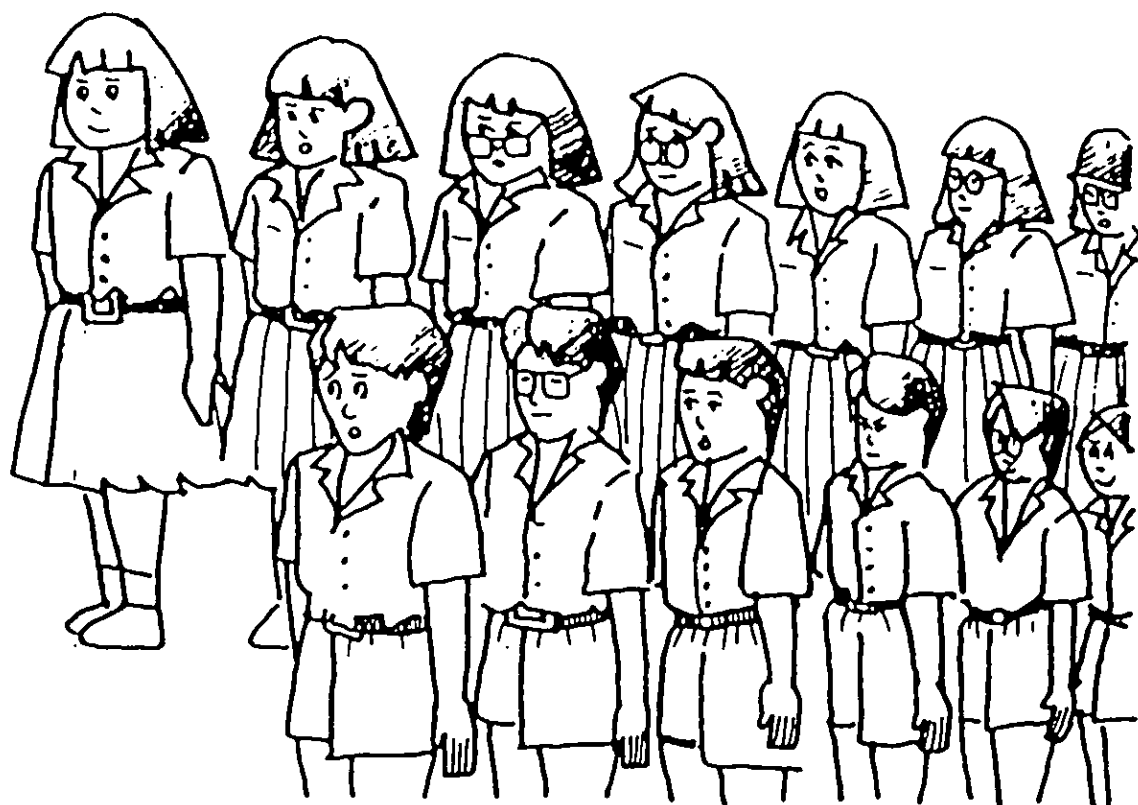
.....

.....

.....

.....

.....



ลองมาดูคำตอบของปริยานุชบ้าง

- คงทงวุ่นวายในการหิมของชาย
- เราคงไม่รู้จึกคำว่า ผู้หญิง และผู้ชาย
- เราคงจะไม่มีตารางธาตุใช้กัน
- เราคงจะไม่รู้จัก สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์
ธาตุ และสารประกอบ
- เราคงจะไม่ไ้เรียนวิชาเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยากัน
- โลกนี้คงมีความวุ่นวายมากขึ้น



๕ นักเรียนคิดว่า เกิดขึ้นในการจัดจำพวกสารแบบใดดีที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



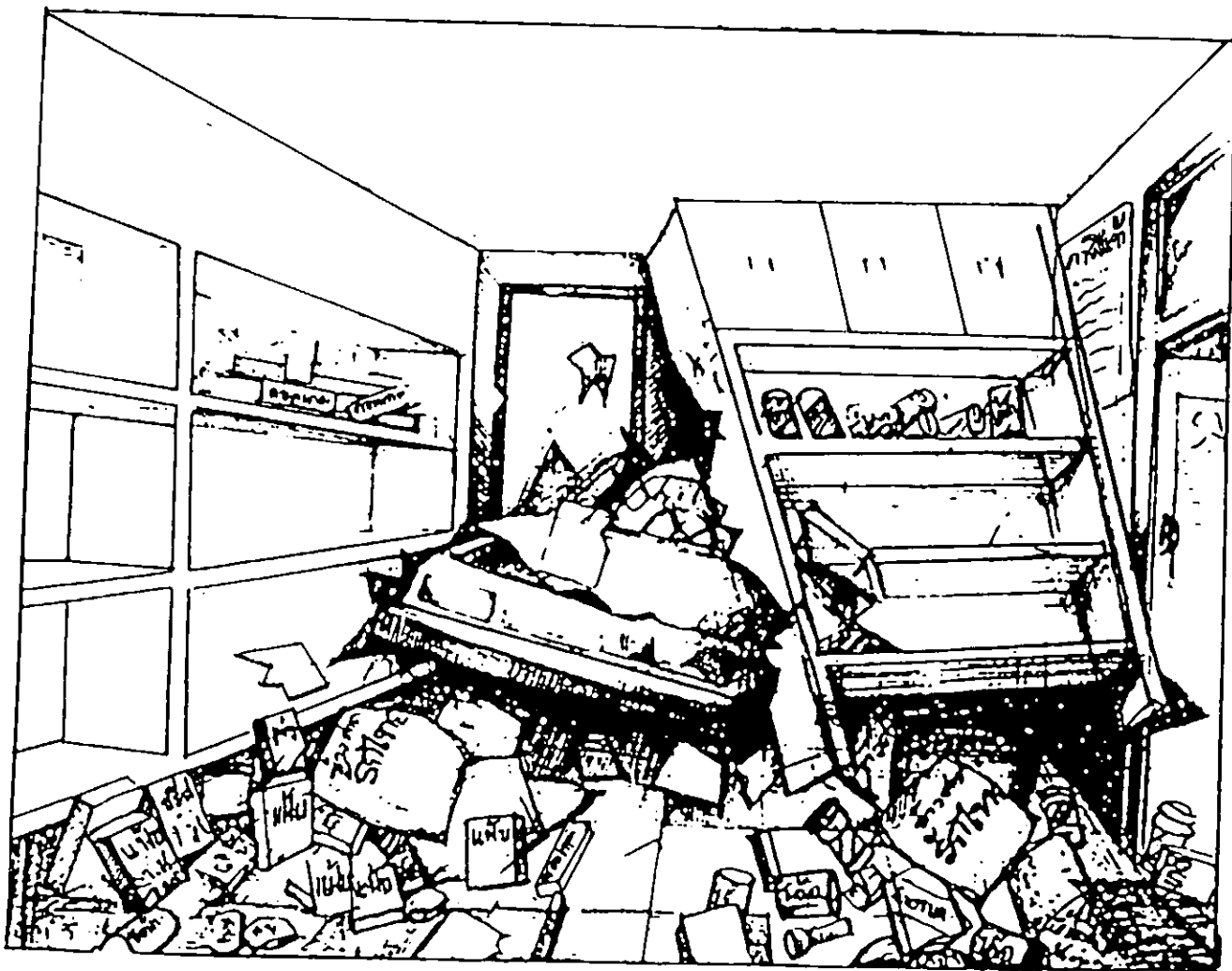
ออกมาคุยกับของ สุนัข บ้าง

การจัดจำพวกสารโดยใช้ลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์เป็นวิธีที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะสามารถ
จัดสารได้เหมาะสมตามความต้องการของนักเคมี



สงสัยผู้ตอบเป็นนักเคมีแน่ ๆ เลย

หาวาความคค



ด จากภาพ ให้นักเรียนคิดว่าก่อนเกิดอุบัติเหตุเจ้าของร้านจักสินค้าอย่างไร (อาจจากภาพประกอบตัวก็ได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ด มีอะไรเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

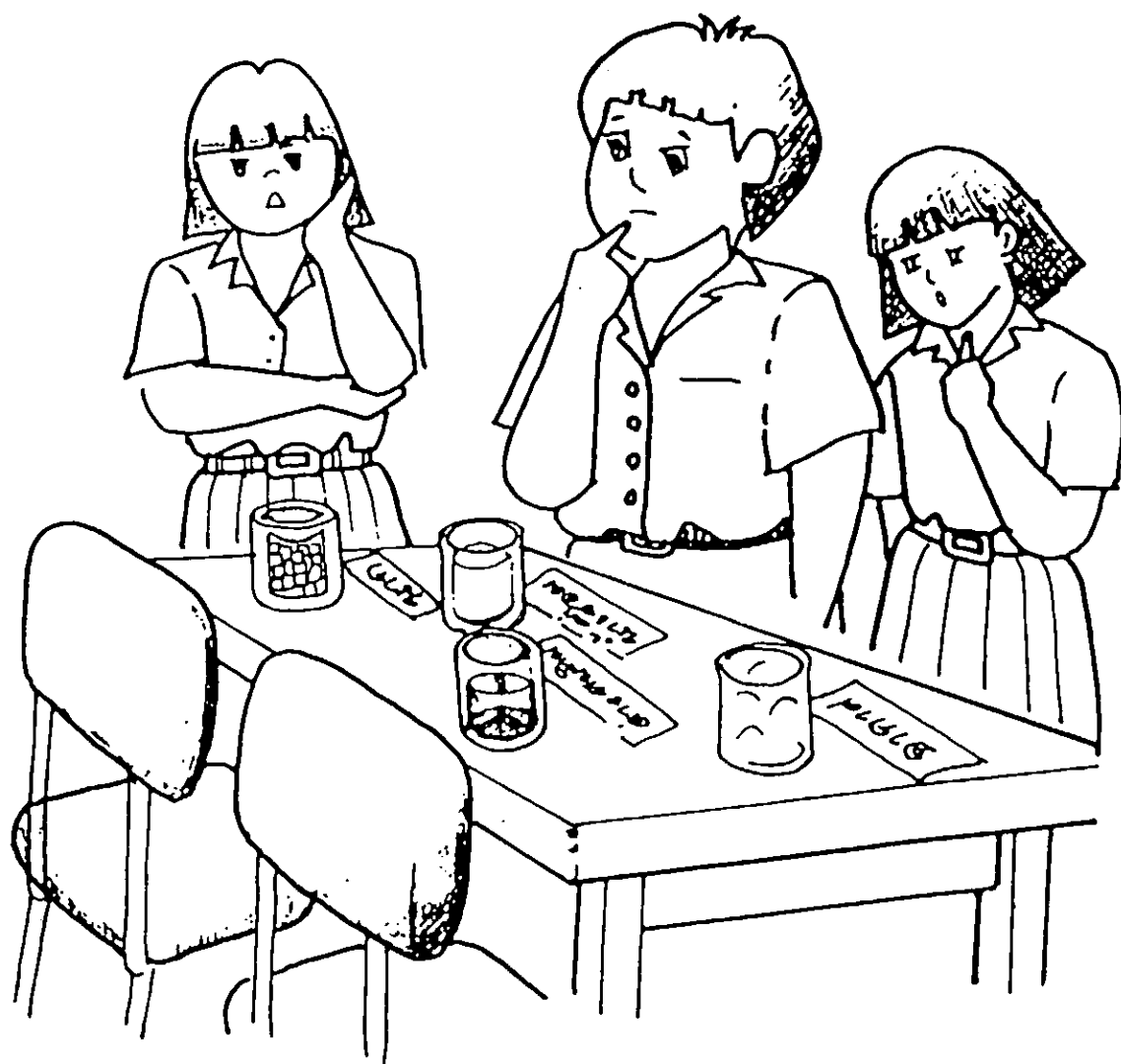
.....

สารละลายกับสารบริสุทธิ์

๘ จากบทเรียนที่ผ่านมา เราทราบแล้วว่า น้ำ น้ำเชื่อม อากาศ และกำมะถัน
เป็นสารเนื้อเดียว นักเรียนคิดว่าสารชนิดใดเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

สารละลาย ไ้แก่.....

สารบริสุทธิ์ ไ้แก่.....



นักเรียนคงตอบได้ว่า นก น้ำเชื่อม และอากาศ เป็นสารเนื้อเหลวที่เป็นสารละลาย ส่วนคางคกนั้นเป็นสารเนื้อเหลวที่เป็นสารบริสุทธิ์

ง่ายจังเลย... นะ...

ห ให้นักเรียนให้ความหมายของสารละลายและสารบริสุทธิ์

สารละลาย หมายถึง.....

.....

.....

.....

สารบริสุทธิ์ หมายถึง.....

.....

.....

.....

สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

สารบริสุทธิ์ หมายถึง สารเนื้อเดียวซึ่งประกอบด้วยสารชนิดเดียวกันทั้งหมด

c ให้นักเรียนบอกทำสารละลายต่อไปนี้ สารใดเป็นตัวถูกละลาย และสารใดเป็นตัวทำละลาย

ตัวทำละลาย

ชนิดที่ 1 น้ำหวาน ตัวถูกละลาย คือ น้ำตาล สี และสารเก็กกลิ่น
ตัวทำละลาย คือ น้ำ

ชนิดที่ 2 น้ำหมึก ตัวถูกละลาย คือ
ตัวทำละลาย คือ

ชนิดที่ 3 นาก ตัวถูกละลาย คือ
ตัวทำละลาย คือ

ชนิดที่ 4 อากาศ ตัวถูกละลาย คือ
ตัวทำละลาย คือ

ชนิดที่ 5 กาซหุงต้ม ตัวถูกละลาย คือ
ตัวทำละลาย คือ

ใจฉว...

ชนิดที่ 1 น้ำหวาน หัวถูกละลาย คือ น้ำตาล ซี และสารเกิดกลิ่น
 หัวทำละลาย คือ น้ำ

ชนิดที่ 2 น้ำหนัก ตัวถูกลบ คือ สี่
 ตัวทำลบ คือ น้า

ชนิดที่ 3 นาก ตัวผู้กละลาบ คือ ทองคำ
 ตัวเมียกละลาบ คือ ทองแดง

ชนิดที่ 4 อากาศ ที่ถูกกลั่นโดย คือ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ และฝุ่นละออง

ตัวทำละลาย คือ ไนโตรเจน

ชนิดที่ 5 ก๊าซหุงต้ม ตัวถูกละลาย คือ บิวเทน และสารมีกลิ่น
ตัวทำละลาย คือ โพรเพน

c ให้นักเรียนสรุปเกณฑ์ในการพิจารณาว่าสารใดจะเป็นตัวทำละลายและสารใดจะเป็นตัวถูกละลาย

1.

.....

.....

2.

.....

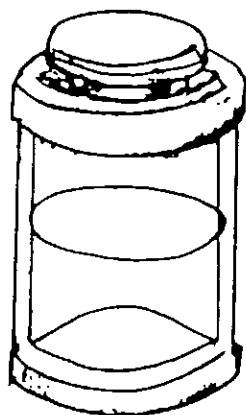
.....

เกณฑ์ในการพิจารณาตัวห้ำละลายและตัวถูกละลายมีดังนี้

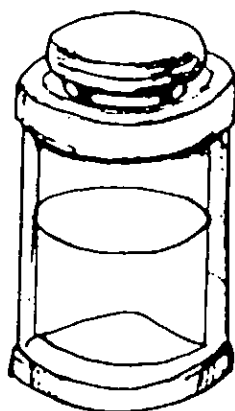
- เมื่อสารที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายมีสถานะเดียวกัน สารใดมีปริมาณมากที่สุด จักว่าสารนั้นเป็นตัวห้ำละลาย เช่น สารละลายกรดอะซิติก จะมีน้ำเป็นตัวห้ำละลาย และกรดอะซิติกเป็นตัวถูกละลาย
- เมื่อสารที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายมีสถานะต่างกัน สารใดมีสถานะเดียวกับสารละลายจักว่าสารนั้นเป็นตัวห้ำละลาย เช่น น้ำเชื่อม จะมีน้ำเป็นตัวห้ำละลายและน้ำตาลเป็นตัวถูกละลาย

ในขณะที่สมชายเข้าไปทำความสะอาดห้องวิทยาศาสตร์ สมชายมองไปที่โต๊ะหลังห้อง จึงเห็นว่ามียวช 2 ใบ ขนาดเท่ากัน ภายในขวดบรรจุของเหลวใสไม่มีสี ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน และขวดทั้งสองปิดฝาสนิท วางอยู่บนโต๊ะ ด้วยความอยากรู้ สมชายจึงเปิดฝายวชทั้งสองออก พอดีกับครูเดินเข้ามาในห้อง สมชายกลัวครูทราบเรื่องที่ตนเองเปิดฝายวช จึงรีบทำความสะอาดห้องต่อ หลังจากนั้นประมาณ 20 นาที ครูจึงเดินออกจากห้องไป สมชายรีบไปที่โต๊ะหลังห้อง เพื่อจะปิดฝายวช แต่เมื่อสมชายมองไปในยวชจึงพบว่าของเหลวที่บรรจุอยู่ในยวชทั้งสองนั้น มีปริมาตรไม่เท่ากัน ดังภาพ

ก่อนเปิดฝา

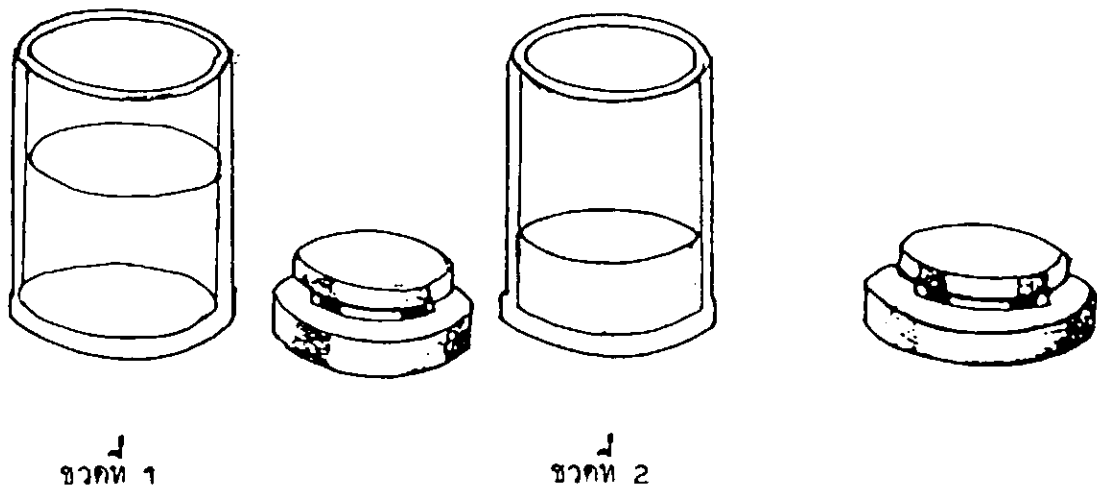


ยวชที่ 1



ยวชที่ 2

หลังเปิดฝาประมาณ 20 นาที



ดังนั้นสมชายจึงเกิดปัญหาคือว่า "ทำไมหลังจากเปิดฝาขวดทิ้งไว้ประมาณ 20 นาทีแล้วของเหลวในขวดทั้งสองจึงเหลืออยู่ไม่เท่ากัน"

ความสามารถในการกำหนดปัญหาจากการสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า ความสามารถในการระบุปัญหา ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติที่ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เมื่อต้องการทราบคำตอบของปัญหาต่าง ๆ จะต้องคาดคะเนคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้
ซึ่งเรียกว่า การตั้งสมมุติฐาน

สมมุติฐานจะต้องมีทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตามเพื่อให้สามารถพิสูจน์ได้ว่า สมมุติฐาน
ที่ตั้งขึ้นนั้นถูกต้องหรือไม่

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นต้นเหตุให้เกิดผลที่เราต้องการทดลอง เป็นสิ่งที่ต้องการจัด
ให้แตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องการติดตามดู เป็นผลที่เกิดจากตัวแปรต้น

การตั้งสมมุติฐานที่ชัดเจนควรอยู่ในรูปประโยค

ถ้า (ตัวแปรต้น) แล้ว (ตัวแปรตาม)

การที่นักเรียนตั้งสมมุติฐานได้แสดงว่านักเรียนเป็นผู้ที่มีเหตุผล

จากปัญหาคือว่า "ทำไมหลังจากเปิดฝาขวดทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วของเหลวในขวดทั้งสองจึงเหลืออยู่ไม่เท่ากัน"

จากปัญหานี้ ถ้าตัวแปรต้นคือ "ของเหลวสองขวด"
ตัวแปรตามคือ "สมมติทางกัน"

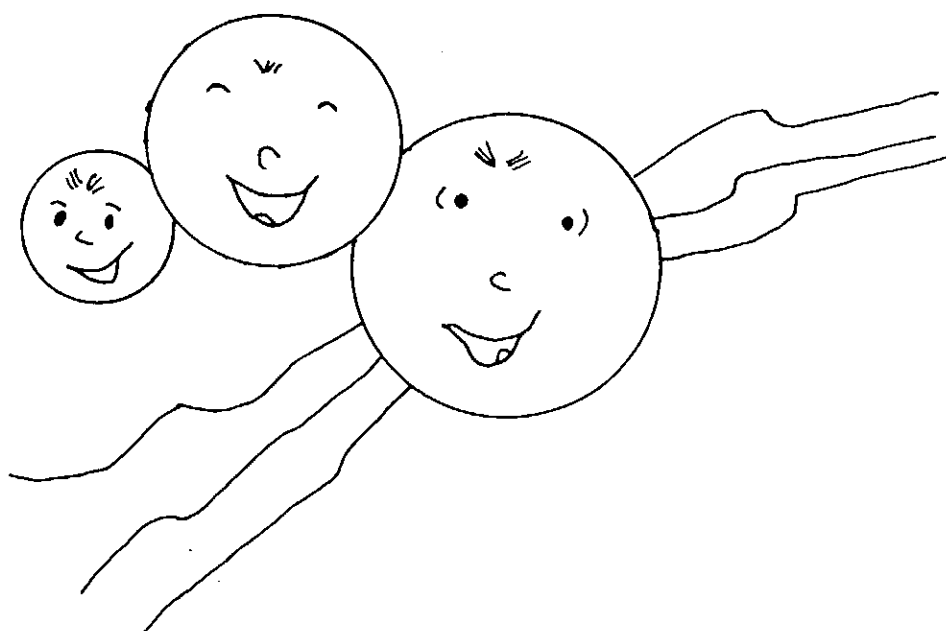
๕. ให้นักเรียนทั้งชั้นทำฐานให้อยู่ในรูปประโยค
ถ้า (ตัวแปรต้น) แล้ว (ตัวแปรตาม)

.....

.....

.....

.....



ใช่แล้ว

สมมุติฐานของปัญหานี้คือ

"ถ้าของเหลวสองชวคเป็นสารคนละชนิดกันแล้วของเหลวทั้งสองชวคจะมีสมบัติ
ต่างกัน"

c จากสมมุติฐานข้างต้นให้นักเรียนลองตอบคำถามต่อไปนี้

เพราะเหตุใด นักเรียนจึงคิดว่าของเหลวทั้งสองชวคนี้เป็นสารคนละชนิดกัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สาเหตุที่ปัญหานี้ทั้งสมมุติฐานว่า "ถ้าของเหลวสองชนิดเป็นสารคนละชนิดกันแล้ว ของเหลวทั้งสองชนิดจะมีสมบัติต่างกัน" ทั้งนี้ก็เพราะสมบัติของสารใด ๆ จะมีลักษณะที่เฉพาะตัวของสารนั้น ๆ

นักเรียนคือบุคคลผู้หนึ่งที่กำลังจะก้าวขึ้นสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์ในอนาคต ดังนั้น นักเรียนคงอยากทราบว่าสมมุติฐานนี้จะถูกหรือไม่ ซึ่งนักเรียนจะสามารถตรวจสอบได้จากการปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้

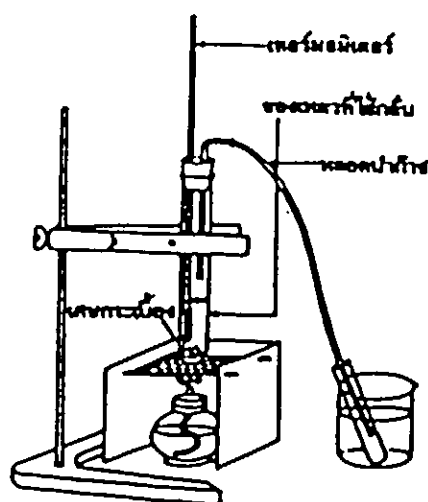
- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเก็บอุปกรณ์การทดลองจากครุฑตามรายการต่อไปนี้

1. ของเหลวชนิดที่ 1	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ของเหลวชนิดที่ 2	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. น้ำ	30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด
5. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
6. เฮอร์ไมนิเตอร์ 0 - 100 องศาเซลเซียส	1 อัน
7. หลอดนำกาชพร้อมสายยางยาว 45 เซนติเมตร	1 ชุด
8. จุกยาง 2 รู สำหรับหลอดทดลองขนาดใหญ่	1 ชุด
9. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1 ใบ
10. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ดวง
11. หักันฉม	1 อัน
12. ขาคังพร้อมที่จับหลอด	1 ชุด
13. เศษกระเบื้องหมูทุบ	4 - 5 ชิ้น

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้ พยายามสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

1. รินของเหลวชนิดที่ 1 ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ใส่เศษกระเบื้องสะอาดที่บด รุ่ยลงไป 2 - 3 ชิ้น เพื่อช่วยให้น้ำเดือดสม่ำเสมอ ปิดปากหลอดด้วยจุกยางที่มีเทอร์โมมิเตอร์ และหลอดนำก๊าซเสียบอยู่ โดยให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงในน้ำ และปลายของหลอด นำก๊าซอยู่ในหลอดทดลองที่แช่อยู่ในน้ำเบเกอร์หม้น้ำบรรจุอยู่ ดังรูป



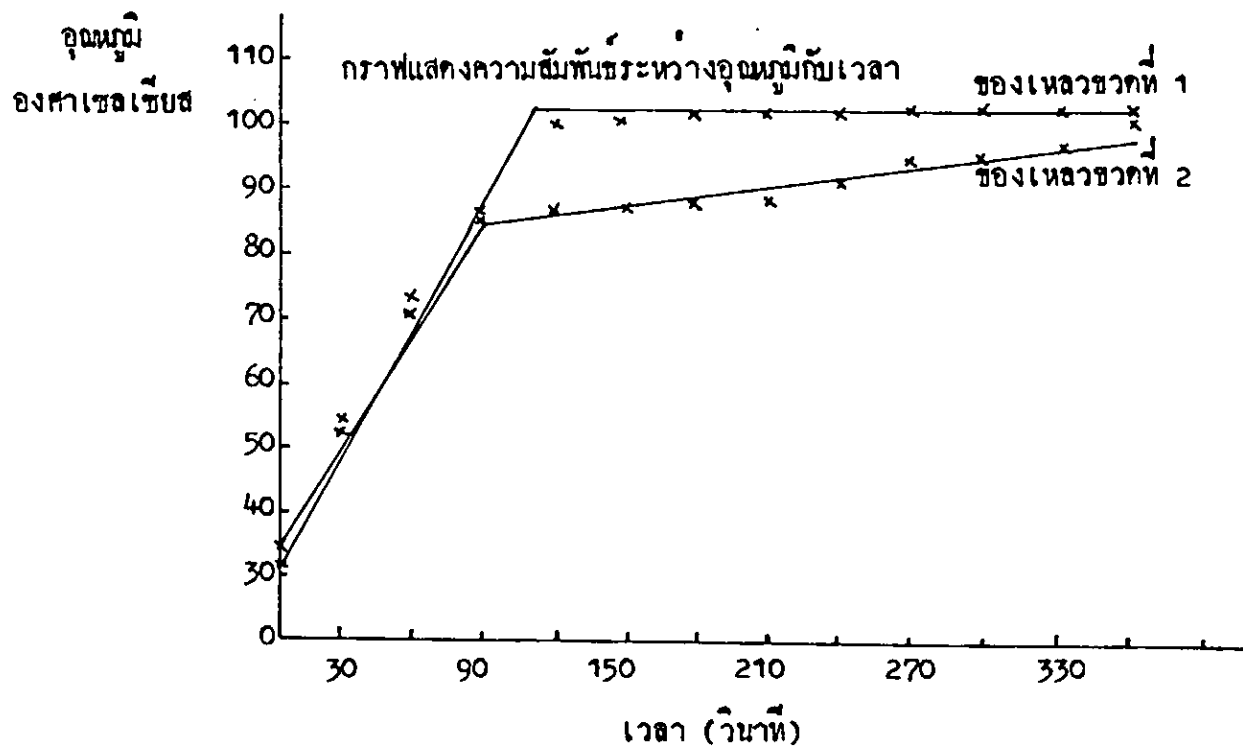
ภาพ แสดงวิธีการทดลอง

ให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา

ถ้าให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้

ตารางบันทึกผลการทดลองระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของของเหลว 2 ชนิด

สาร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ณ วินาที												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
ของเหลวชนิดที่ 1	32	55	74	86	99.0	100	100.5	101.0	101.0	101	101	101	101
ของเหลวชนิดที่ 2	34	52	70	85	85.5	86	87.0	88.5	91.5	93	95	97	100



ผลการทดลองของนักเรียนไม่จำเป็นต้องเหมือนกับของนักเรียนกลุ่มนี้ ให้ดูแต่แนวโน้มของความมากขึ้น และความคงที่ของตัวเลขเท่านั้น

๘ อุณหภูมิและเค็ลลของของเหลวทั้งสองขวดแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

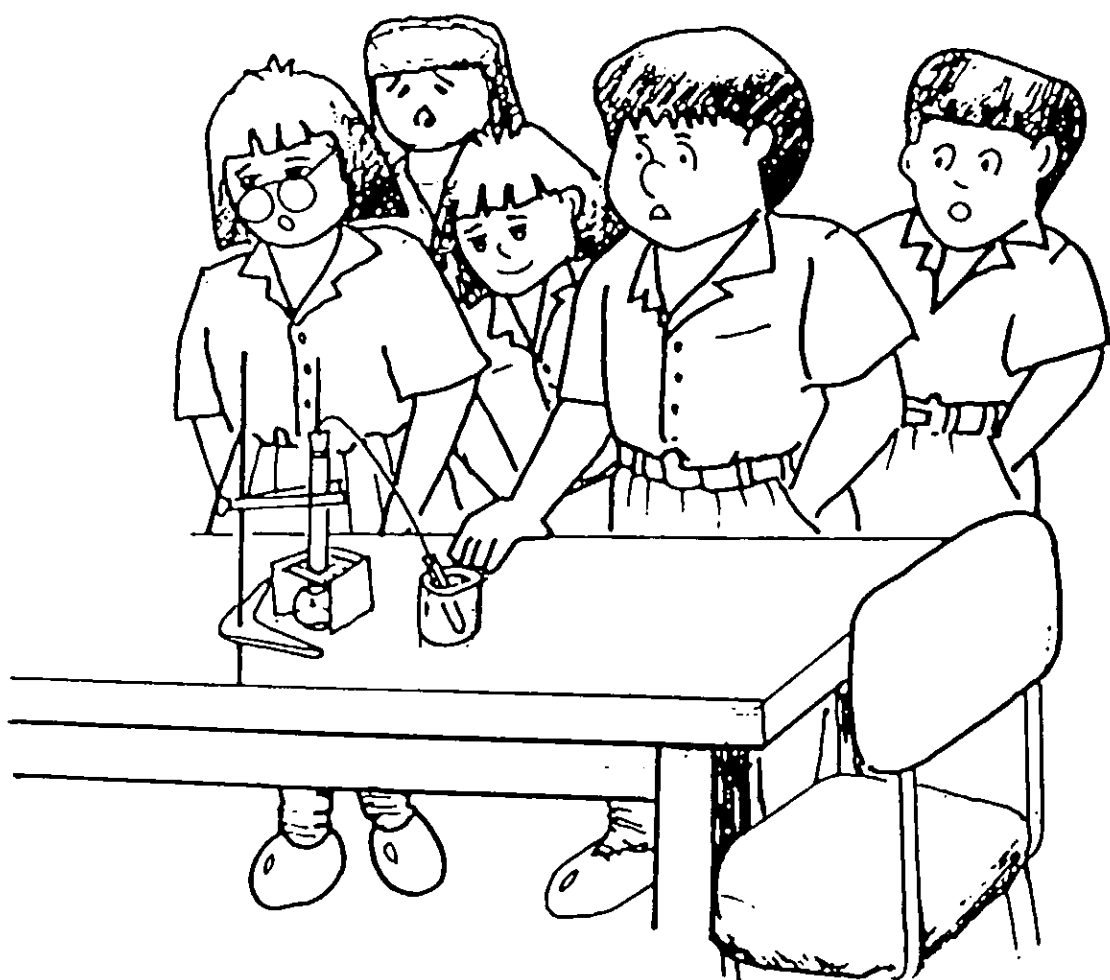
.....

.....

.....

.....

.....



อนุภูมิภาคเคือกของของเหลวในซอกที่ 1 จะคงที่ ส่วนอนุภูมิภาคเคือกของของเหลวในซอกที่ 2 จะไม่คงที่

c. อธิบายและวิเคราะห์ของเหลวในขวดที่ 1 เริ่มตั้งแต่เมื่อวานที่ได้นำไป และ อธิบายองค์ประกอบเซลล์

This image shows a single sheet of white paper with ten evenly spaced horizontal dotted lines, typical of primary school writing paper. The lines are black and extend across the width of the page. There is no handwriting or other markings on the paper.

อุณหภูมิระเหิดของของเหลวในชวคที่ 1 เริ่มคงที่เมื่อวินาที 210
อุณหภูมิ 101 องศาเซลเซียส

c ในวินาที 280 อุณหภูมิระเหิดของของเหลวในชวคที่ 1 มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ในวันอาทิตย์ที่ 280 อุณหภูมิขณะเกิดของของเหลวในซวกที่ 1 มีค่าเท่ากับ 101 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิขณะเกิดของของเหลวในซวกที่ 1 เริ่มคงที่ที่ 101 องศาเซลเซียส ตั้งแต่วันที่ 210



เก่งจังเลย...นะ

c ในวินาทีที่ 315 อุณหภูมิขณะเกิดของของเหลวในขวดที่ 2 มีค่าประมาณเท่าใด เพราะเหตุใด

[illegible]

๘ อุดมธุริชจะเกิดของของเหลวในซอกที่ ๑ มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับสารชนิดหนึ่ง
ที่นักเรียนเคยทดสอบหาจุดเกิดมาแล้ว นักเรียนคิดว่าสารชนิดนั้นคืออะไร เพราะเหตุใด

This image shows a single sheet of white paper with ten evenly spaced horizontal dotted lines. The lines are black and extend across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There is no text or other markings on the paper.

อุณหภูมิขณะเกิดของของเหลวในขวดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 101 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับจุดเกิดของน้ำกลั่นมาก ทั้งนี้เพราะจากการที่เราทราบแล้วว่าจุดเกิดของสารใด ๆ เป็นสมบัติหรือลักษณะเฉพาะตัวของสารนั้น ๆ ดังนั้นของเหลวในขวดที่ 1 ก็คือน้ำกลั่นนั่นเอง

๘ เมื่อนักเรียนทราบว่าของเหลวในขวดที่ 1 คือน้ำกลั่น นักเรียนคิดว่าของเหลวในขวดที่ 2 น่าจะเป็นเอทานอลผสมน้ำกลั่นใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อย่าลืม! ว่าคำตอบของนักเรียนจะถูกทวงหรือไม่ ขึ้นอยู่กับเหตุผลของนักเรียน

ใจ

ของเหลวในขวดที่ 2 น่าจะเป็นเอธานอลผสมน้ำกลั่น ทั้งนี้เพราะ
เอธานอลมีจุดเดือดประมาณ 78 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำกลั่นมีจุดประมาณ
100 องศาเซลเซียสจะเห็นว่าอุณหภูมิขณะเดือดของของเหลวในขวดที่ 2
ใกล้เคียงกับอุณหภูมิขณะเดือดของเอธานอลและน้ำกลั่น และมีอุณหภูมิขณะเดือด
ไม่คงที่ ของเหลวในขวดที่ 2 จึงน่าจะเป็นเอธานอลผสมน้ำกลั่น หรือสารละลาย
เอธานอลในน้ำนั่นเอง

c นักเรียนทราบแล้วว่าของเหลวในขวดที่ 1 คือน้ำ และของเหลวในขวดที่ 2 คือ
สารละลายเอธานอลในน้ำ ให้นักเรียนเติมค่าลงในช่องว่างต่อไปนี้

น้ำ เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....

ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือด.....

สารละลายเอธานอลในน้ำ เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....

ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือด.....

นักเร่ร่อนคงจะตอบได้ว่า

น้ำเป็นสารเนื้อเยื่อที่เป็นสารบริสุทธิ์ ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่ ส่วนสารละลายเอทานอลในน้ำเป็นสารเนื้อเยื่อที่เป็นสารละลาย ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่

c การทดลองนี้นักเรียนจะสรุปผลได้อย่างไร

This image shows a single sheet of white paper with ten evenly spaced horizontal dotted lines. The lines are black and extend across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There is no text or other markings on the paper.

จะสรุปผลการทดลองไว้ว่า

ของเหลวในซอกทั้งสองเป็นสารต่างชนิดกัน ของเหลวในซอกที่ 1 คือ สารบริสุทธิ์ ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่ และของเหลวในซอกที่ 2 คือสารละลาย ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่

c ให้นักเรียนให้เหตุผลว่าทำไมสารละลายเอทานอลในน้ำจึงมีอุณหภูมิขณะเดือด
ไม่คงที่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

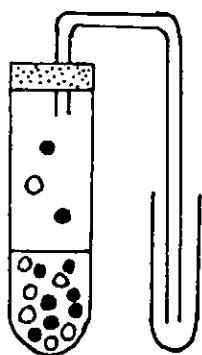
.....

.....

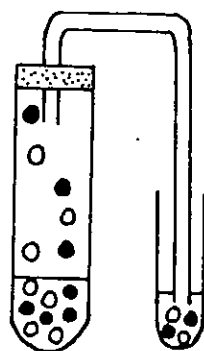
.....

.....

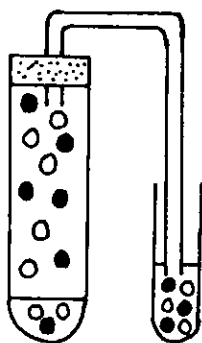
สารละลายเอทานอลในน้ำมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ ทั้งนี้เพราะขณะที่สารละลายเอทานอลในน้ำเดือด เอทานอลจะกลายเป็นไอไค้เร็วกว่าน้ำ (เอทานอลมีจุดเดือดประมาณ 78 องศาเซลเซียส น้ำมีจุดเดือดประมาณ 100 องศาเซลเซียส) ทำให้อัตราส่วนของเอทานอลกับน้ำ (ในสารละลายเอทานอลในน้ำ) เปลี่ยนแปลงไป (ดูภาพประกอบ)



ก. ก่อนให้ความร้อน



ข. เริ่มกลั่นตัว



ค. เมื่อกลั่นตัวไ้ระยะหนึ่ง

- แทนเอทานอล
- แทนน้ำ

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของเอทานอลกับน้ำ

ยิ่งเดือดนาน ๆ อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของเอทานอลกับน้ำ (ในสารละลายเอทานอลในน้ำ) จะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ค่ายเหตุนี้อุณหภูมิขณะเดือดของสารละลายจึงไม่คงที่

c การใช้วิธีระเหยให้แห้ง เพื่อตรวจสอบว่าของเหลวที่สงสัยเป็นสารละลายหรือ
สารบริสุทธิ์มีข้อจำกัดอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตรวจสอบว่าของเหลวที่สงสัยเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ โดยการให้วิธีระเหยให้แห้งนั้น ในกรณีที่น่าจะของเหลวใสไม่มีสีมาระเหยจนแห้ง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่ เราจะสรุปได้ทันทีว่าของเหลวที่สงสัยนั้นเป็นสารละลาย ซึ่งข้อจำกัดของวิธีการระเหยให้แห้งก็คือถ้าของเหลวนั้นระเหยหมด โดยไม่มีอะไรเหลืออยู่เลยเราจะไม่สามารถสรุปได้ว่าของเหลวนั้นคือสารบริสุทธิ์ ทั้งนี้เพราะว่าของเหลวที่สงสัยนั้นอาจเป็นสารละลายที่เกิดจากตัวถูกละลาย และตัวทำละลายที่มีสถานะเป็นของเหลวทั้งคู่ ดังนั้นเมื่อนำมาระเหยให้แห้ง สารละลายนั้นจึงไม่มีอะไรเหลืออยู่เลย

D ถ้าเราทดลองหาอุณหภูมิระเหิดของน้ำแข็ง นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็น
อย่างไร เพราะเหตุใด

[illegible]

คำตอบของคำถามข้อนี้ คงจะมีผู้คาดคะเนผลการทดลองที่แตกต่างกันไป

คำตอบของนักเรียนก็คือ สมมุติฐาน นั่นเอง

คำตอบของนักเรียนจะถูกหรือผิดนั้น นักเรียนคงจะต้องตรวจสอบสมมุติฐานด้วย

การทดลอง

ถ้านักเรียนสนใจคำตอบนี้ ลองหาเวลาว่างมาทำการทดลองดูนะคะ...



เรียนเคมีสนุกก็คราวนี้เอง....
สงสัยจะไ้เคเอ... แ่น ๆ เสบ

คำถามทบทวน

1. ถ้าต้องการจัด "สังกะสี ทองแดง กรกเกลือ" ให้อยู่ในพวกเดียวกัน ควรใช้สมบัติข้อใดเป็นเกณฑ์
 - ก. สี
 - ข. สถานะ
 - ค. การละลาย
 - ง. การนำไฟฟ้า
 - จ. ความหนาแน่น
2. ข้อความใดถูกต้องที่สุด
 - ก. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารละลาย
 - ค. สารเนื้อเดียวต้องมีสถานะเป็นของเหลวเท่านั้น
 - ง. สารเนื้อเดียวประกอบด้วยสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - จ. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่สามารถแยกได้
3. ข้อใดเป็นความหมายของสารเนื้อผสม
 - ก. สารเนื้อผสมเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อผสมเป็นสารละลาย
 - ค. สารเนื้อผสมมีสมบัติเหมือนกันโดยตลอดทุกส่วน
 - ง. สารเนื้อผสมเป็นได้ทั้งสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - จ. สารเนื้อผสมมีสถานะเป็นของแข็ง สามารถมองเห็นความแตกต่างของเนื้อสาร

4. สารในข้อใดต่อไปนี้จัดว่าเป็นสารเนื้อผสม

- ก. ทองคำ
- ข. คอนกรีต
- ค. อากาศ
- ง. น้ำเกลือ
- จ. ทองเหลือง

5. สารในข้อใดจัดเป็นสารเนื้อเดียว

- ก. น้ำเชื่อม
- ข. น้ำโคลน
- ค. น้ำแข็ง
- ง. น้ำสบู่
- จ. น้ำนม

6. สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นสารละลาย

- ก. ควีน
- ข. นาก
- ค. เงิน
- ง. น้ำกลั่น
- จ. ทองแดง

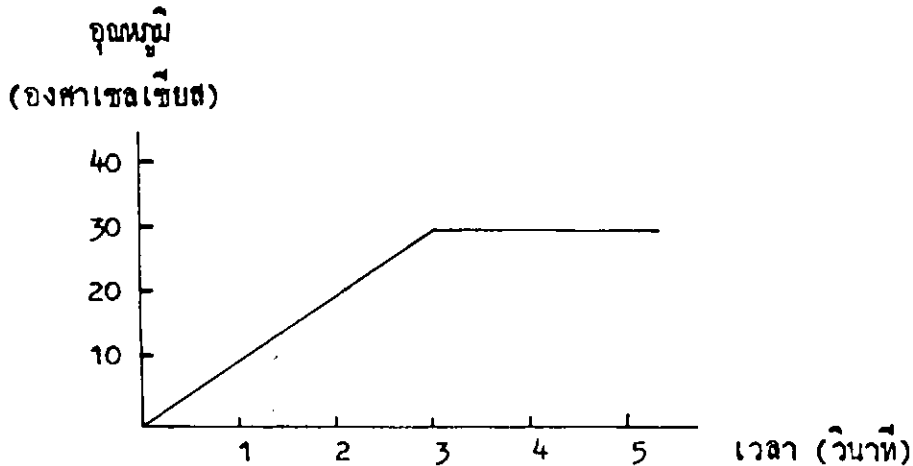
7. สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นธาตุ

- ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. แก๊สแอมโมเนีย
- ค. ค่างทับทิม
- ง. อากาศ
- จ. กำมะถัน

8. สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นสารประกอบ
- น้ำ
 - ปรอท
 - ออกซิเจน
 - กำมะถัน
 - ฮีเลียม
9. สารต่อไปนี้ อาจจัดอยู่ในจำพวกเดียวกัน ยกเว้น สารในข้อใด
- สุรา
 - น้ำเกลือ
 - น้ำอัดลม
 - น้ำส้มสายชู
 - น้ำกลั่น
10. สารในข้อใดต่อไปนี้ มีคุณสมบัติ เคี้ยวคั่ง
- น้ำทะเล
 - น้ำหวาน
 - เอทานอล
 - หิงเจอร์ไอโอดีน
 - น้ำยาล้างแผล
11. อากาศ มีสารใดเป็นตัวอย่าง
- ไอน้ำ
 - ก๊าซออกซิเจน
 - ก๊าซไนโตรเจน
 - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

12. น้ำเชื่อม เป็นสารละลายที่มีสารใดเป็นตัวถูกละลาย
- น้ำตาล
 - น้ำเชื่อม
 - น้ำ
 - อากาศ
 - น้ำและน้ำตาล
13. น้ำสาร M 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม มาหาจุดเดือด ปรากฏว่าได้จุดเดือด 120 องศาเซลเซียส ทุกครั้ง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- สาร M เป็นธาตุ
 - สาร M เป็นสารประกอบ
 - สาร M เป็นสารละลาย
 - สาร M เป็นสารบริสุทธิ์
 - สาร M เป็นของผสม
14. การทดลองนำสาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 80 กรัม 90 กรัม และ 100 กรัม ที่ละหลอก แล้ววัดอุณหภูมิขณะเดือด การทดลองนี้เพื่อทดสอบสมมุติฐานข้อใด
- ชนิดของสารมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ปริมาณของน้ำ มีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ความบริสุทธิ์ของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ปริมาณความร้อน มีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ขนาดของหลอกทดลอง มีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร

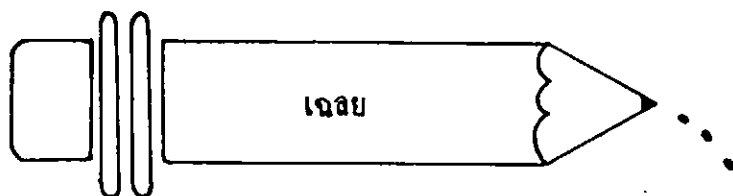
15. จากการทดลองหาจุดเดือดของสาร B แล้วนำผลการทดลองมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาได้ดังนี้



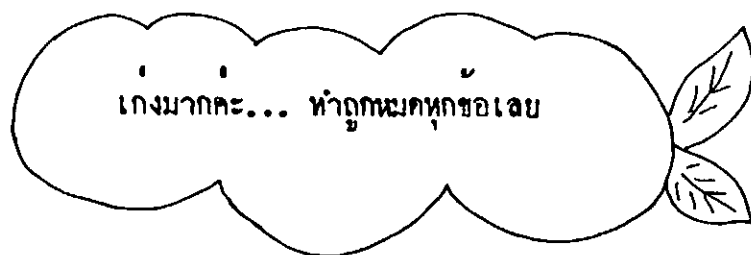
ในวินาทีที่ 10 อุณหภูมิของของเหลว B จะเป็นเท่าใด

- ก. 10 องศาเซลเซียส
- ข. 20 องศาเซลเซียส
- ค. 30 องศาเซลเซียส
- ง. 40 องศาเซลเซียส
- จ. 100 องศาเซลเซียส

ผมทำเสร็จแล้วครับ... เอ จะถูกไหมเนี่ย



1. ง
2. ง
3. จ
4. ข
5. ก
6. ข
7. จ
8. ก
9. จ
10. ค
11. ค
12. ก
13. ง
14. ข
15. ค



แผนการสอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 1
เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอเนกนัย จำนวน 14 คาบ

ความคิดรวบยอด

1. สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุ และสารประกอบ
เป็นการจำจำพวกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์
2. สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน
3. การแยกสาร เป็นการแยกสารต่าง ๆ ที่ปนกันอยู่ออกจากกัน
4. การแยกสารมีหลายวิธี การที่เราจะใช้วิธีใดในการแยกสารจะต้องขึ้นอยู่กับ

ความเหมาะสมของชนิดของสาร

5. สารบริสุทธิ์จักแบ่งออกเป็นธาตุและสารประกอบ
6. เพื่อให้เป็นที่เข้าใจกันเป็นสากล จะใช้สัญลักษณ์ของธาตุแทนชื่อธาตุ
7. สารทุกชนิดมีสมบัติเฉพาะตัว แต่ถ้าวเรากระทำอย่างใดอย่างหนึ่งกับสารแล้วทำให้
สารมีสมบัติผิดไปจากเดิม สารนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น
8. การเปลี่ยนแปลงของสารจะมี 3 กรณี ได้แก่การเปลี่ยนสถานะ การละลายเป็น
สารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรณีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง
9. พลังงานมีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวันมาก

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้แล้ว จะมีความสามารถดังนี้

1. จำจำพวกสารที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่ และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจำได้
2. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์
ธาตุ และสารประกอบได้อย่างถูกต้อง

3. จำแนกประเภทของสารโคปิไซ์เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้
4. บอกได้ว่าสารเนื้อเกี่ยวพันใดเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์
5. บอกส่วนประกอบของสารละลาย และระบุได้ว่าส่วนประกอบใดเป็นตัวทำละลาย หรือตัวถูกละลาย
6. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าของเหลวที่กำหนดค่านั้นเป็น สารละลายหรือสารบริสุทธิ์
7. ตั้งสมมุติฐานได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
8. พยายามสังเกต ทั่วๆ ภายในหรือภายนอกขอบเขตของข้อมูลได้
9. เลือกวิธีที่เหมาะสมในการแยกสารได้
10. เมื่อกำหนดข้อมูลให้ คำนวณหาค่า M_x ได้
11. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการละลายและการดูดซับของสาร ที่มีต่ออัตราการเคลื่อนที่ของสารได้
12. บอกหลักการเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุที่ใช้ในปัจจุบันได้
13. เขียนสัญลักษณ์ของธาตุและสารประกอบที่ใช้ในบทเรียนได้
14. บอกความแตกต่างระหว่างธาตุกับสารประกอบได้
15. อธิบายความหมายของคำว่า ระบบ สิ่งแวดล้อม ความร้อนแฝงของการกลาย เป็นไอ และความร้อนแฝงของการหลอมเหลวได้
16. บอกความแตกต่างระหว่างการเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อนกับประเภท ดูดความร้อนได้
17. จำแนกประเภทของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายหรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
18. ระบุประเภทของการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสารใน แก๊สและชั้นตอนได้
19. ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของสารในชีวิตประจำวันที่มีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องได้
20. ระบุธาตุของประกอบที่สำคัญในเชื้อเพลิงได้

21. ยกตัวอย่างเชื้อเพลิงที่พบในประเทศไทยได้
22. บอกประโยชน์และโทษของเชื้อเพลิงได้

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

ขั้นแนะนำการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ครูแนะนำวิธีการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอเนกนัยพร้อมกับให้นักเรียนอ่านคำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ถ้านักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ให้ครูควบคุมชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองอธิบายให้นักเรียนเข้าใจก่อนที่นักเรียนจะเริ่มบทเรียน

ขั้นใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ให้นักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอเนกนัย

- ชุดที่ 2.1 เรื่อง สาร ใช้เวลา 3 คาบ (150 นาที)
- ชุดที่ 2.2 เรื่อง การแยกสาร ใช้เวลา 6 คาบ (300 นาที)
- ชุดที่ 2.3 เรื่อง พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงของสาร ใช้เวลา 3 คาบ (150 นาที)
- ชุดที่ 2.4 เรื่อง พลังงานกับชีวิตประจำวัน ใช้เวลา 2 คาบ (100 นาที)

ขั้นสรุป

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองในแต่ละชุดแล้ว ให้ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปบทเรียนและปัญหาต่าง ๆ

สื่อการเรียนรู้

1. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดที่ 2.1
2. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดที่ 2.2
3. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดที่ 2.3

4. ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ชุดที่ 2.4
5. อุปกรณ์ตามการทดลองที่ 1.1 ในหนังสือแบบเรียน
6. อุปกรณ์ตามการทดลองที่ 1.2 ในหนังสือแบบเรียน
7. อุปกรณ์ตามการทดลองที่ 1.3 ในหนังสือแบบเรียน
8. อุปกรณ์ตามการทดลองที่ 1.4 ในหนังสือแบบเรียน
9. อุปกรณ์ตามการทดลองที่ 1.5 ในหนังสือแบบเรียน
10. อุปกรณ์ตามการทดลองที่ 1.6 ในหนังสือแบบเรียน

การประเมินผล

ให้นักเรียนตอบคำถามทบทวนในชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองชุดที่ 2.1 ชุดที่ 2.2 ชุดที่ 2.3 และชุดที่ 2.4

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ชุดที่ 2.1

1. คำชี้แจง การนำชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัยชุดที่ 2.1 ไปใช้ในการสอน ครูผู้สอนควรเตรียมตัวดังนี้

1.1 ศึกษาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ซึ่งการสอน กิจกรรมที่ให้นักเรียนปฏิบัติ และแนวการตอบคำถามอย่างละเอียดก่อนนำชุดการเรียนรู้ไปใช้

1.2 ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัยชุดที่ 2.1 ใช้เวลา ในการเรียนการสอนประมาณ 3 คาบ ๆ ละ 50 นาที

2. อุปกรณ์การเรียนรู้ที่ครูจะต้องเตรียมเพิ่มเติม

2.1 ของเหลวในขวดที่ 1 (น้ำกลั่น)	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.2 ของเหลวในขวดที่ 2 (สารละลายเอทานอลในน้ำ)	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.3 น้ำ	30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2.4 หลอดทกสองขนาดใหญ่	2 หลอด
2.5 หลอดทกสองขนาดเล็ก	2 หลอด
2.6 เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 องศาเซลเซียส	1 อัน
2.7 หลอดนำกาชพร้อมสายยาว 45 เซนติเมตร	1 ชุด
2.8 จุกยาง 2 รู สำหรับหลอดทกสองขนาดใหญ่	1 จุก
2.9 บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1 ใบ
2.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ดวง
2.11 ไม้กั้นลม	1 อัน
2.12 ขาตั้งพร้อมที่จับหลอด	1 ชุด
2.13 เหยกกระเบื้องพิมพ์รูป	4 - 5 ชิ้น

(อุปกรณ์ที่เตรียมไว้สำหรับใช้กับนักเรียนเพียงกลุ่มเดียว)

หมายเหตุ การเตรียมสารละลายเอทานอลในน้ำให้ผสม เอทานอล 95% จำนวน 150 ลูกบาศก์เซนติเมตรกับน้ำกลั่น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. บทบาทของครูและนักเรียน การใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอเนกนัย ชุดที่ 2.1 นี้ เนื่องจากกิจกรรมในขั้นการตรวจสอบสมมุติฐาน นักเรียนต้องทำการทดลองร่วมกับเพื่อนในกลุ่มย่อย ดังนั้นผู้สอนควรจัดกลุ่มของนักเรียนโดยมีขนาดกลุ่มละ 4 คน

4. การจัดชั้นเรียน จัดเป็นกลุ่มรวมกันให้หันหน้าปรึกษากันเองภายในกลุ่ม

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบขอเนกนัย ชุดที่ 2.1

จำนวนคำถามทั้งหมด 29 คำถาม

M =	คำถามความรู้ความจำ	=	3 คำถาม	คิดเป็น	10.35%
C =	คำถามเอวกนัย	=	4 คำถาม	คิดเป็น	13.79%
D =	คำถามขอเนกนัย	=	21 คำถาม	คิดเป็น	72.41%
E =	คำถามประเมินค่า	=	1 คำถาม	คิดเป็น	3.45%

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นคำถามแบบอเนกนัย ชุดที่ 2.1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง

สาร



คำแนะนำในการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

นักเรียนจะมีความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองจากชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง
โดยปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้

1. อ่านและทำความเข้าใจชุดการเรียนรู้ไปตามลำดับ
2. ปักคิกและปฏิบัติตามคำสั่งในชุดการเรียนรู้ทุกขั้นตอน พยายามทำความเข้าใจ
และตรวจสอบตนเองว่ามีความสามารถตามที่เราไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่
3. การดูคำตอบก่อนที่จะคิดหาคำตอบด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนไม่ได้รับประโยชน์
จากชุดการเรียนรู้ และการตอบคำถามในชุดการเรียนรู้ไม่มีการเก็บคะแนน
4. ถ้าคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำตอบที่ให้ไว้ ให้นักเรียนลองพิจารณาอีกครั้ง
หนึ่งว่า คำตอบของนักเรียนน่าจะถูกหรือไม่
5. ถ้านักเรียนไม่แน่ใจหรือไม่เข้าใจในคำตอบ ให้ถามครูหรือเพื่อน เพื่อให้อธิบาย
และระวังอย่าให้เสียกำลังใจกับตนเอง

ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ชุดที่ 2.1

สาร

เวลา 3 คาบ

● การจัดทำพจนานุกรม

● สารละลายกับสารบริสุทธิ์

● สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุและสารประกอบ
เป็นการจัดทำพจนานุกรมโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์

● สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาชุดการเรียนรู้แล้วจะมีความสามารถดังนี้

1. จัดทำพจนานุกรมตัวอย่างที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่ และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดได้

2. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์

ธาตุและสารประกอบได้อย่างถูกต้อง

3. จำแนกประเภทของสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์ได้

4. บอกได้ว่าสารเนื้อเดียวชนิดใดเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์

5. บอกส่วนประกอบของสารละลาย และระบุได้ว่าส่วนประกอบใดเป็นตัวทำละลาย

หรือตัวถูกละลาย

6. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าของเหลวที่กำหนดให้มันเป็น

สารละลายหรือสารบริสุทธิ์

7. ตั้งสมมุติฐานได้ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

8. พยายามสิ่งต่าง ๆ ภายในหรือภายนอกของเขตของข้อมูลได้

การจัดจำหน่ายสาร



D ร้านค้าแห่งหนึ่งมีการจัดวางของดังภาพ เมื่อมีคนมาซื้อสินค้าจึงทำให้เสียเวลาในการค้นหา ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของร้าน นักเรียนจะจัดวางสินค้าดังกล่าวในลักษณะใด เพื่อให้ง่ายสะดวก และรวดเร็วต่อการหยิบขาย และสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ซื้อได้ควย (นักเรียนอาจจะมียุทธวิธีจัดโกดังหลาย ๆ วิธี และอาจวาดรูปประกอบได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนลงจิกจำพวกสินค้าได้แตกต่างกันไป ถ้ามีผู้จิกจำพวกสินค้าไว้ดังนี้
จิกจำพวกสินค้าโดยใช้สถานะเงินเกณฑ์

ของแข็ง ไคแก่ น้ำตาล เกลือ สารส้ม ผงชูรส ค้างคัพพิม
ของเหลว ไคแก่ น้ำปลา น้ำหวาน เมฆน เมฆค น้ำอัดลม น้ำหมัก

พินเนอร์

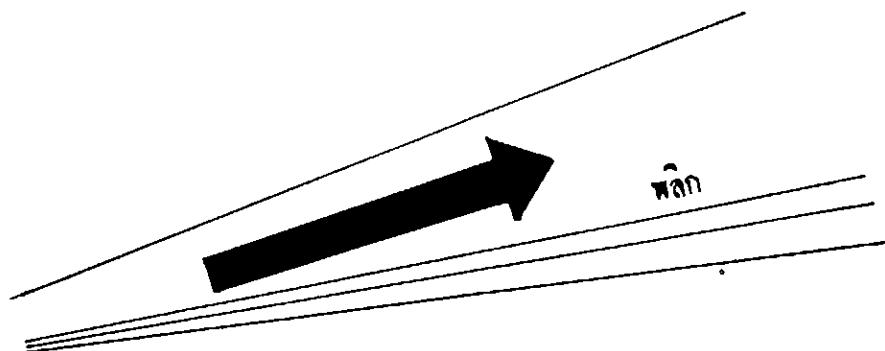
ก๊าซ ไคแก่ -

จิกจำพวกสินค้าโดยใช้เกณฑ์การบริโภคและการอุปโภค

พวกบริโภค ไคแก่ น้ำปลา น้ำหวาน น้ำตาล เกลือ ผงชูรส เมฆน

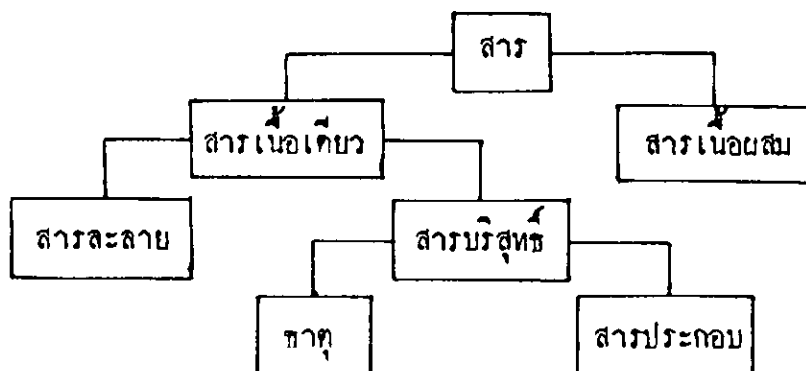
เมฆค น้ำอัดลม

พวกอุปโภค ไคแก่ สารส้ม ค้างคัพพิม น้ำหมัก พินเนอร์



อย่าลืมว่า ! การจิกจำพวกสินค้าของนักเรียน อาจไม่เหมือนกับการจิกจำพวกสินค้า
ตามที่มีผู้จิกไว้ แต่การจิกสินค้าจะถูกทวงหรือไม่ขึ้นอยู่กับเกณฑ์นักเรียนทั้งสิ้น

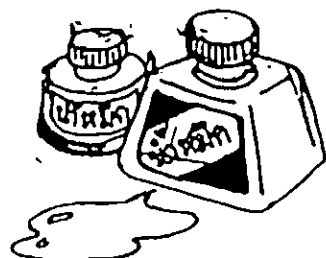
นักเคมีนิยมใช้ลักษณะของเนื้อสาร เป็นเกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร โดยสามารถเขียนแผนภาพได้ดังนี้



๙ สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ให้มีลักษณะกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน เราเรียกสารนั้นว่าเป็น.....ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ.....



สารเนื้อเดียว



สารที่มองเห็นด้วยตาเปล่า เติมมีลักษณะกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันเราเรียก
สารนั้นว่าเป็น สารเนื้อเดียว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ สารละลาย และสารบริสุทธิ์
ตัวอย่างของสารเนื้อเดียว เช่น น้ำ น้ำเชื่อม เกลลิ่งแกง อากาศ นาก
กำมะถัน เงิน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย ละลาย
จนเป็นเนื้อเดียวกัน

ตัวอย่างของสารละลาย เช่น

นาก (สารละลายที่เป็นของแข็ง) มีทองแดง และทองคำ เป็นองค์ประกอบ
น้ำเชื่อม (สารละลายที่เป็นของเหลว) มีน้ำและน้ำตาลทรายเป็นองค์ประกอบ
อากาศ (สารละลายที่เป็นก๊าซ) มีไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน
และไอน้ำ เป็นองค์ประกอบ

สารบริสุทธิ์ ยังแบ่งออกเป็น ธาตุ และสารประกอบ

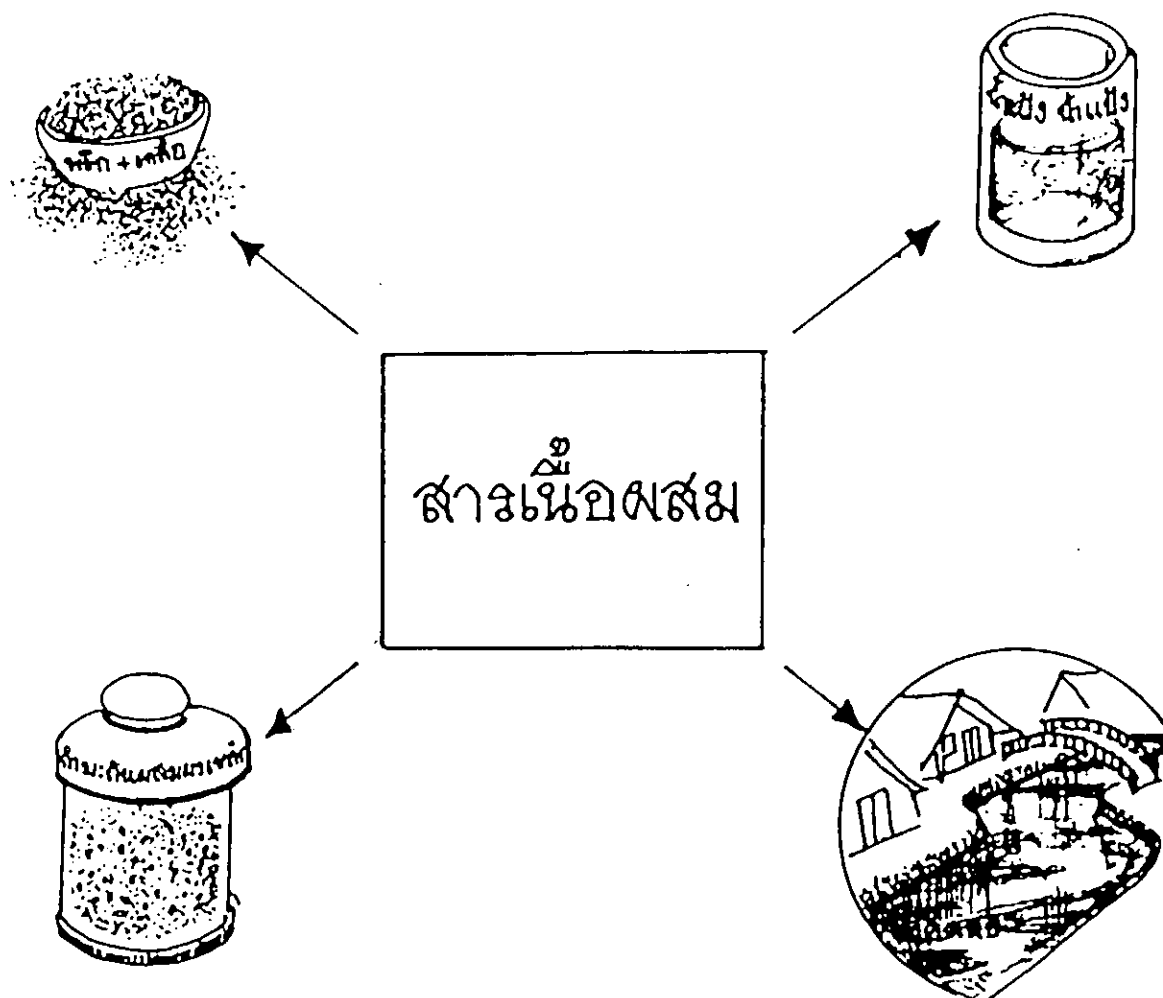
ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว

ตัวอย่างของธาตุ เช่น ธาตุ กำมะถัน มีสัญลักษณ์ S ธาตุออกซิเจนมี
สัญลักษณ์ O

สารประกอบ หมายถึง สารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เป็น
องค์ประกอบ

ตัวอย่างของสารประกอบ เช่น เกลลิ่งแกง (NaCl) มีธาตุโซเดียม (Na) และ
ธาตุคลอรีน (Cl) น้ำ (H_2O) มีธาตุไฮโดรเจน (H) และธาตุออกซิเจน (O)

๗ สารพืชมองทวยทาเปด้าเห็น มีลักษณะเนือสาร แยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกสั่นกัน
เราเรียกสารนั้นว่า.....



สารที่มองด้วยตาเปล่าเห็น มีลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วนใหญ่ ไม่
กลมกลืนกัน เราเรียกสารนี้ว่า สารเนื้อผสม

ตัวอย่างของสารเนื้อผสม เช่น ทรายกับเกลือ น้ำคลอง น้ำแกง น้ำแข็ง
ผงกำมะถันผสมผงเหล็ก

สารเนื้อผสม จะมีสารเนื้อผสมอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า สารเนื้อผสมประเภท
คอลลอยด์

ตัวอย่างของสารเนื้อผสมประเภทคอลลอยด์ เช่น ควัน น้ำนม ทราย
(ระวัง มักมีการเข้าใจผิด คิดว่าสารชนิดนี้ เป็นสารละลาย)

ด นักเรียนคิดว่าอะไรเป็นสาเหตุให้นักเรียนจกจำพวกสารออกเป็นสารเนื้อเคียวและ
สารเอนไซม์

.....

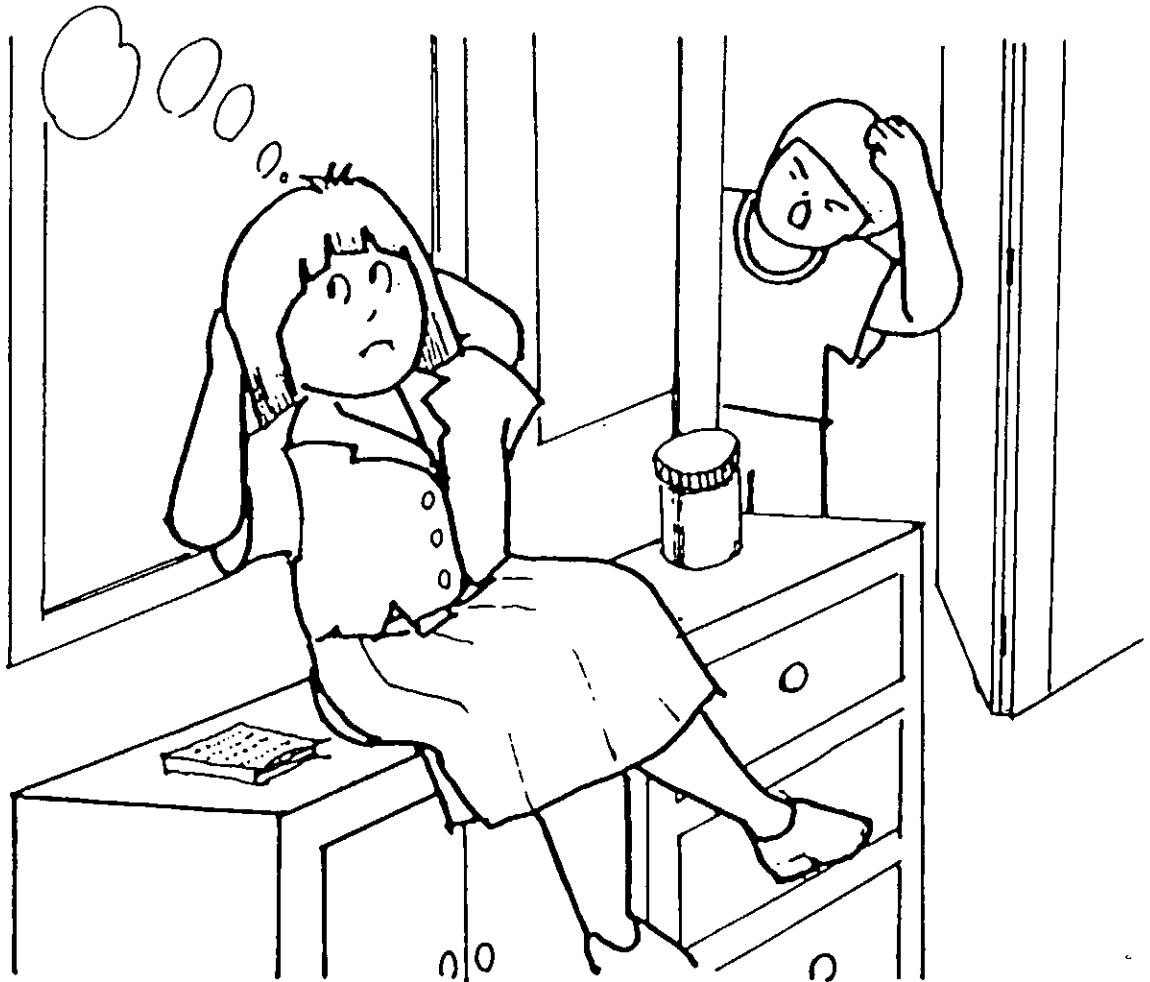
.....

.....

.....

.....

.....



สาเหตุที่ทำให้นักเคมี จัดจำทวสารออกเป็นสารเนื้อเคี้ยว และสารเนื้อนุ่มอาจมีหลายสาเหตุทั้งตัวอย่าง

- เพราะสารต่าง ๆ มีมากถ้าไม่จัดให้เป็นหมวดหมู่จะทำให้เกิดการสับสน
- เนื่องจากสารเนื้อเคี้ยวและสารเนื้อนุ่มมีเนื้อสารแตกต่างกันอย่างเห็น

ได้ชัด

- เนื่องจากสารเนื้อเคี้ยวและสารเนื้อนุ่มมีสมบัติแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด
- เนื่องจากสารเนื้อนุ่มสามารถแยกโดยวิธีง่าย ๆ ได้ แต่สารเนื้อเคี้ยว

ไม่สามารถทำได้

- เนื่องจากนักเคมีชอบความเป็นระเบียบระเบียบ



ด ให้นักเรียนบอกเกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร มาให้มากที่สุด ซึ่งเกณฑ์นั้นอาจจะ
เป็นเกณฑ์ที่นักเรียนตั้งขึ้นเองก็ได้ พร้อมให้เหตุผลว่าทำไมจึงใช้เกณฑ์นั้น ๆ ในการจัดจำพวกสาร
(ไม่ควรน้อยกว่า 3 เกณฑ์)

1.
เหตุผล
.....
2.
เหตุผล
.....
3.
เหตุผล
.....
4.
เหตุผล
.....
5.
เหตุผล
.....
6.
เหตุผล
.....
7.
เหตุผล
.....

เกณฑ์ในการจัดจำพวกสารนี้มีหลายเกณฑ์ ทั้งนี้คำตอบของนักเรียนจะถูกต้องหรือไม่ จึงขึ้นอยู่กับทำให้เหตุผลของนักเรียน

ลอง ๐ แอบดูคำตอบของทวีชัยดีกว่า

เกณฑ์ในการจัดจำพวกสาร

- ไขมันของสารเป็นเกณฑ์

เพราะสารต่าง ๆ นั้นจะมีอยู่ 3 ชาติ คือ หนึ่งชาติ สองชาติ และ สามชาติ

- ไขมันสถานะเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้เพราะสารต่าง ๆ ในโลกเรานั้นจะมีอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งอาจจะมีสารบางอย่างที่มีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างของแข็งกับของเหลว เช่น ปรัช ทอ สารเหล่านี้น้อยมาก

- ไขมันนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้เพราะเมื่อมีผู้คิดค้นเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าขึ้นมา และทดลองวัดสารต่าง ๆ ในโลกเรา พบว่ามีพวกหนึ่งนำไฟฟ้าได้และอีกพวกหนึ่งนำไฟฟ้าไม่ได้

- ไขมันลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์

ทั้งนี้เพราะจากการที่เราสังเกตเนื้อสาร ทำให้เราพบว่าสารทั้งหมดจะมีอยู่ 2 ประเภท ประเภทหนึ่งลักษณะเนื้อสารกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนอีกประเภทหนึ่งลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน ซึ่งการจัดจำพวกสารโดยไขมันลักษณะเนื้อสารเป็นเกณฑ์ โดยการสังเกตนั้นอาจจะได้ผลไม่แน่นอนเสมอไป ดังนั้นถ้าสารใดไม่แน่ใจว่าจะจัดอยู่ในประเภทใดก็ให้ทำการทดลองเพื่อคุณสมบัติของสาร ถ้าสารใดมีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน สารนั้นจัดว่าเป็นสารเนื้อเดียว แต่สารใดมีสมบัติไม่เหมือนกันทุกส่วนสารนั้นจัดว่าเป็นสารเนื้อผสม

จากสารต่อไปนี้

สังกะสี (Zn) น้ำโคลน ค่างทับทิม (KMnO_4) น้ำ (H_2O) น้ำหมัก น้ำแป้ง
น้ำหวาน ก๊าซหุงต้ม ไอโอดีน (I) อากาศ น้ำมันพืช ทองแดง (Cu) เหมียวบาท
ตะกั่ว (Pb) ฮีเลียม (He) พริกกับเกลือ กรดเกลือ (HCl) เพชร (C) กรดซัลฟูริก
(H_2SO_4)

D. ถ้านักเรียนจะจัดจำพวกสารตัวอย่างต่อไปนี้ นักเรียนจะจัดจำพวกสารทั้งหมดออกได้
อย่างไรบ้าง (นักเรียนอาจจะมียุวิธีจัดจำพวกสารได้หลายวิธี ให้นึกมาให้มากที่สุด แต่ไม่ควร
น้อยกว่า 3 วิธี และให้นึกคุณสมบัติที่นักเรียนใช้ในการจัดจำพวกสารด้วย)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การตอบคำถามขอให้ให้นักเรียนคำนึงถึงเหตุผลที่จะนำมาใช้ในการตอบด้วยนะค่ะ

นักเรียนคงจะจำจำพวกสารแตกต่างกันออกไป

ที่เราลองมาจากการจำจำพวกสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

1. ใช้สถานะเป็นเกณฑ์ จัดได้ 3 ประเภทคือ

ของแข็ง โคแกล่ สังกะสี (Zn) ค่างทับทิม (KMnO_4) ทองแดง (Cu)

เหรียญบาท ตะกั่ว (Pb) ฟริกกับเกล็ด เพชร (C)

ของเหลว โคแกล่ น้ำโคลน น้ำ (H_2O) น้ำหมึก น้ำแป้ง น้ำหวาน

หิงเจอร์ไอโอดีน น้ำมันพืช กรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟริก (H_2SO_4)

ก๊าซ โคแกล่ ก๊าซหุงต้ม อากาศ ฮีเลียม (He)

2. ใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์ จัดได้ 2 ประเภท คือ

พวกที่นำไฟฟ้า โคแกล่ สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) เหรียญบาท ตะกั่ว (Pb)

กรดเกลือ (HCl) กรดซัลฟริก (H_2SO_4)

พวกที่ไม่นำไฟฟ้า โคแกล่ น้ำโคลน ค่างทับทิม (KMnO_4) น้ำ (H_2O) น้ำหมึก

น้ำแป้ง น้ำหวาน ก๊าซหุงต้ม หิงเจอร์ไอโอดีน อากาศ น้ำมันพืช ฮีเลียม (He) ฟริกกับเกล็ด

เพชร (C)

3. ใช้สีเป็นเกณฑ์ จัดได้ 2 ประเภท คือ

พวกที่มีสี โคแกล่ สังกะสี (Zn) น้ำโคลน ค่างทับทิม (KMnO_4) น้ำหมึก

น้ำแป้ง น้ำหวาน หิงเจอร์ไอโอดีน น้ำมันพืช ทองแดง (Cu) เหรียญบาท ตะกั่ว (Pb)

ฮีเลียม (He) ฟริกกับเกล็ด

พวกที่ไม่มีสี โคแกล่ น้ำ (H_2O) อากาศ กรดเกลือ (HCl) เพชร (C)

4. ใช้การระเหยเป็นเกณฑ์ จัดได้ 2 ประเภท คือ

พวกที่ระเหยได้ในอุณหภูมิห้อง โคแกล่ น้ำโคลน น้ำ (H_2O) น้ำหมึก น้ำแป้ง

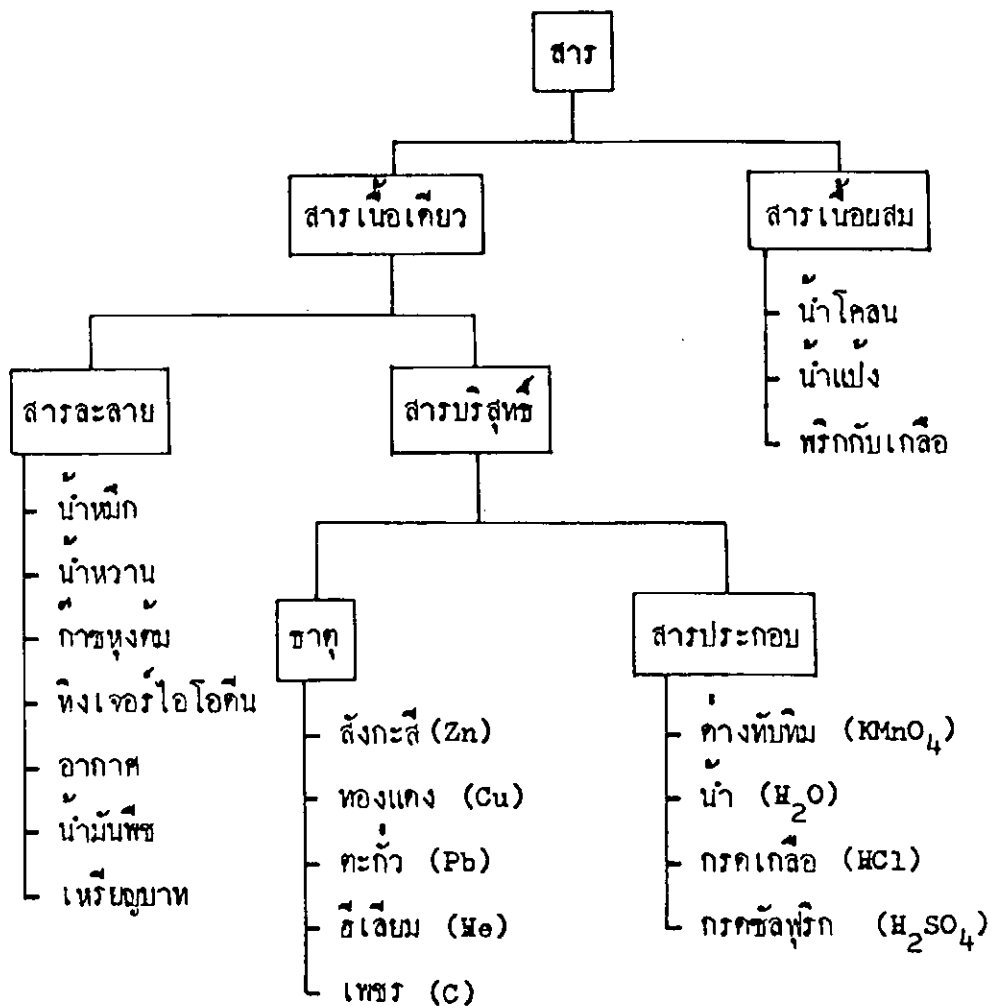
น้ำหวาน ก๊าซหุงต้ม หิงเจอร์ไอโอดีน อากาศ ฮีเลียม (He) กรดเกลือ (HCl)

กรดซัลฟริก (H_2SO_4)

พวกที่ระเหยไม่ได้ในอุณหภูมิห้อง โคแกล่ สังกะสี (Zn) ค่างทับทิม (KMnO_4)

น้ำมันพืช ทองแดง (Cu) เหรียญบาท ตะกั่ว (Pb) ฟริกกับเกล็ด เพชร (C)

5. ใช้น้ำสารเป็นเกณฑ์จัดดังนี้

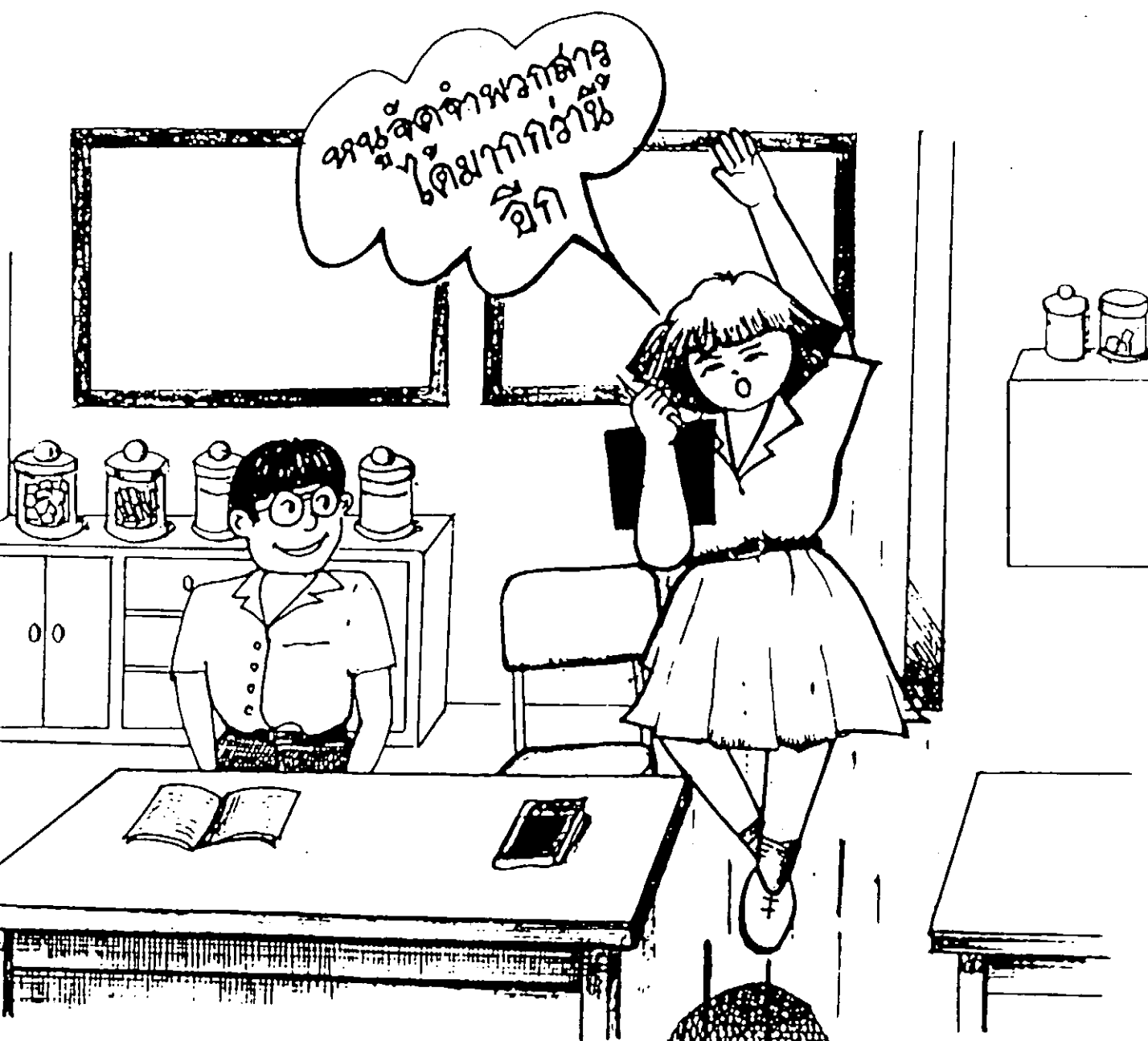


คุณสมบัติที่ใช้จัดจำพวกสารออกเป็นสารละลายและสารบริสุทธิ์ จะใช้ความบริสุทธิ์ของสารเป็นเกณฑ์ ถ้าสารที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมเป็นสารเนื้อเดียวกัน จะเรียกว่า สารละลาย

คุณสมบัติที่ใช้จัดจำพวกสารออกเป็นธาตุและสารประกอบจะใช้องค์ประกอบของสารเป็นเกณฑ์

ธาตุจะเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว

สารประกอบจะเป็นสารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเป็นองค์ประกอบ



คำตอบของนักเรียนอาจจะแตกต่างจากของนักเรียนผู้นี้จะถูกหรือไม่ ให้นักเรียน
ลองพิจารณาดูให้ดี

ให้หน่อยนักฝึก 5 นาที



ด การที่เราจัดจำพวกสารจะมีประโยชน์อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

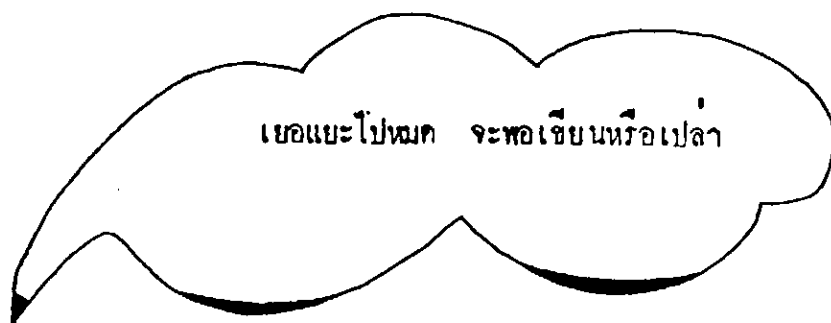
.....

.....

.....

.....

.....



เราลองมาดูแนวคำตอบดีกว่านะ ?

- เพื่อสะดวกในการศึกษาสมบัติของสาร
- เพื่อให้เข้าใจสมบัติของสารต่าง ๆ ได้ดีขึ้น
- เพื่อให้รู้จักวิธีการจัดสิ่งของให้เป็นหมวดหมู่
- นำหลักการจำจำพวกสารไปใช้จำลักษณะในรายงานของหรือทางสรรพสินค้า
- นำหลักการจำจำพวกสารไปใช้ในการจัดบ้าน
- นำหลักการจำจำพวกสารไปใช้ในการวาดรูป

ฯลฯ

ด ถ้าไม่มีการจัดจำพวกสิ่งต่าง ๆ นักเรียนคิดว่าจะเกิดผลอย่างไรต่อมนุษย์เราบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

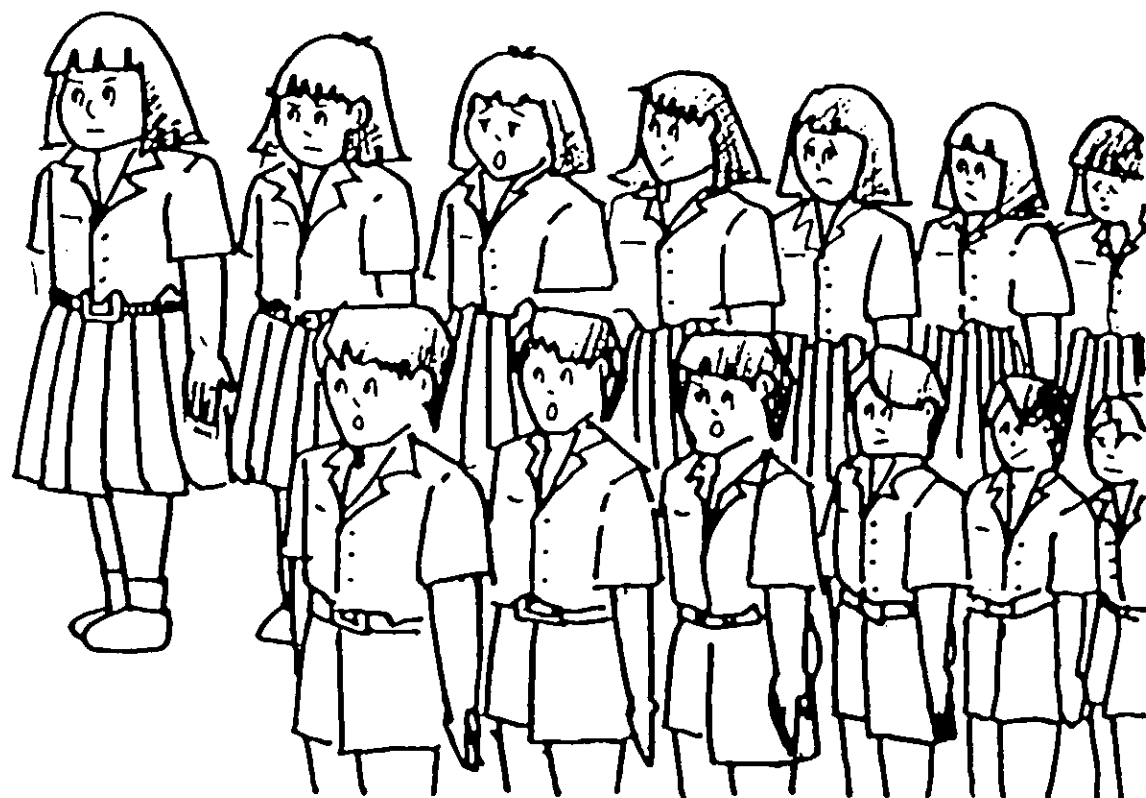
.....

.....

.....

.....

.....



จงมาดูคำตอบของ ปริมาณ บ้าง

- คงทง่วนวายในการหิมของชาย
- เราคงไม่รู้จึกคำว่า ผู้หญิง และผู้ชาย
- เราคงจะไม่มีตารางธาตุใช้กัน
- เราคงจะไม่มีจึกสารเนอเคียว สารเนอซม สารละลาย สารบริสุทธิ์

ธาตุ และสารประกอบ

- เราคงจะไม่ได้เรียนวิชาเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยากัน
- โลกนี้คงมีความวุ่นวายมากขึ้น



๕ นักเรียนคิดว่า เหนือในการจัดจำพวกสารแบบใดดีที่สุด เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

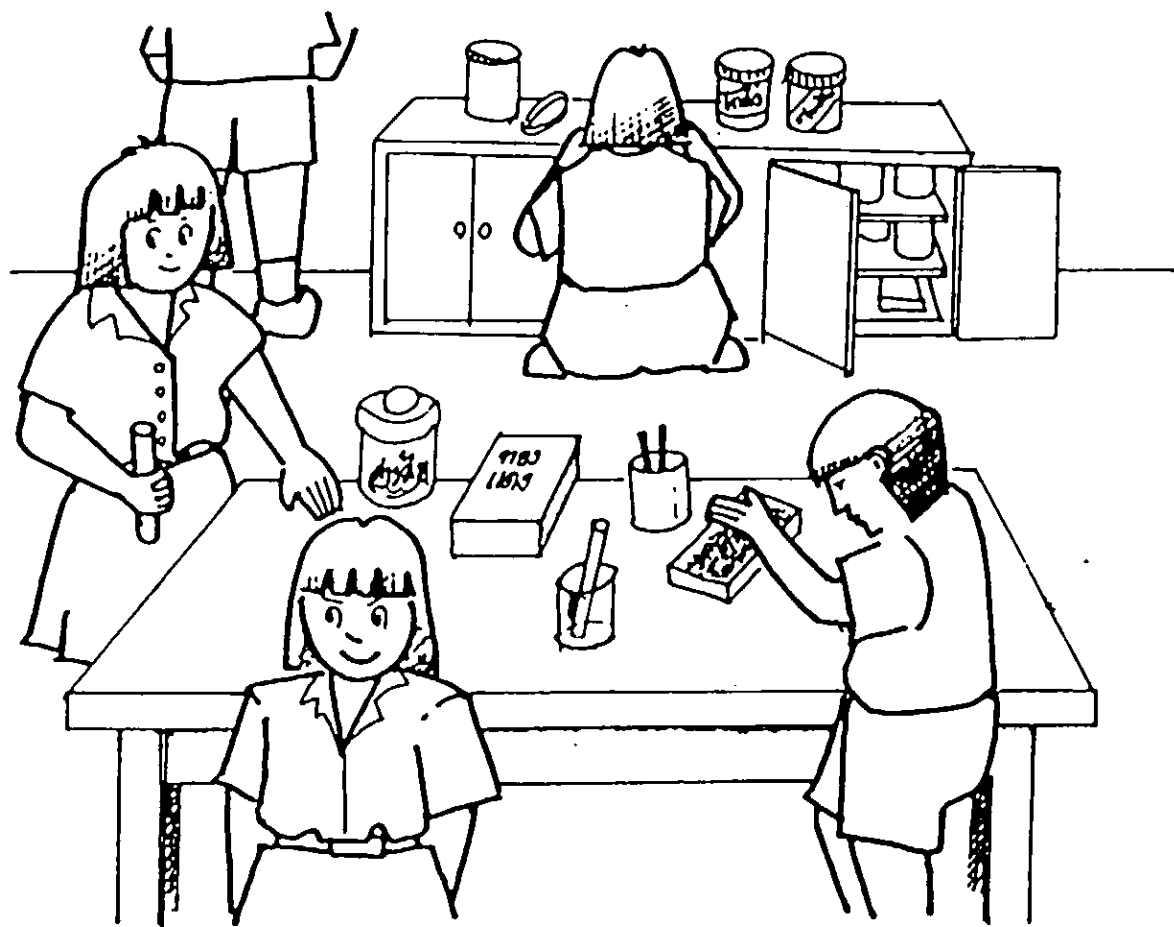
.....

.....

.....

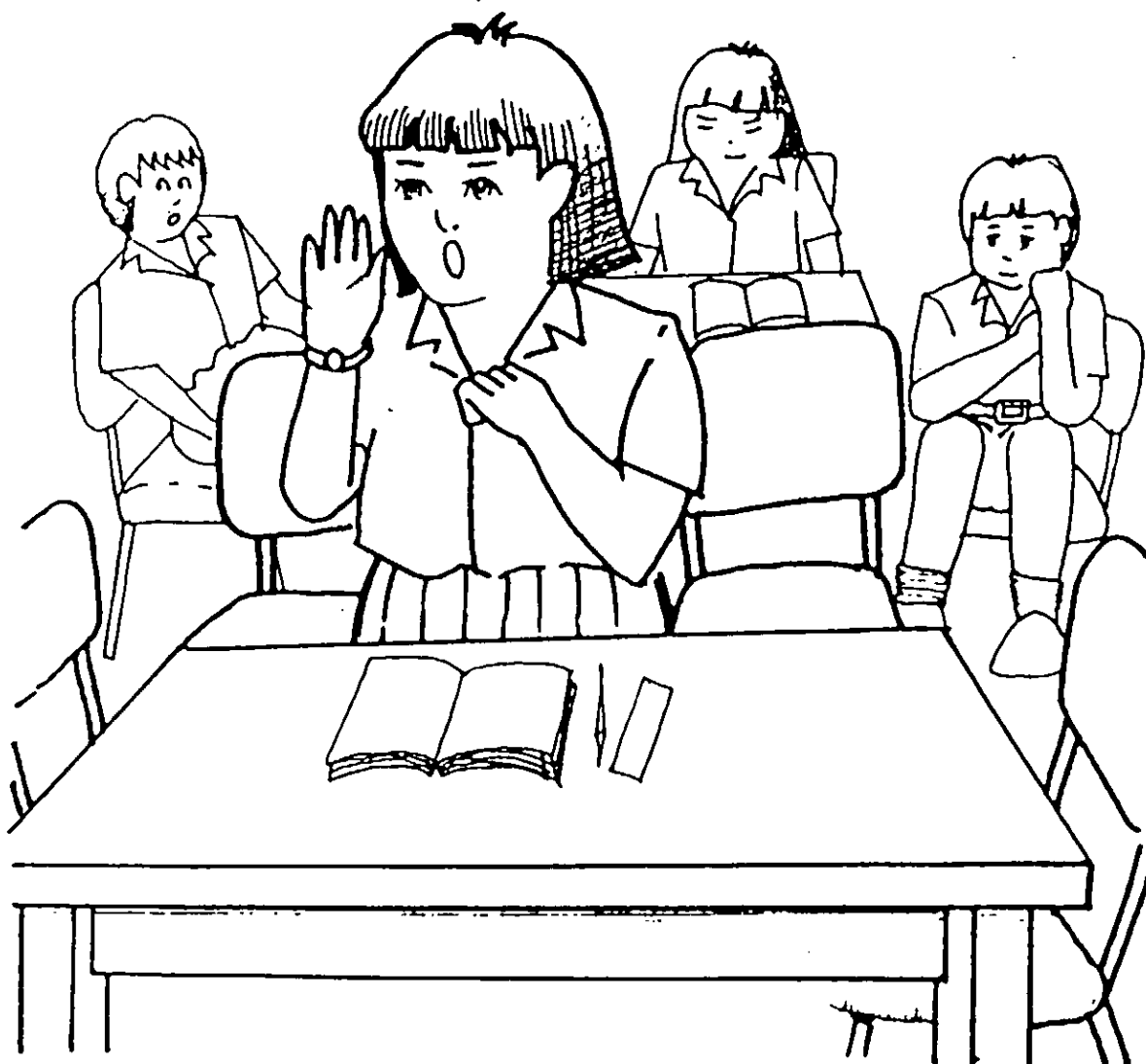
.....

.....

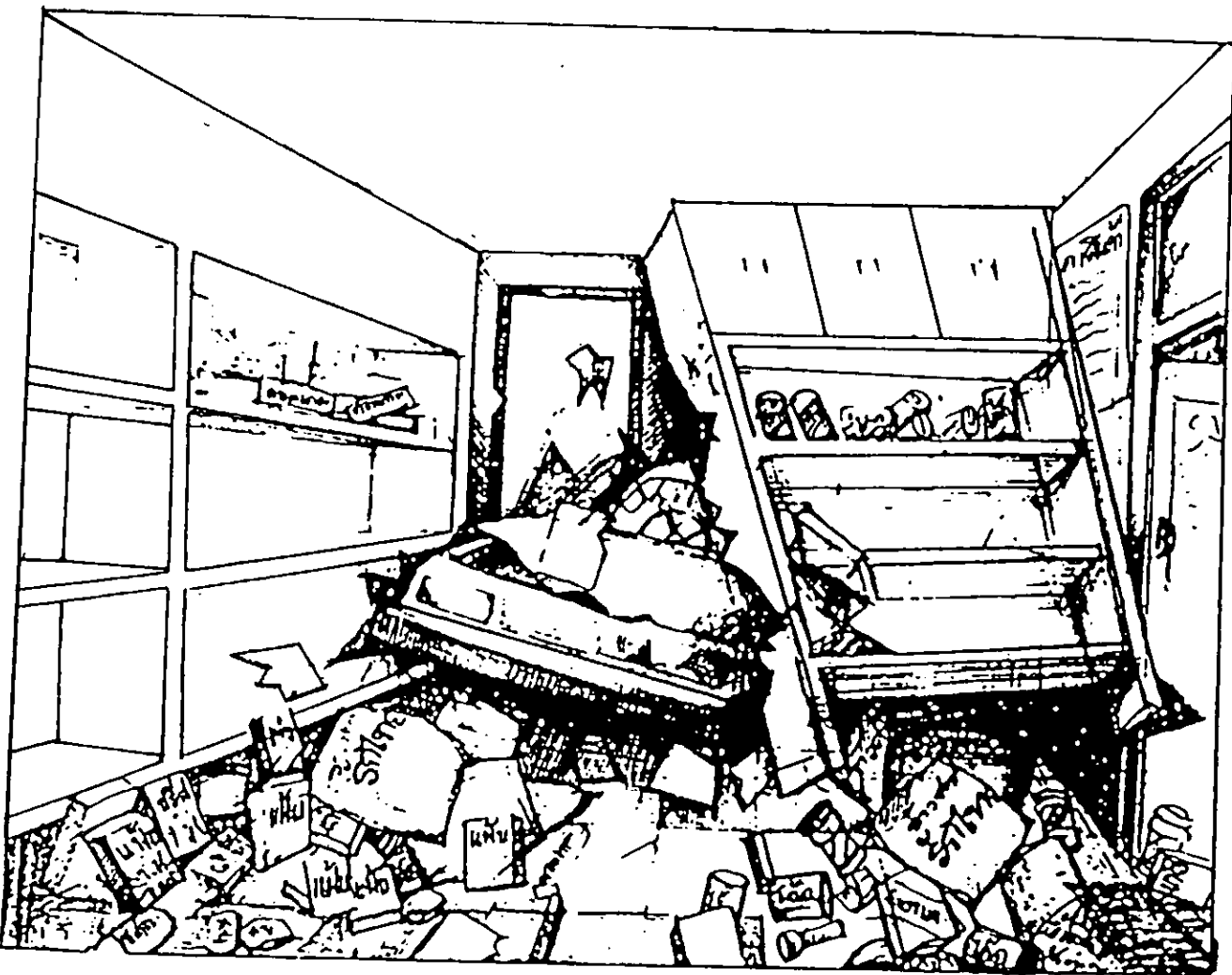


ของมาตุคามดาบของสุนัข บ้าง

โดย/ การจัดทำพจนานุกรมโดยใช้ลักษณะเด่นของ
เป็นเกณฑ์เป็นวิธีที่ดีที่สุด ทั้งนี้เพราะสามารถ
จัดสารได้เหมาะสมตามความต้องการของนักเคมี



๖
หาหาความคึก



D จากภาพ นักเรียนคิดว่าก่อนเกิดอุบัติเหตุเจ้าของร้านจกสินค้าอย่างไร (อาจวาดภาพประกอบควบคู่ก็ได้)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D มีอะไรเป็นเหตุผลที่ทำให้นักเรียนคิดเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สารละลายกับสารบริสุทธิ์

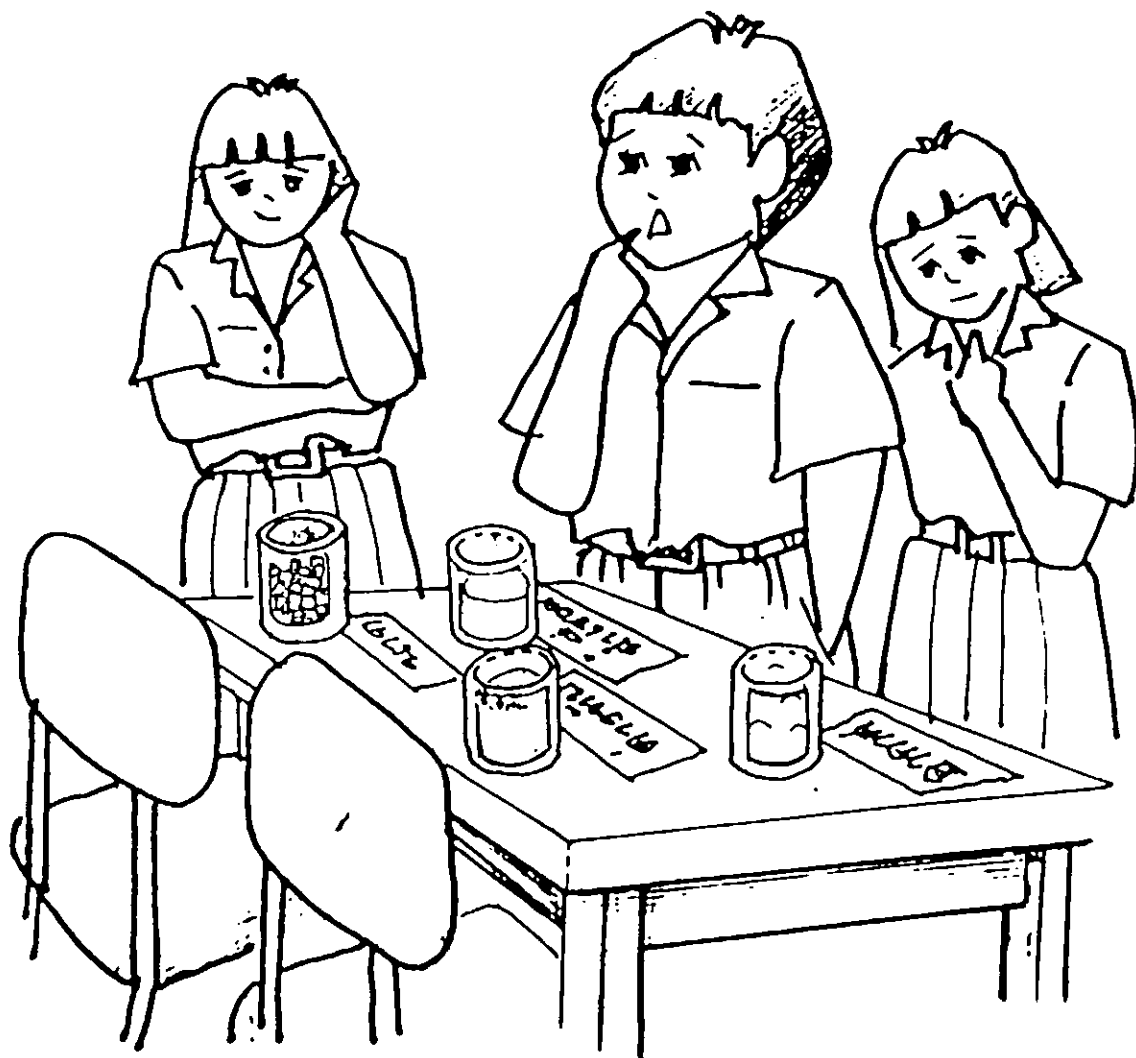
๘ จากบทเรียนที่ผ่านมา เราทราบแล้วว่า นก น้ำเชื่อม อากาศ และกำมะถัน เป็นสารเนื้อเดียว นักเรียนคิดว่าสารชนิดใดเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์

สารละลาย ไคแก่.....

.....

สารบริสุทธิ์ ไคแก่.....

.....



นักเรียนคงตอบได้ว่า น้ำ น้ำเชื่อม และอากาศ เป็นสารเนื้อเดียวกันที่เป็นสารละลาย ส่วนค่างหมีหมีนั้นเป็นสารเนื้อเดียวกันที่เป็นสารบริสุทธิ์

ท้ายใจเลย...นะ...

ห ให้นักเรียนให้ความหมายของสารละลายและสารบริสุทธิ์

สารละลาย หมายถึง.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สารบริสุทธิ์ หมายถึง.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สารละลาย หมายถึง สารที่ประกอบด้วยตัวทำละลายกับตัวถูกละลาย ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน

สารบริสุทธิ์ หมายถึง สารเนื้อเดียวซึ่งประกอบด้วยสารชนิดเดียวกันทั้งหมด

D ให้หักเหเบนออกของสารละลายที่พบอยู่ในชีวิตประจำวันมาให้นมากที่สุด พร้อมบอก
ด้วยว่า สารใดเป็นตัวทำละลาย (ไม่ควรน้อยกว่า 5 ชนิด)

ชนิดที่ ๑ น้ำหวาน หัวถูกละลาย คือ น้ำตาล สี และสารเกิทดกัณ

 หัวทำละลาย คือ น้ำ

ชนิดที่ 2 ตัวถูกละลาย คือ
 ตัวทำละลาย คือ

ชนิดที่ 3 ตัวถูกละลาย คือ
 ตัวทำละลาย คือ

ชนิดที่ 4 ตัวถูกละลาย คือ
 ตัวทำละลาย คือ

ชนิดที่ 5 ตัวถูกจะลาย คือ
 ตัวทำจะลาย คือ

ชนิดที่ 6 ตัวถูกละลาย คือ
 ตัวทำละลาย คือ

บันทึกที่ 7 ตัวถูกสะกด คือ
 ตัวทำสะกด คือ

คำตอบของนักเรียนคงจะแตกต่างกัน

ลองมากำตอบของ มัทธิช....

ชนิดที่ 1 น้ำหวาน ตัวถูกละลาย คือ น้ำตาล สี และสารเก็กกลิ่น
ตัวทำละลาย คือ น้ำ

ชนิดที่ 2 น้ำหมึก ตัวถูกละลาย คือ สี
ตัวทำละลาย คือ น้ำ

ชนิดที่ 3 นาก ตัวถูกละลาย คือ ทองคำ
ตัวทำละลาย คือ ทองแดง

ชนิดที่ 4 อากาศ ตัวถูกละลาย คือ ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไอน้ำ
และฝุ่นละออง
ตัวทำละลาย คือ ไนโตรเจน

ชนิดที่ 5 กล้วยน้ำว้า ตัวถูกละลาย คือ บิวเทน และสารมีกลิ่น
ตัวทำละลาย คือ โพรเพน

ชนิดที่ 6 น้ำอัดลม ตัวถูกละลาย คือ น้ำตาล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สี
และสารแต่งกลิ่น

ตัวทำละลาย คือ น้ำ

d ถ้าในอนาคตนักเรียนเป็นนักเคมี และต้องการที่จะใช้เกณฑ์ในการพิจารณา
สารละลายว่า สารใดจะเป็นตัวทำละลายและสารใดจะเป็นตัวถูกละลาย นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใด
ในการพิจารณา เพราะเหตุใด (ให้นักเรียนตอบตามแนวความคิดของนักเรียน)

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

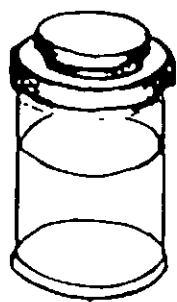
เกณฑ์ในการพิจารณาตัวห้ำละลายและตัวถูกละลาย มีดังนี้

- เมื่อสารที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายมีสถานะเดียวกัน สารใดมีปริมาณมากที่สุด จักว่าสารนั้นเป็นตัวห้ำละลาย เช่น สารละลายกรทอะซิก จะม่น้ำเป็นตัวห้ำละลาย และกรทอะซิก เป็นตัวถูกละลาย
- เมื่อสารที่เป็นองค์ประกอบของสารละลายมีสถานะต่างกัน สารใดมีสถานะเดียวกับสารละลายจักว่าสารนั้นเป็นตัวห้ำละลาย เช่น น้ำเชื่อม จะม่น้ำเป็นตัวห้ำละลาย และ น้ำตาลเป็นตัวถูกละลาย

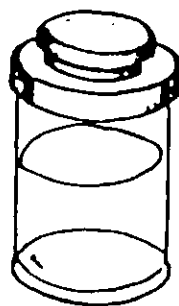
ให้นักเรียนพิจารณาเกณฑ์ที่นักเคมีใช้ในปัจจุบัน แล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์นักเรียนทั้งชั้น
 เกณฑ์นักเรียนทั้งชั้น อาจจะเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาในอนาคตก็ได้...
 ใครจะรู้...

ในขณะที่สมชายเข้าไปทำความสะอาดห้องวิทยาศาสตร์ สมชายมองไปที่โต๊ะหลังห้อง จึงเห็นว่ามียวช 2 ใบ ขนาดเท่ากัน ภายในขวดบรรจุของเหลวใสไม่มีสี ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน และขวดทั้งสองปิดฝาสนิท วางอยู่บนโต๊ะ ด้วยความอยากรู้ สมชายจึงเปิดฝาขวดทั้งสองขวด พอดีกับครูเดินเข้ามาในห้อง สมชายกลัวครูทราบเรื่องที่ตนเองเปิดฝาขวด จึงรีบทำความสะอาดห้องต่อ หลังจากนั้นประมาณ 20 นาที ครูจึงเดินออกจากห้องไป สมชายรีบไปที่โต๊ะหลังห้อง เพื่อจะปิดฝาขวด แต่เมื่อสมชายมองไปในขวด จึงพบว่าของเหลวที่บรรจุอยู่ภายในขวดทั้งสองนั้นมีปริมาตรไม่เท่ากัน ดังภาพ

ก่อนเปิดฝา

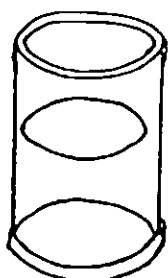


ขวดที่ 1

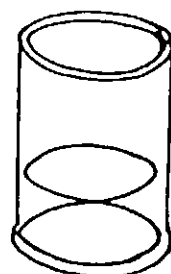


ขวดที่ 2

หลังเปิดฝาประมาณ 20 นาที



ขวดที่ 1



ขวดที่ 2

ด ให้นักเรียนระบุปัญหาที่พบใหม่มากที่สุด โดยเขียนในรูปประโยคคำถาม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ความสามารถในการระบุปัญหา คือความสามารถในการกำหนดปัญหาจากการสังเกต
สิ่งที่เกิดขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติที่จำเป็นในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

คาดว่านักเรียนคงจะระบุปัญหาได้ต่าง ๆ กัน

จากสถานการณ์ ถ้ามีผู้ตั้งปัญหาว่า "ทำไมหลังจากเปิดฝาขวดทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วของเหลวในขวดทั้งสองจึงเหลืออยู่ไม่เท่ากัน

D ให้นักเรียนพิจารณาว่าอะไรคือเหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้ของปัญหานี้ และเขียนลงในช่องว่าง เขียนได้หลาย ๆ เหตุผลตามความนึกคิดของแต่ละคน

เมื่อนักเรียนหาเหตุผลได้แล้ว ก็ให้นำเหตุผลนั้นมาคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า ซึ่งเรียกว่า การตั้งสมมุติฐาน โดยเขียนอยู่ในรูปประโยค "ถ้า.....แล้ว....."

D ให้นักเรียนใช้เหตุผลที่นักเรียนเขียนไว้แล้วมา ตั้งสมมุติฐาน ถ้าใครเขียนไว้หลายเหตุผล ก็ตั้งสมมุติฐานได้หลาย ๆ ข้อ

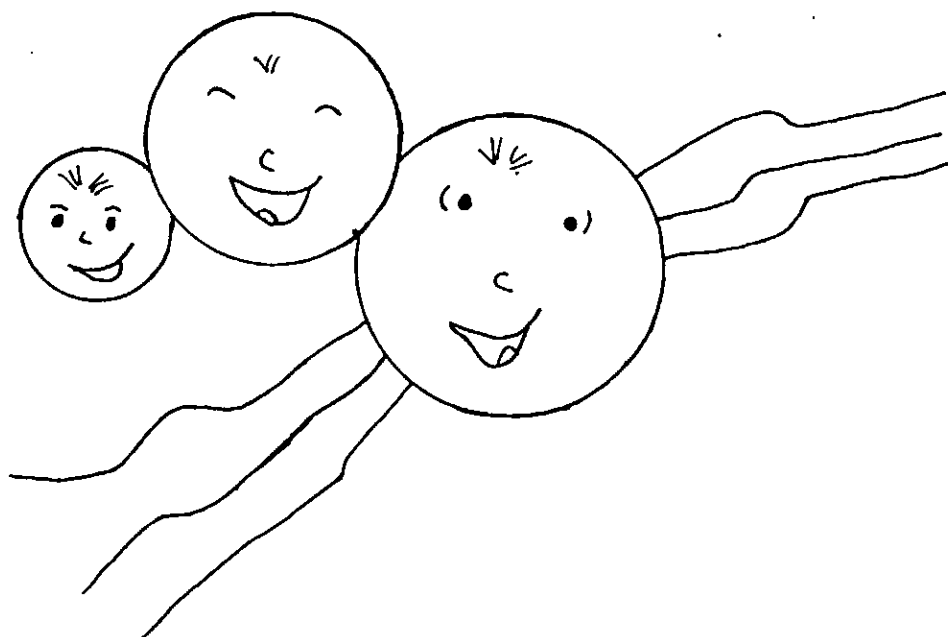
นักเรียนคงจะตั้งสมมุติฐานกันได้อายะ ๆ แบบ ตามเหตุผลที่แต่ละคนคิดไว้

การที่นักเรียนสามารถตั้งสมมุติฐานได้แสดงว่านักเรียนเป็นผู้ที่มีเหตุผล

แต่สมมุติฐานที่เราตั้งขึ้นก็ยังเป็นเพียงการคาดคะเนคำตอบที่เรายังไม่ทราบว่า จะเป็นจริงหรือไม่ ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบสมมุติฐานนั้นก่อน วิธีตรวจสอบสมมุติฐานของนักวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องมีการออกแบบการทดลองและทำการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานที่ตั้งขึ้น

ถ้ามีผู้ตั้งสมมุติฐานว่า "ถ้าของเหลวสองชวคเป็นสารคนละชนิดกันแล้ว
ของเหลวทั้งสองชวคจะมีสมบัติทางกัน"

นักเรียนคือบุคคลหนึ่งที่กำลังจะก้าวขึ้นสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์ในอนาคต ดังนั้นนักเรียนคงอยากทราบว่าสมมุติฐานของผู้ตั้งขึ้นนั้นถูกต้องหรือไม่



ด. ถ้ากำหนดอุปกรณ์การทดลองไปตามรายการต่อไปนี้ นักเรียนจะออกแบบการทดลองตามแนวคิดของนักเรียนได้อย่างไร

อุปกรณ์ที่กำหนดให้ดังนี้

1. ขອງเหลวชนิดที่ 1	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
2. ขອງเหลวชนิดที่ 2	15 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. น้ำ	30 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด
5. หลอดทดลองขนาดเล็ก	2 หลอด
6. เทอร์โมมิเตอร์ 0 - 100 องศาเซลเซียส	1 อัน
7. หลอดนำกาชพร้อมสายยางยาว 45 เซนติเมตร	1 ชุด
8. จุกยาง 2 รู สำหรับหลอดทดลองขนาดใหญ่	1 ชุด
9. บีกเกอร์ขนาด 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	1 ใบ
10. ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 ดวง
11. ทัศนอม	1 อัน
12. ขาค้างพร้อมที่จับหลอด	1 ชุด
13. เข็มกระเบื้องสำหรับทุบ	4 - 5 อัน

(นักเรียนสามารถเพิ่มเพิ่มอุปกรณ์การทดลองได้อีก หากนักเรียนเห็นว่าจำเป็นต้องใช้)

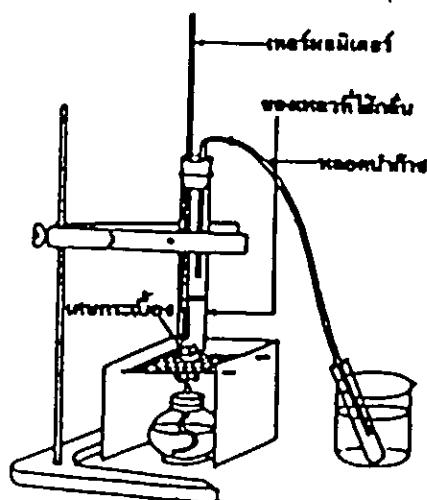
การออกแบบการทดลองมีดังต่อไปนี้ (ให้เขียนเป็นข้อ ๆ)

[illegible]

นักเรียนอาจเสนอวิธีการทดลองที่หลากหลายรูปแบบ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเหมือนกันทุกคน แต่วิธีการนั้นต้องสามารถนำมาทดลองเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานเดียวกันได้

นักเรียนผู้หนึ่งได้ออกแบบการทดลองไว้ในลักษณะต่อไปนี้

1. วนของเหลวชนิดที่ 1 ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ใส่เศษกระเบื้องสะอาดที่บดทุบลงไป 2 - 3 ชิ้น เพื่อช่วยให้น้ำเดือดสม่ำเสมอ ปิดปากหลอดด้วยจุกยางที่มีเทอร์โมมิเตอร์ และหลอดนำก๊าซเสียบอยู่ โดยให้กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำ และปลายของหลอดนำก๊าซอยู่ในหลอดทดลองที่แช่อยู่ในน้ำที่บรรจุอยู่ ดังรูป



ภาพ แสดงวิธีทดลอง

2. คำนวณแล้วบันทึกคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงทุก ๆ 30 วินาที จนกระทั่งครบ 6 นาที
3. ทำการทดลองซ้ำ แต่ใช้ของเหลวชนิดที่ 2 แทนของเหลวชนิดที่ 1
4. เขียนกราฟระหว่างคุณสมบัติกับเวลา

นักเรียนคงอยากทราบว่าผลการทดลองนี้จะเป็นอย่างไร เป็นไปตามสมมติฐานหรือไม่ ซึ่งจะตรวจสอบได้จากการปฏิบัติกิจกรรม ดังต่อไปนี้

- ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน
- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งอุปกรณ์การทดลองจากครูตามรายการข้างต้น
- ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง ตามที่ผู้ออกแบบไว้ดังกล่าว ให้นักเรียนร่วมกัน

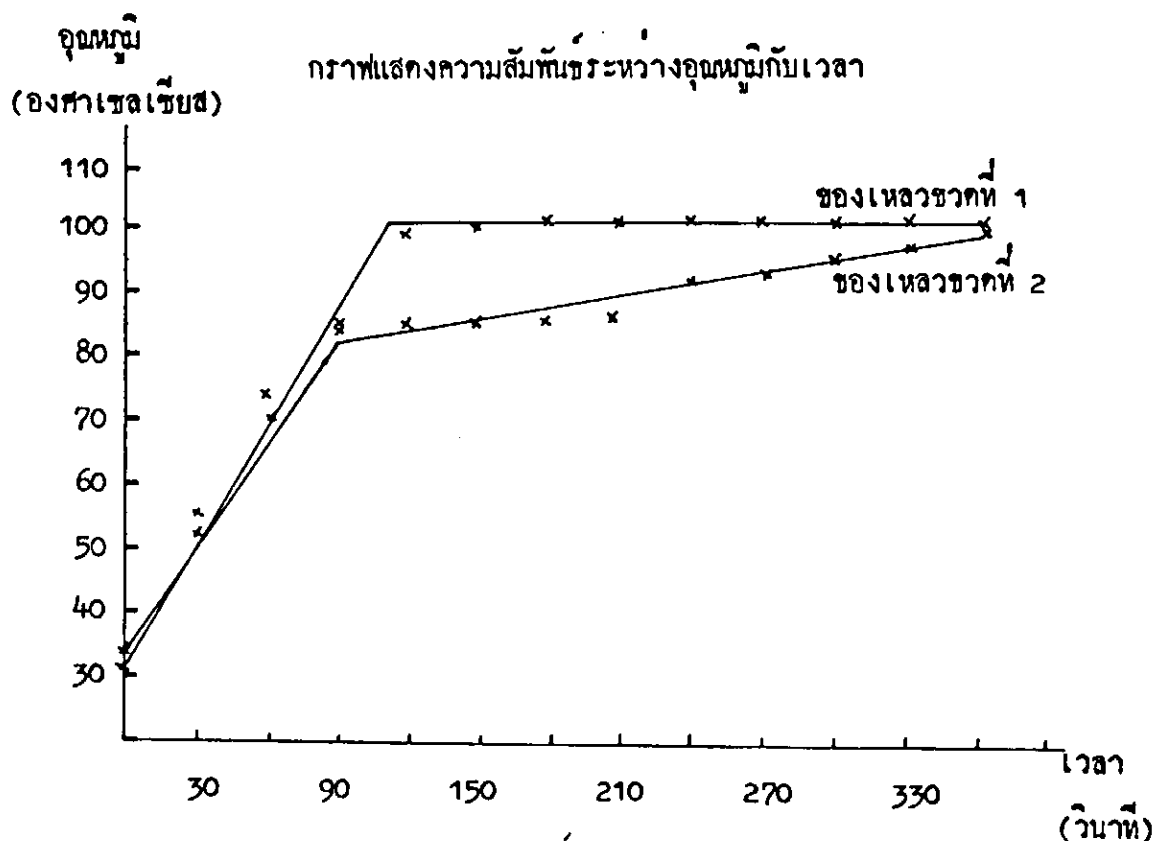
ออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง พร้อมกับเขียนกราฟระหว่างคุณสมบัติกับเวลา



ถ้ามีนักเรียนกลุ่มหนึ่งบันทึกผลการทดลองไว้ดังนี้

ตารางบันทึกผลการทดลองระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของของเหลว 2 ชนิด

สาร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ณ วินาที												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
ของเหลวชนิดที่ 1	32	55	74	86	99.0	100	100.5	101.0	101.0	101	101	101	101
ของเหลวชนิดที่ 2	34	52	70	85	85.5	86	87.0	88.5	91.5	93	95	97	100



ผลการทดลองของนักเรียนไม่จำเป็นต้องเหมือนกับของนักเรียนกลุ่มนี้ ให้ดูแค่แนวโน้มของความมากน้อยและความคงที่ของตัวเลขเท่านั้น

ถ้าเราให้ความร้อนต่อไปอีก 2 นาที นักเรียนคิดว่าอุณหภูมิจะเกิดของของเหลวใน
ขวดที่ 1 จะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

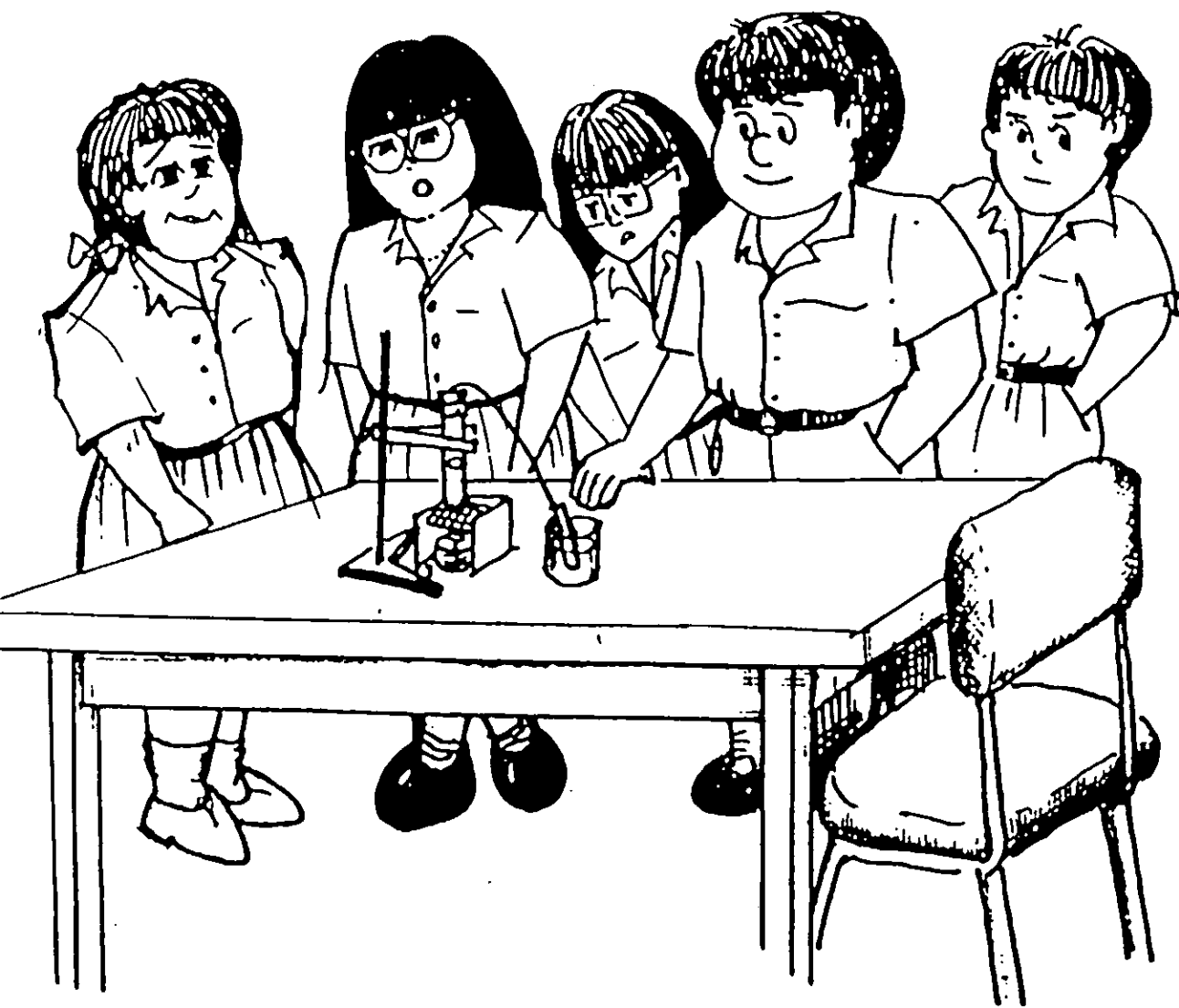
.....

.....

.....

.....

.....



นักเรียนคงจะมีคำตอบหลายแบบแตกต่างกันไป

อย่าลืม! ว่าคำตอบจะถูกหรือไม่ขึ้นอยู่กับเหตุผลของนักเรียน เพื่อนของนักเรียน
ผู้หนึ่งได้ตอบคำถามนี้ไว้ว่า

ถ้าของเหลวในขวดที่ 1 คือน้ำกลั่น ของเหลวในขวดที่ 2 น่าจะเป็นสารละลายเอทานอล
ในน้ำ ทั้งนี้เพราะเอทานอลมีจุดเดือดประมาณ 78 องศาเซลเซียส ส่วนน้ำกลั่นมีจุดเดือดประมาณ
100 องศาเซลเซียส จะเห็นว่าจากผลการทดลองที่เราได้นั้น อุณหภูมิขณะเดือดของของเหลวใน
ขวดที่ 2 ใกล้เคียงกับอุณหภูมิขณะเดือดของเอทานอลและน้ำกลั่น และมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่
ของเหลวในขวดที่ 2 จึงน่าจะเป็นเอทานอลผสมน้ำกลั่น หรือสารละลายเอทานอลในน้ำนั่นเอง

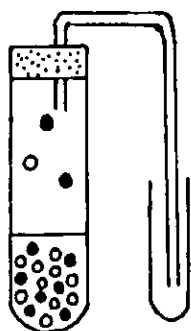
c ถ้าของเหลวในขวดที่ 1 คือน้ำกลั่น และของเหลวในขวดที่ 2 คือสารละลายเอทานอล
ในน้ำ ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างต่อไปนี้

น้ำ เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....
ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือด.....
สารละลายเอทานอลในน้ำ เป็นสารเนื้อเดียวที่เป็น.....
ซึ่งจะมีอุณหภูมิขณะเดือด.....

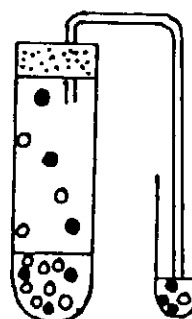
ของเหลวในขวดทั้งสองเป็นสารต่างชนิดกัน ของเหลวในขวดที่ 1 คือสารบริสุทธิ์ ซึ่งจะมีคุณสมบัติเยือกคงที่ และของเหลวในขวดที่ 2 คือสารละลาย ซึ่งจะมีคุณสมบัติเยือกไม่คงที่

c ให้นักเรียนให้เหตุผลว่าทำไมสารละลายเอทานอลในน้ำจึงมีคุณสมบัติเคี้ยวไม่คงที่

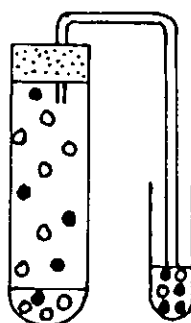
สารละลายเอทานอลในน้ำมีคุณสมบัติระเหิดไม่คงที่ ทั้งนี้เพราะขณะที่สารละลายเอทานอลในน้ำเดือด เอทานอลจะกลายเป็นไอไ้เร็วกว่าน้ำ (เอทานอลมีจุดเดือดประมาณ 78 องศาเซลเซียส น้ำมีจุดเดือดประมาณ 100 องศาเซลเซียส ทำให้อัตราส่วนของเอทานอลกับน้ำ (ในสารละลายเอทานอลในน้ำ) เปลี่ยนแปลงไป (ดูภาพประกอบ)



ก. ก่อนให้ความร้อน



ข. เริ่มกลั่นตัว



ค. เมื่อกลั่นตัวได้ระยะหนึ่ง

- แทน เอทานอล
- แทน น้ำ

ภาพ แสดงการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของเอทานอลกับน้ำ

ยิ่งเดือดนาน ๆ อัตราส่วนระหว่างจำนวนโมเลกุลของเอทานอลกับน้ำ (ในสารละลายเอทานอลในน้ำ) จะเปลี่ยนแปลงไปเรื่อย ๆ ด้วยเหตุนี้คุณสมบัติระเหิดของสารละลายจึงไม่คงที่

ด ในการทดลองนี้ถ้าเราให้ความร้อนต่อไปเรื่อย ๆ นักเรียนคิดว่าผลจะเป็นอย่างไร
เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



เหตุผลของนักเขียนสำคัญมากในการตอบคำถาม

ถ้าเราให้ความร้อนต่อไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิขณะเดือดของน้ำจะยังคงคงที่

101 องศาเซลเซียส ท่อไปจนกว่าน้ำจะแห้ง และถ้าเรายังคงให้ความร้อนต่อไปอาจทำให้
หลอดทั้งสองแตกได้ ส่วนอุณหภูมิขณะเกิดของสารละลายเอทานอลในน้ำอาจจะยังคงสูงขึ้น
เรื่อย ๆ แต่ก็คงจะไม่สูงกว่า 100 องศาเซลเซียสมากนักและถ้าเอทานอลซึ่งระเหยเร็วกว่า
น้ำ ระเหยหมดไปในหลอดทั้งสองจะเหลือแต่น้ำ ซึ่งอุณหภูมิขณะเกิดอาจจะคงที่ได้อีกในชั่งนี้ แต่ถ้า
ยังให้ความร้อนต่อไปอีกอาจจะทำให้หน้าแห้งและหลอดทั้งสองอาจแตกได้

D ถ้าเราทดสอบหาอุณหภูมิขณะเดือดของน้ำแข็ง นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features ten horizontal rows of dotted lines for writing. A single vertical dashed line runs down the center of the page, serving as a guide for letter height and placement. The paper is otherwise blank, with no margins or additional markings.

คำตอบของคำถามข้อนี้ คงจะมีผู้คาดคะเนผลการทดลองที่แตกต่างกันไป

คำตอบของนักเรียนก็คือ สมมุติฐาน นั้นเอง

คำตอบของนักเรียนจะถูกหรือผิดนั้น นักเรียนคงจะต้องตรวจสอบสมมุติฐานด้วยการทดลอง
ถ้านักเรียนสนใจคำตอบนี้ ลองหาเวลาว่างมาทำการทดลองดูสิคะ....



เรียนเคมีสนุกก็คราวนี้เอง....สงสัยจะได้ A แน่ ๆ เลย

คำถามทบทวน

1. ถ้าต้องการจัด "สังกะสี ทองแดง กรกเกลือ" ให้อยู่ในพวกเดียวกัน ควรใช้สมบัติข้อใดเป็นเกณฑ์
 - ก. สี
 - ข. สถานะ
 - ค. การละลาย
 - ง. การนำไฟฟ้า
 - จ. ความหนาแน่น
2. ข้อความใดถูกต้องที่สุด
 - ก. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อเดียวทุกชนิดเป็นสารละลาย
 - ค. สารเนื้อเดียวต้องมีสถานะเป็นของเหลวเท่านั้น
 - ง. สารเนื้อเดียวประกอบด้วยสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - จ. สารเนื้อเดียวมีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียวซึ่งไม่สามารถแยกได้
3. ข้อใดเป็นความหมายของสารเนื้อผสม
 - ก. สารเนื้อผสมเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อผสมเป็นสารละลาย
 - ค. สารเนื้อผสมมีสมบัติเหมือนกันโดยตลอดทุกส่วน
 - ง. สารเนื้อผสมเป็นได้ทั้งสารบริสุทธิ์และสารละลาย
 - จ. สารเนื้อผสมมีสถานะเป็นของแข็ง สามารถมองเห็นความแตกต่างของเนื้อสาร

4. สารในข้อใดต่อไปนี้จัดว่าเป็นสารเนื้อผสม

- ก. ทองคำ
- ข. คอนกรีต
- ค. อากาศ
- ง. น้ำเกลือ
- จ. ทองเหลือง

5. สารในข้อใดจัดเป็นสารเนื้อเดียว

- ก. น้ำเชื่อม
- ข. น้ำโคลน
- ค. น้ำแข็ง
- ง. น้ำสบู่
- จ. นํ้านม

6. สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นสารละลาย

- ก. ควัน
- ข. นาก
- ค. เงิน
- ง. น้ำกลั่น
- จ. ทองแดง

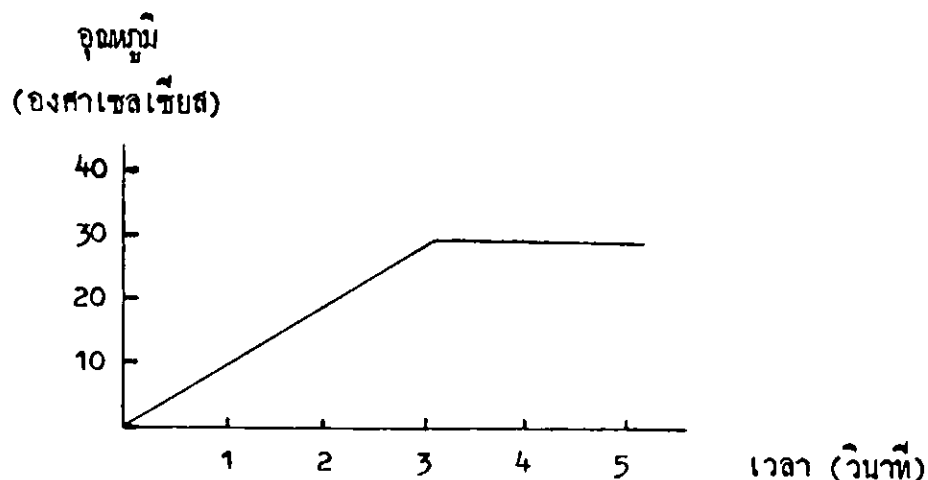
7. สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นธาตุ

- ก. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- ข. แก๊สออกซิเจน
- ค. ก๊าซหุงต้ม
- ง. อากาศ
- จ. กำมะถัน

8. สารต่อไปนี้ สารชนิดใดเป็นสารประกอบ
- น้ำ
 - ปรอท
 - ออกซิเจน
 - กำมะถัน
 - ฮีเลียม
9. สารต่อไปนี้สารใดที่อยู่ในจำพวกเดียวกัน ยกเว้นสารในข้อใด
- สุรา
 - น้ำเกลือ
 - น้ำอัดลม
 - น้ำผสมยาชู
 - น้ำกลั่น
10. สารในข้อใดต่อไปนี้มีคุณสมบัติเกิดคอลลอยด์
- น้ำทะเล
 - น้ำหวาน
 - เอทานอล
 - ฟิงเจอร์ไอโอติน
 - น้ำยาล้างแผล
11. อากาศ มีสารใดเป็นตัวทำละลาย
- ไอน้ำ
 - ก๊าซออกซิเจน
 - ก๊าซไนโตรเจน
 - ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 - ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

12. น้ำเชื่อม เป็นสารละลายที่มีสารใดเป็นตัวถูกละลาย
- น้ำตาล
 - น้ำเชื่อม
 - น้ำ
 - อากาศ
 - น้ำและน้ำตาล
13. นำสาร M 10 กรัม 20 กรัม และ 30 กรัม มาหาจุดเดือด ปรากฏว่าได้จุดเดือด 120 องศาเซลเซียส ทุกครั้ง ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- สาร M เป็นธาตุ
 - สาร M เป็นสารประกอบ
 - สาร M เป็นสารละลาย
 - สาร M เป็นสารบริสุทธิ์
 - สาร M เป็นของผสม
14. การทดลองนำสาร A 10 กรัม ใส่ลงในน้ำ 80 กรัม 90 กรัม และ 100 กรัม ที่ละหลอก แล้ววัดอุณหภูมิขณะเดือด การทดลองนี้เพื่อทดสอบสมมุติฐานข้อใด
- ชนิดของสารมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ปริมาณของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ความบริสุทธิ์ของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ปริมาณความร้อนมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ขนาดของหลอกทดลองมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร

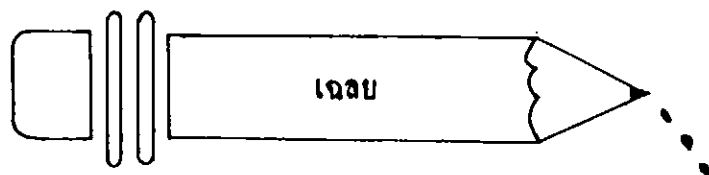
15. จากการทดลองหาจุดเดือดของสาร B แล้วนำผลการทดลองมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาได้ดังนี้



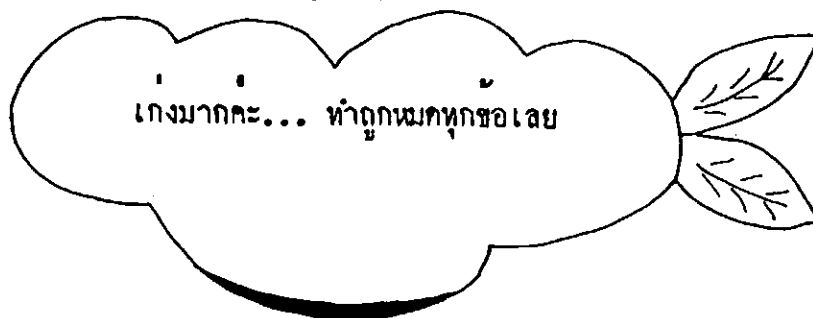
ในวินาทีที่ 10 อุณหภูมิของของเหลว B จะเป็นเท่าใด

- ก. 10 องศาเซลเซียส
- ข. 20 องศาเซลเซียส
- ค. 30 องศาเซลเซียส
- ง. 40 องศาเซลเซียส
- จ. 100 องศาเซลเซียส

ผมทำเสร็จแล้วครับ.... เอ.จะถูกไหมเนี่ย



1. ง
2. ง
3. จ
4. ข
5. ก
6. ข
7. จ
8. ก
9. จ
10. ค
11. ค
12. ก
13. ง
14. ข
15. ก



ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อนางสาววัชรินทร์ ชื่อสกุล บุญมาทิต

เกิดวันที่ 19 เดือน มีนาคม พุทธศักราช 2506

สถานที่เกิด อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 950/48 - 49 ถนนสุนทรวิจิตร ตำบลบางพุทรา
อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี 16000

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 3

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบางระจันวิทยา อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี
กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2524 มัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนกวิทยาศาสตร์) จากโรงเรียน
สิงห์บุรี

พ.ศ. 2528 ค.บ. (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากวิทยาลัยครูเทพสตรี

พ.ศ. 2532 กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร