

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การสอนแบบ
บูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ปริญญานิพนธ์
ของ
นันท์นัช จิระศึกษา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2544

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนแบบ
บูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

บทคัดย่อ
ของ
นันทนัช จิระศึกษา

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

ตุลาคม 2544

นันทนัช จิระศึกษา. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย วีระพัฒนานนท์, ดร. มนัส บุญประกอบ.

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม

ประชากรเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ห้องเรียน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร กลุ่มทดลองที่ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการจับฉลากจำนวน 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้อง เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 52 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม

แบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนสอบหลัง (One Group Pretest – Posttest Design) ใช้เวลาในการทดลอง 24 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เนื้อหาเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง แบ่งเป็น 4 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 สารและสมบัติของสาร หน่วยที่ 2 สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย หน่วยที่ 3 การแยกสาร หน่วยที่ 4 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ t – test แบบ Dependent Samples

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

A STUDY OF LEARNING ACHIEVEMENT ON SUBSTANCE AND IT'S
CHANGE BY USING INTEGRATED TEACHING METHOD CALLED
SCIENCE - TECHNOLOGY - SOCIETY FOR
MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
NUNTANAT JIRASUKSA

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

October 2001

Nantanat Jirasuksa. (2001). *A Study of Learning Achievement on Substance and it's Change by Using Integrated Teaching Method Called Science – Technology – Society for Mathayomsuksa 4 Students*. Master thesis, M.Ed. (Science Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University, Advisor Committee : Assoc. Prof. Dr. Vinai Virawatthananon, Dr. Manat Boonprakob.

The purpose of this study was to achievement of Chemistry Substance and it's change problem solving abilities on Science of Mathayomsuska IV Students by using Integrated Teaching Method called Science – Technology – Society.

The population in this study were 5 classrooms of Mathayomsuska IV students during the first semester of the 2001 academic year, at Yothinburana School, Dusit District, Bangkok. The experimental group is selected by using Simple Random Sampling and divided into the experimental group of one classroom into fifty – two students. The group was taught by using Integrated Teaching Method called Science – Technology – Society.

The randomized experimental group pretest – posttest design was used in this experiment. The group was taught Substance and It's Change twenty 50 – minute periods and it's separated IV units. The first unit is Substance of Property. The second unit are the Solution, Colloid and Suspension. The third unit is the Substance Separating. The forth unit is the Energy System Changing.

The instruments consisted of the achievement Chemistry test on Substance and it's change problem solving abilities test on Science. The data was statistically analyzed by t-test for Dependent samples.

The results of this study revealed that :

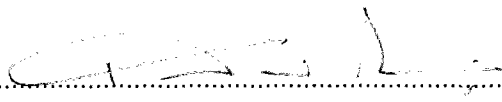
1. The students were taught by Science – Technology – Society Approach before and after the achievement Chemistry was significantly different at the .05 level.
2. The students were taught by Science – Technology – Society Approach before and after the Problem Solving Abilities on Science was significantly different at the .05 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

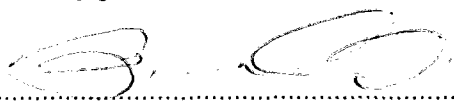
การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงโดยใช้การสอนแบบ
บูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

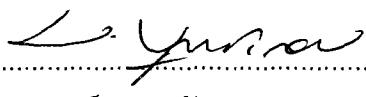
ของ
นางสาวนนท์นัช จิระศึกษา

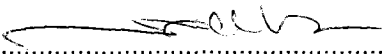
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

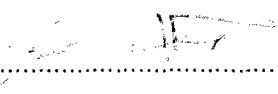

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)
วันที่ ๙ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2544

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วินัย วีระวัฒนานนท์)


.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. มนัส บุญประกอบ)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)


.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(อาจารย์ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำและความช่วยเหลือตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย วีระพัฒนานนท์ ดร.มนัส บุญประกอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ อาจารย์สุภาภรณ์ ศิริโสภณา ผู้วิจัยซาบซึ้งในความเมตตาและขอกราบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สมจิต สวธน์ไพบุลย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ชัย หึงษ์ประยูร ดร.ปรีชาญ เดชศรี ดร.นฤมล ยุตาคม ดร.พรณี บุญประกอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสาวรัตน์ ภัทรจิตินันท์ อาจารย์อุบล พึ่งเพียร อาจารย์อุบลรัฐ คล้ายรอด อาจารย์ศิริพร มโนพิเชษฐวัฒนา อาจารย์ดาวลย์ เสริมบุญสุข ที่กรุณาให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และมีค่ายิ่งต่อการวิจัยอันทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ หัวหน้าหมวดวิทยาศาสตร์ คณะครูหมวดวิทยาศาสตร์ คณะครูอาจารย์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โรงเรียนโยธินบูรณะ ที่อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาในการดำเนินการทดลอง และขอขอบใจผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ถึง 5/5 และผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/5 และ 4/6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินการทดลองในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการเขตประปาบางซื่อ คุณสุวิชา จิรจิตต์กุล คุณพีรพัฒน์ ผิวดา คุณวันทนี เจียมสินดี คุณพรณี แก้วประสิทธิ์ คุณสุมาลี หึงษ์ประยูร คุณสมชาย ศรีมหาเอก ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการทำสื่อเพื่อใช้ทดลองในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ เพื่อนนิสิตรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัย หลายท่านที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวก ใฝ่ถาม ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอจนให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณอันยิ่งใหญ่ของบิดา มารดา พี่ชาย ผู้ให้ความรัก กำลังใจ ความเมตตา ความห่วงใยและสนับสนุนให้ได้รับการศึกษาเป็นอย่างดีโดยตลอด รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้แก่ผู้วิจัยจนกระทั่งประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

นันทนัช จิระศึกษา

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
สมมติฐานในการวิจัย	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
เอกสารเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลง	9
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการ	21
เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี -	
สังคม	31
เอกสารเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม	41
เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอนแบบบูรณาการตามแบบ	
วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	53
เอกสารเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4	
แนวการจัดการศึกษา	55
เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	57
เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	62
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	86
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	86
เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	88
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	88
การเก็บรวบรวมข้อมูล	94
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล	93
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	98
4 การวิเคราะห์ข้อมูล	102
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	102
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	102
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	107
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	107
สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า	107
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	108
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	109
อภิปรายผล	110
ข้อเสนอแนะ	121
บรรณานุกรม	124
ภาคผนวก	137
ภาคผนวก ก	138
ตัวอย่างแผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	139
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว431) เรื่องสารและ การเปลี่ยนแปลง	147
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	155

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ข	172
เอกสารประกอบแผนการเรียนหน่วยที่ 1	173
ภาคผนวก ค	234
คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี	235
คุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	237
ภาคผนวก ง	241
ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน.....	242
ผลการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน	246
ภาคผนวก จ	250
คะแนนแบบทดสอบของกลุ่มทดลองจากการทดสอบตามแผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4	251
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย	253
ประวัติย่อผู้วิจัย	254

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี – สังคม.....	37
2	การเปรียบเทียบขบวนการกลุ่มทางด้านสังคมกับขบวนการกลุ่มทางด้านจิตใจ	45
3	แบบแผนการทดลอง	87
4	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงก่อน การสอนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	103
5	เปรียบเทียบผลการทดลองวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนการทดลองและ หลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ -เทคโนโลยี – สังคม.....	104
6	เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อน การสอนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม	105
7	แสดงการเปรียบเทียบผลการทดลองวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ก่อนการสอนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี – สังคม	106
8	คะแนนของกลุ่มที่ได้จากแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4	113
9	ใบประเมินผู้เรียนภายในกลุ่ม	114
10	ใบกลุ่มผู้เรียนประเมินกลุ่มผู้เรียน	115
11	ใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียน	117
12	ใบผู้เรียนประเมินผู้สอน	118

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
13	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง	235
14	ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง	236
15	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	237
16	ค่า p, q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์	238
17	คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	242
18	คะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	246
19	คะแนนแบบทดสอบภายในแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4	251

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	57
2 ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในแต่ละหน่วย	97

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาเคมี เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศให้เจริญก้าวหน้าและมีส่วนเกี่ยวข้องกับปัจจัยสี่ ซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ประเทศไทยจึงได้มีการบรรจุหลักสูตรวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาขึ้นเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2452 (เทอด แก้วศิริ. 2541 : 1 - 9) และได้มีการปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรวิชาเคมีให้มีความเหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงสภาพสังคม ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การสอนวิชาเคมีที่เน้นเนื้อหาเพื่อนักวิทยาศาสตร์จึงได้เปลี่ยนจุดเน้นให้คนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจและใช้ประโยชน์จากเคมี มาเป็นการสอนเคมีเพื่อสังคม (สุนีย์ คล้ายนิล. 2535 : 65 - 66)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีที่ผ่านมาสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2543 : 1 - 2) ได้ทำการปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับระบบการศึกษา เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนในด้านกระบวนการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหาทักษะการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่กล่าวถึงแนวการจัดการศึกษาไว้ในหมวด 4 มีสาระสำคัญที่กล่าวถึงแนวการจัดการศึกษา สาระการเรียนรู้ และกระบวนการเรียนรู้ไว้ในมาตรา 22 ,23 และมาตรา 24 โดยเน้นการจัดการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น แก้ปัญหาเป็น มีนิสัยรักการเรียนรู้ จัดบรรยากาศสิ่งแวดล้อมและแหล่งวิทยาการให้เอื้อต่อการสร้างแรงจูงใจให้เกิดการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 2 - 8)

อย่างไรก็ตามจากการประเมินผลความก้าวหน้าทางการศึกษาแห่งชาติ NAEP (The National Assessment of Education Progress) พบว่าพัฒนาการทางการคิดของผู้เรียนยังไม่มีพัฒนาเนื่องจากผู้เรียนนำความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิต

ประจำวันสูงแต่มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ (วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2533) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพการศึกษากรมวิชาการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางเรียนของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มวิทยาศาสตร์ ในด้านการคิด และแก้ปัญหาการพัฒนาสังคม และการพัฒนาสุขอนามัยโดยเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 50.07 ซึ่งจะต้องพัฒนาให้สูงขึ้นอีก(กระทรวงศึกษาธิการ. 2541 : 7) ความรู้ ความสามารถของผู้เรียนโดยเฉลี่ย วิชาเคมีต่ำกว่าเกณฑ์การประเมินร้อยละ 7.66 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2542 : 16) ในด้านกระบวนการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาวิทยาศาสตร์ (เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์) ผู้เรียนร้อยละ 70 มีการประเมินคุณภาพที่ต้องปรับปรุง สำหรับกระบวนการใช้หลักสูตรยังขาดผลสัมฤทธิ์ในเรื่องการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ และกระบวนการที่ให้ผู้เรียนนำไปใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2543 : 8 , 13) ดังที่อัญชลี สารรัตน์ (2542 : 27 - 31) กล่าวไว้ว่าหลักสูตร และการสอนแบบเดิมที่ยึดเนื้อหาวิชาเป็นหลัก และยึดครูเป็นศูนย์กลาง ทำให้ผู้เรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ของวิชาที่เรียนกับโลกของความจริง ทำให้ผู้เรียนไม่เห็นประโยชน์ของสิ่งที่เรียนขาดทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนซึ่งเป็นผลผลิตของหลักสูตรและการสอนแบบเดิม จึงไม่มีความเข้มแข็งพอที่จะอยู่ได้ในสังคม

สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ซึ่งยังไม่บรรลุผลเท่าที่ควรดังกล่าวข้างต้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เหล่านั้นให้ดีขึ้นด้วยการค้นหาวิธีสอนที่เหมาะสมและสามารถปรับใช้ให้สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เพิ่มมากขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อให้ผู้เรียนบูรณาการความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อม (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541 : 13 - 17) และเปลี่ยนวิธีการเรียนจากการเน้นเนื้อหา และการท่องจำมาเป็นแบบที่เน้นการสงสัย การถามคำถาม การค้นคว้า การคิด การทดลองและเปลี่ยนวิธีการสอบเข้ามหาวิทยาลัยมาเป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ความสามารถในการบูรณาการเนื้อหาวิชาที่เรียนมาว่ามีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ได้มากน้อยเพียงใดถ้าทำเช่นนี้ได้จะกลายเป็นแรงจูงใจทางบวกให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาส่วนใหญ่ รู้จักคิดแบบวิทยาศาสตร์มากขึ้น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2541 : 33 - 34)

จากการประชุมกลุ่มครูวิชาเคมีจำนวน 1,844 คน ซึ่งจัดโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (พงษ์ชัย ศรีจันทร์. 2543 : 23 - 28) ได้เสนอให้มีการสอดแทรก เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะเรื่องของสิ่งแวดล้อมและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมไว้ในหลักสูตรด้วยเหตุผลดังกล่าวได้มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอแนวทางการเรียนรู้ไว้หลายแนวทาง แนวทางหนึ่ง คือ แนวทางการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม พบว่า ทำให้ผู้เรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น (รพีพร โตไทยะ. 2540 : บทคัดย่อ) และนักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Owens. 1990 : 92 - 96)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงได้นำการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี - สังคม มาทดลองสอน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อนำผลสรุปจากการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพสังคมและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ความสำคัญของการวิจัย

1. เพื่อเป็นประโยชน์แก่ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ในการใช้เป็นแนวทาง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม
2. เพื่อเป็นประโยชน์แก่นักการศึกษาและนักพัฒนาหลักสูตร ในการนำไปใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ตามแบบเรียนวิชาเคมี (ว 431) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 260 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 52 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 1 ห้องเรียนจากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้อง เป็นกลุ่มทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 6 สัปดาห์ ๆ ละ 4 คาบๆ ละ 50 นาที จัดเวลาเรียนเป็น 2 วันต่อสัปดาห์ วันละ 2 คาบต่อเนื่อง รวมทั้งสิ้น 24 คาบ

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอน 1 วิธี คือ

การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การสอนที่นำเนื้อหาภายในวิชาไปสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง โดยจัดเนื้อหาวิชาเป็นหน่วย และใช้ทักษะกระบวนการกลุ่มในการดำเนินกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ เจตคติ ทักษะ และประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง

2. การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมเข้าด้วยกันโดยเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จริงหรือภาพเหตุการณ์ที่ปรากฏเป็นปัญหาในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม จากการใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยดำเนินการสอนตามลำดับขั้นของ อเดบอเลต และคณะ (Adebolaet, et al. 1995) ประกอบด้วยกิจกรรมการสอน 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นสงสัย คือ ขั้นที่ผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาจากภาพเหตุการณ์ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยใช้ภาพเหตุการณ์เป็นสื่อเร้า หลังจากนั้น ผู้เรียนบันทึกคำถามเพื่อค้นหา คำตอบ

2.2 ขั้นวางแผน คือ ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน อภิปรายเพื่อหาข้อสรุปจากปัญหาที่กำหนดขึ้น

2.3 ขั้นค้นหาคำตอบ คือ ขั้นที่ผู้เรียนทำการทดลองและค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งการเรียนรู้

2.4 ขั้นสะท้อนความคิด คือ ขั้นที่ผู้เรียนเสนอผลการเรียนรู้โดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติ

2.5 ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ คือ ชั้นที่ผู้เรียนนำเสนอสิ่งที่จะนำไปปฏิบัติเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้เรียนในห้องเรียน

2.6 ชั้นนำไปปฏิบัติ คือ ชั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปเผยแพร่ในชีวิตจริงนอกห้องเรียน

3. สื่อประกอบการสอน หมายถึง วิดีทัศน์ รูปภาพ ข่าวหนังสือพิมพ์ การ์ตูน ที่ผู้สอนเลือกใช้เป็นสถานการณ์ตัวอย่างกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดต่อเนื่องกับเนื้อหาที่จะใช้สอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดความสามารถด้านต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย ดีความ ขยายความและแปลความโดยอาศัยข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด กฎ หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

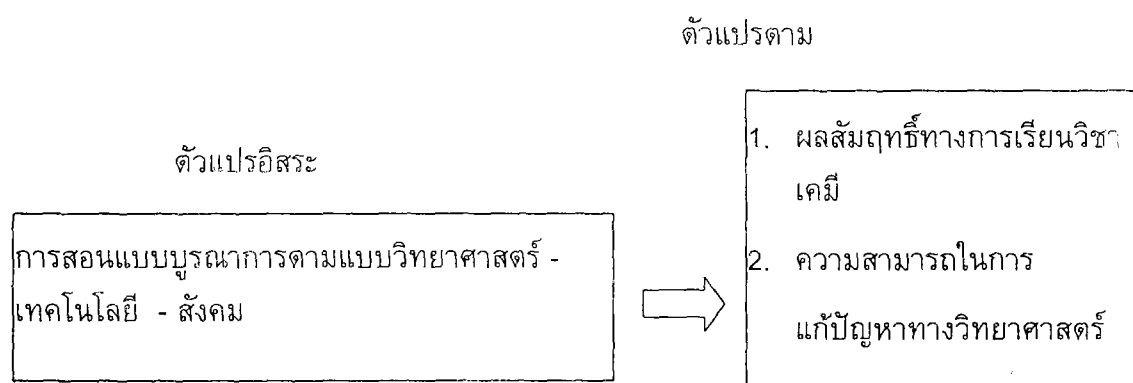
4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภท การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การตีความข้อมูลและลงข้อสรุป ซึ่งวิเคราะห์แล้วว่ามีความสัมพันธ์เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาการระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการระบุวิธีการแก้ปัญหาตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เวียร์ (Weir . 1974 : 17) ได้สรุปไว้ 4 ขั้นจากข้อความหรือรูปภาพที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

- 5.1 ชั้นระบุปัญหา
- 5.2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา
- 5.3 ชั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา
- 5.4 ชั้นตรวจสอบผลลัพธ์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้สร้างกรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแนวทางในการสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนสอบหลัง (One Group Pretest Posttest Design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 60 - 61)

ทดสอบสมมติฐานโดยใช้ t - test แบบ Dependent Samples (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165)

สมมติฐานในการวิจัย

1. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
2. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับสารและการเปลี่ยนแปลง
2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการ
3. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
4. เอกสารเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม
5. เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
6. เอกสารเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา
7. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
8. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารเกี่ยวกับเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

สสาร ประกอบด้วยอนุภาคที่เล็กที่สุดเรียกว่า อะตอม ภายในอะตอม ประกอบด้วย อนุภาคมูลฐาน (Fundamental Particles) ได้แก่ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน อิเล็กตรอน เป็นอนุภาคที่เบาที่สุดในจำพวกอนุภาคพื้นฐานทั้งสาม มีประจุเป็นลบและมี ค่าประจุเป็น 1.6022×10^{-19} coulomb (C) หรือ 4.8033×10^{-10} esu หนึ่งคูลอมบ์ (coulomb) เป็นปริมาณไฟฟ้าที่มีกระแสหนึ่งแอมแปร์ ไหลผ่านจุดที่กำหนดให้ในวงจรในเวลาหนึ่งวินาที หนึ่งคูลอมบ์มีค่าเท่ากับ 2.996×10^9 esu มีเครื่องหมายเป็น -1 ในหน่วยของประจุ โปรตอน มีน้ำหนักประมาณ 1836 เท่าของอิเล็กตรอนและมีประจุบวกเป็น 4.803×10^{-10} esu (1.602×10^{-19} C) มวลของโปรตอนมีค่าเป็น 1.673×10^{-24} กรัม (1.673×10^{-27} kg) มีเครื่องหมายเป็น $+1$ ในหน่วยของประจุ

นิวตรอน เป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุหรือเป็นกลางทางไฟฟ้า มวลของนิวตรอนมากกว่า มวลของโปรตอนเล็กน้อย คือ มวลของนิวตรอนหนัก 1.675×10^{-24} กรัม (ประภาณี เกษมศรี ณ อยุธยา. 2523 : 1 – 17)

1.1 สมบัติของสสาร

สสารเป็นสิ่งที่ต้องการที่อยู่และมีมวล (Mass) สสารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ลักษณะที่สามารถบอกได้ว่าสารหนึ่งแตกต่างจากอีกสารหนึ่ง เรียกว่า สมบัติ (Properties) สมบัติที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงจากสารหนึ่งไปเป็นสารอื่น ๆ เรียกว่า สมบัติทางเคมี (Chemical Properties) สมบัติที่เกี่ยวข้องกับการไม่เปลี่ยนส่วนประกอบของสาร เรียกว่า สมบัติทางกายภาพ (Physical Properties) (ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2522 : 19)

การเปลี่ยนแปลงสารชนิดหนึ่งเป็นสารอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีการเปลี่ยนทั้งสมบัติและ ส่วนประกอบของสารเรียกว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical Change) ส่วนการเปลี่ยนแปลงที่ไม่มีการเปลี่ยนส่วนประกอบของสาร เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical Change) เราสามารถนำสมบัติของสารไปใช้เป็นเกณฑ์ ในการจำแนกสารเป็นหมวดหมู่ ได้ดังนี้ (อุดม ศรีโยธา และพิมล เรือนวัฒนา. 2521 : 10 – 11)

1. สารเนื้อเดียว (Homogeneous Substance) เป็นสารที่มองดูด้วยตาเปล่าเห็น เป็นสารกลมกลืนกันตลอด แบ่งออกได้เป็น

1.1 สารบริสุทธิ์ (Pure Substance) เป็นสารที่เนื้อสารนั้นมีสารเพียงชนิดเดียว ไม่มีสารอื่นปะปนอยู่ แบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

1.1.1 ธาตุ (Compound) เป็นสารบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอมชนิดเดียวไม่สามารถแยกออกด้วยวิธีการทางเคมีธรรมดา ธาตุแบ่งออกได้เป็น โลหะ อโลหะ และ กึ่งโลหะ

โลหะ (Metals) มีคุณสมบัตินำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดี จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูงมีความเป็นมันวาว สามารถตีแผ่เป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นลวดได้ โลหะส่วนใหญ่จะเป็นของแข็งที่อุณหภูมิห้อง ยกเว้นปรอท (Hg) ที่เป็นของเหลว โลหะสามารถอยู่อย่างอิสระได้ ไม่รวมตัวกันเอง และโลหะสามารถรวมตัวกันกับอโลหะเกิดเป็นสารประกอบได้ เช่น โลหะออกไซด์ โลหะซัลไฟด์ โลหะคลอไรด์ เป็นต้น

อโลหะ (Non - Metal) มีคุณสมบัติที่ตรงกันข้ามกับโลหะ คือ จะไม่สามารถนำ ความร้อน และนำไฟฟ้าได้ จุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ ไม่เป็นมันวาว ตีแผ่เป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นลวดไม่ได้ อโลหะที่เป็นของแข็ง เช่น คาร์บอน (C) กำมะถัน (S) ส่วนอโลหะที่เป็นแก๊สจะประกอบด้วยธาตุ 2 ตัวรวมกันอยู่ เช่น ไนโตรเจน (N_2) ออกซิเจน (O_2) เป็นต้น นอกจากนี้อโลหะยังสามารถรวมตัวกับอโลหะเกิดเป็นสารประกอบได้ เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นต้น

กึ่งโลหะ (Mettaloid) เป็นธาตุที่มีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะและอโลหะ มีอยู่ 8 ธาตุ ได้แก่ ธาตุโบรอน (B) , ธาตุซิลิคอน (Si) , ธาตุเจอร์เมเนียม (Ge) , สารหนู (Arsenic; As) , พลวง (Antimony; Sb) , ธาตุเทลลูเรียม (Te) , ธาตุพอลโลเนียม (Po) และธาตุแอสทาทีน (At)

การเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้มีข้อตกลงกันให้ใช้อักษร ตัวแรกของชื่อธาตุในภาษาอังกฤษหรือภาษาลาติน โดยเขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่แต่ถ้าอักษรตัวแรกซ้ำกันให้เพิ่มอักษรตัวถัดไปตัวใดตัวหนึ่งและเขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก (ชัยวัฒน์ เจนวณิชย์. 2522 : 127)

1.1.2 สารประกอบ (Compound) ประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปรวมตัวกันทางเคมีด้วยอัตราส่วนคงที่ ได้องค์ประกอบใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างจากเดิม สารประกอบที่เกิดจากการรวมตัวของไอออนบวกและไอออนลบเรียกว่า สารประกอบไอออนิก (Ionic Compound) นอกจากนี้ยังพบว่าอะตอมยังสามารถรับหรือสูญเสียอิเล็กตรอนมากกว่าหนึ่งตัวทำให้เกิดไอออนที่มีประจุมากกว่าบวก 1 ตัว หรือมากกว่าลบ 1 ตัว จึงอาจกล่าวได้ว่าเมื่ออะตอมที่เป็นโลหะ ทำปฏิกิริยากับอะตอมที่เป็นอโลหะ ซึ่งรวมกันด้วยพันธะไอออนิก (Ionic Bond) อะตอมของโลหะจะให้วาเลนซ์อิเล็กตรอน (Valence Electron) แก่อะตอมของอโลหะ ธาตุหมู่ 1A จึงเกิดเป็นไอออนที่มีประจุ +1 และธาตุหมู่ 2A จะเกิดเป็นไอออนที่มีประจุ +2 ส่วนอโลหะจะทำหน้าที่รับอิเล็กตรอนเพื่อให้จำนวนวาเลนซ์อิเล็กตรอนใกล้เคียงกับแก๊สเฉื่อยหรือเรียกว่าแก๊สมีตระกูล ธาตุหมู่ 7A จะรับอิเล็กตรอน 1 ตัวทำให้กลายเป็นไอออนมีประจุ -1 และธาตุหมู่ 6 A จะกลายเป็นไอออนที่มีประจุ -2

1.2 สารละลาย (Solution) เป็นสารเนื้อเดียวที่เกิดจากสารบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดผสมกันจนกลมกลืนเป็นสารเนื้อเดียว ดังนั้นองค์ประกอบของสารละลาย จึงแบ่งออกเป็น 2 พวก ตัวถูกละลาย (Solute) กับตัวทำละลาย (Solvent) สารละลายมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

2. สารเนื้อผสม (Heterogeneous Substance) คือ สารที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันและสมบัติของสารไม่เหมือนกันตลอด

1.2 ลักษณะสำคัญของสารละลาย

1. สารละลายทุกชนิดเป็นของผสมชนิดสารเนื้อเดียว
2. การพิจารณาตัวถูกละลายและตัวทำละลาย คือ สารใดมีสถานะเหมือนสถานะของสารละลาย สารนั้นเป็นตัวทำละลาย
3. สารละลายบางชนิดอาจมีตัวถูกละลายมากกว่าหนึ่งชนิด แต่ตัวทำละลายมีเพียงชนิดเดียว
4. Azeotrope คือ สารละลายบางชนิดที่มีจุดเดือดคงที่ ณ ความดันบรรยากาศหนึ่งสารละลายนั้นผสมด้วยอัตราส่วนของของเหลวที่คงที่หนึ่ง ทำให้สัดส่วนของไอที่กลั่นออกมาคงที่ และกลั่นออกมาที่อุณหภูมิคงที่ จุดเดือดของ Azeotrope จะสูงกว่าจุดเดือดของของเหลวที่มีจุดเดือดสูงหรือ ต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำ แต่จะไม่อยู่ระหว่างจุดเดือดของ

ของเหลวบริสุทธิ์ทั้งสองชนิดก่อนผสม ปกติแล้วจุดเดือดของ Azeotrope จะต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวที่มีจุดเดือดต่ำมากกว่า

5. สารละลายอิ่มตัว (Saturated Solution) คือ สารละลายที่ตัวถูกละลายไม่สามารถละลายในตัวทำละลายได้อีก ณ อุณหภูมิหนึ่ง

6. สารละลายไม่อิ่มตัว (Unsaturated Solution) คือ สารละลายที่ตัวถูกละลายยังสามารถละลายในตัวทำละลายได้อีก ที่อุณหภูมิหนึ่ง

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลาย การละลายของสารในตัวทำละลายได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถของการละลายของสารดังนี้ (ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2522 : 360 – 362)

1. ชนิดของสาร
2. ความดัน จะมีผลต่อเมื่อเป็นการละลายก๊าซในของเหลว
3. อุณหภูมิ สารส่วนมากเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้การละลายมากขึ้น ส่วนก๊าซโดยทั่วไปและสารบางชนิด เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเข้าไปกลับละลายลดลง

การตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528. 42 – 49) ได้กล่าวถึงการตรวจสอบสารละลายและสารบริสุทธิ์ มีวิธีการดังนี้

1. ใช้วิธีการระเหยแห้ง ถ้าสารที่ต้องการตรวจสอบเป็นของเหลวเนื้อเดียวขั้นแรกให้แบ่งของเหลวนั้นไประเหยจนแห้ง ถ้ามีของแข็งเหลืออยู่แสดงว่าเป็นสารละลาย แต่ถ้าไม่มีของแข็งเหลืออยู่ยังสรุปไม่ได้เพราะอาจเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลายที่เกิดจากของเหลวหรือก๊าซละลายในของเหลวก็ได้ต้องนำของเหลวนั้นไปหาจุดเดือดหรือสังเกตอุณหภูมิขณะเดือดต่อไป

2. ใช้วิธีหาจุดเดือดหรือสังเกตอุณหภูมิขณะเดือด ถ้าสารที่ต้องการทดสอบเป็นของเหลวเมื่อทดสอบโดยวิธีการระเหยแห้งไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์ ก็ให้แบ่งของเหลวนั้นมาหาจุดเดือด ถ้าของเหลวนั้นมีจุดเดือดคงที่หรือมีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่ แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นสารบริสุทธิ์ แต่ถ้าของเหลวนั้นมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นสารละลาย สารบริสุทธิ์มีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่เพราะมีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปองค์ประกอบยังไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนสารละลายมี

องค์ประกอบมากกว่าหนึ่งชนิด ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปสารที่มีจุดเดือดต่ำอุณหภูมิสูงขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิขณะเดือดของสารละลายสูงขึ้น

3. ใช้วิธีหาจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็ง จุดหลอมเหลวคือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว ส่วนจุดเยือกแข็ง คือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็ง จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งของสารหนึ่งก็คือ อุณหภูมิเดียวกัน ถ้าสารที่ต้องการทดสอบว่าเป็นสารละลายหรือเป็นสารบริสุทธิ์มีสถานะเป็นของแข็ง ควรใช้วิธีการหาจุดหลอมเหลว ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวคงที่และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวแคบไม่เกิน 2°C (ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลว คือ ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่สารเริ่มหลอมเหลวจนกระทั่งหลอมเหลวหมด) แต่ถ้าเป็นสารละลาย (สารไม่บริสุทธิ์) จุดหลอมเหลวจะไม่คงที่และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง

สารที่ไม่บริสุทธิ์ นอกจากจะมีจุดหลอมเหลวไม่คงที่แล้วยังมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบในสารไม่บริสุทธิ์นั้น

ในการหาจุดหลอมเหลวของสารละลายหรือสารไม่บริสุทธิ์อื่น ๆ เหตุที่มีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง เพราะของแข็งแต่ละชนิดที่ปนกันอยู่หลอมเหลวไม่พร้อมกัน

การหาจุดหลอมเหลวของสารนอกจากใช้พิสูจน์ได้ว่าเป็นสารบริสุทธิ์ หรือสารไม่บริสุทธิ์แล้วยังสามารถใช้พิสูจน์ได้ว่าเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ ถ้าสาร 2 ชนิดมีจุดหลอมเหลวไม่เท่ากันแสดงว่าเป็นสารต่างชนิดกัน ถ้ามีจุดหลอมเหลวเท่ากันยังสรุปไม่ได้ ต้องนำของแข็งทั้งสองชนิดนั้นมาผสมกันแล้วหาจุดหลอมเหลวใหม่ ถ้ายังคงมีจุดหลอมเหลวเท่าเดิมแสดงว่าเป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ถ้ามีจุดหลอมเหลวลดลง แสดงว่าเป็นสารต่างชนิดกัน

ถ้าสารที่ต้องการทดสอบว่าเป็นสารบริสุทธิ์ หรือเป็นสารละลาย (สารไม่บริสุทธิ์) เป็นของเหลวนอกจากใช้วิธีการหาจุดเดือดแล้วยังสามารถใช้วิธีหาจุดเยือกแข็งก็ได้ คือ ถ้ามีจุดเยือกแข็งคงที่แสดงว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ถ้ามีจุดเยือกแข็งไม่คงที่แสดงว่าเป็นสารละลาย

ในการหาจุดเยือกแข็งของของเหลว ถ้าต้องการพิสูจน์ว่าของเหลวตัวอย่าง 2 ชนิด เป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ ให้หาจุดเยือกแข็งของของเหลวแต่ละชนิด ถ้ามีจุดเยือกแข็งต่างกัน แสดงว่าเป็นของเหลวต่างชนิดกัน ถ้ามีจุดเยือกแข็งเท่ากันให้นำของเหลวทั้ง 2 ชนิดผสมกันแล้วหาจุดเยือกแข็งอีกครั้งหนึ่งถ้าจุดเยือกแข็งยังคงเท่าเดิมแสดงเป็นของเหลวชนิดเดียวกัน ถ้ามีจุดเยือกแข็งลดลงแสดงว่าเป็นของเหลวต่างชนิดกัน

1.3 สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย

ประกาศรี เกษมศรี ณ อยุธยา (2523 : 10 – 11) ได้กล่าวถึงสารละลาย คอลลอยด์ และสารแขวนลอย ดังนี้

สารละลาย (Solution) เป็นสารเนื้อเดียว อนุภาคของตัวถูกละลายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10^{-7} เซนติเมตร อนุภาคนี้สามารถลอดผ่านกระดาษกรองและเซลโลเฟนได้

คอลลอยด์ (Colloid) เป็นสารเนื้อเดียว อนุภาคของตัวถูกละลายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 10^{-7} - 10^{-4} เซนติเมตร อนุภาคนี้สามารถผ่านกระดาษกรองได้แต่ไม่ผ่านเซลโลเฟน อนุภาคของคอลลอยด์ มีขนาดใหญ่ เมื่อแสงตกกระทบจะเกิดการกระเจิงของแสง ทำให้มองเห็นเป็นลำแสง เรียกว่า “ปรากฏการณ์ทินดอลล์” (Tyndall Effect) ส่วนสารละลาย อนุภาคมีขนาดเล็ก จะไม่เกิดปรากฏการณ์ทินดอลล์

สารแขวนลอย (Suspension) เป็นสารเนื้อผสมแต่บางชนิดอนุภาคมีขนาดเล็ก อาจมองเห็นเสมือนเป็นสารเนื้อเดียว อนุภาคของตัวถูกละลายมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 10^{-4} เซนติเมตร อนุภาคนี้ไม่สามารถผ่านกระดาษกรองและเซลโลเฟน

1.4 การแยกสารผสม

การแยกสารผสมออกจากกันเป็นวิธีการทำสารให้บริสุทธิ์หรือเป็นวิธีการแยกสารที่ต้องการออกจากสารผสมนั้นได้ มีหลายวิธี เช่น การกลั่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การตกผลึก การระเหิด การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้แม่เหล็กดูด การโครมาโตกราฟี ฯลฯ การแยกสารผสมสามารถทำได้ดังนี้ (วัชรวิ ชาติกิตติคุณวงศ์ 2539 : 38 – 44)

1. การกรอง (Filtration) คือ การแยกสารที่เป็นของแข็งออกจากของเหลวโดยที่ของเหลวที่จะแยกออกจากกันต้องเป็นสารเนื้อผสมที่มีของแข็งแขวนลอยอยู่ในของเหลว เช่น การแยกกัมมะถันออกจากน้ำโดยการกรอง

2. การตกตะกอน (Precipitation) คือ การแยกของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในของเหลวออกจากกันโดยนำของผสมที่เป็นสารละลายตั้งทิ้งไว้ให้สารแขวนลอยนั้นค่อย ๆ ตกตะกอนนอนกัน การตกตะกอนบางครั้งสารที่เป็นตะกอนเบามาก ตกตะกอนลำบากเพื่อให้ตะกอนเหล่านี้ตกเร็วขึ้นจึงต้องใช้แรงเหวี่ยงด้วยเครื่องเซนตริฟิวส์ เช่น การแยกดินที่ปนอยู่กับน้ำออกจากกัน

3. การตกผลึก (Crystallization) คือ การแยกของแข็งออกจากของเหลวโดยที่ของผสมที่จะแยกเป็นสารเนื้อเดียวในรูปสารละลายที่เป็นของเหลวของแข็งที่แยกออกมาจะตกผลึก เมื่อทำให้สารละลายอิ่มตัว

4. การใช้กรวยแยก (Fractional Column) คือ การแยกสารที่เป็นของเหลวออกจากสารเนื้อผสม (ของเหลว + ของเหลวที่ไม่ละลายกัน) และแยกชั้นกันอยู่ เช่น แยกน้ำและน้ำมันหมู่ออกจากกัน โดยการนำสารผสมนี้ไปเทลงในกรวยแยก ตั้งทิ้งไว้ น้ำมีความหนาแน่นมากกว่าจะอยู่ข้างล่าง ส่วนน้ำมันซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าจะอยู่ข้างบน แล้วค่อยเปิดก๊อกของกรวยแยกไขแยกน้ำออกมาก่อน และแยกน้ำมันออกมาทีหลัง

5. การสกัดด้วยตัวทำละลาย (Extract of Solution) คือ การแยกสารออกจากของผสมเนื้อเดียวที่อยู่ในรูปสารละลาย โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น การสกัดน้ำหอมออกจากดอกไม้ การสกัดคลอโรฟิลล์ออกจากใบของพืช สารที่จะแยกต้องละลายในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง ได้ดีกว่าอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ตัวทำละลายทั้งสองชนิดไม่รวมกันเป็นสารเนื้อเดียวกัน ตัวทำละลาย ที่นิยมใช้คือ น้ำ สารอินทรีย์ อีเทอร์ เบนซิน โทลูอิน คลอโรฟอร์ม คาร์บอนเตตระคลอไรด์ เพนเทน และเฮกเซน

6. การกลั่น (Distillation) เป็นวิธีการทำของเหลวให้บริสุทธิ์ที่ดีที่สุด โดยการนำของเหลวในรูปสารละลายที่จะแยกให้กลายเป็นไอ แล้วควบแน่นกลายเป็นของเหลวใหม่ การกลั่นแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. การกลั่นแบบธรรมดา (Simple Distillation) มีหลักการดังนี้

1. สารที่กลั่นต้องเป็นสารละลายสถานะของเหลว
2. สารที่จะแยกออกจากกันจะต้องมีจุดเดือดต่างกันมาก

ในการกลั่นนิยมใส่เศษกระเบื้อง (Boiling Stone) ลงไปด้วยเพื่อช่วยลดความรุนแรงของสารละลายขณะเดือดได้ และต้องคอยให้ความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะกลั่นสารที่มีจุดเดือดต่ำออกมาก่อน

2. การกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) มีหลักการดังนี้

1. สารที่กลั่นต้องเป็นสารละลายมีสถานะของเหลวเนื้อเดียว
2. สารที่จะแยกต้องมีจุดเดือดต่างกันไม่มากนัก

การแยกสารในสารละลายที่มีจุดเดือดใกล้เคียงใช้วิธีการกลั่นลำดับส่วนโดยใช้คอลัมน์ลำดับส่วน (Fractional Column) ติดตั้งเหนือขวดกลั่นเพื่อเป็นตัวทำให้พื้นที่มาก ๆ เพื่อให้ไอของของเหลวลอยไปกระทบผิวแก้วของคอลัมน์ได้มาก และไอบางส่วนจะควบแน่นตกลงมาเป็นของเหลว เมื่อสวนทางกับไอที่ขึ้นมาข้างบนก็จะแลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งกันและกัน ทำให้ไอของเหลวที่ควบแน่นนั้นมีสภาพกึ่งเป็นไอกึ่งเป็นของเหลวอยู่สมดุลกันภายในคอลัมน์

ขณะที่ของเหลวในคอลัมน์ได้รับความร้อนจากไอของเหลวบางส่วน ที่มีจุดเดือดต่ำจะกลายเป็นไอลอยขึ้นไป เมื่อให้ความร้อนแก่ไอส่วนอื่นๆ แล้วก็จะเย็นลง ไอบางส่วนที่มีจุดเดือดสูงจะควบแน่นเป็นของเหลวตกลงมา วนเวียนกันเช่นนี้เรื่อยไป จะเห็นว่าส่วนที่เป็นไอประกอบด้วยสารที่มีจุดเดือดต่ำเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะลอยแยกไปถึงส่วนบนของคอลัมน์แล้วออกมาทางเครื่องควบแน่น ส่วนของเหลวที่ควบแน่นในคอลัมน์จะประกอบด้วยส่วนที่มีจุดเดือดสูงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะตกลงมาเป็นของเหลวอยู่ในขวดกลั่น

หนึ่งในการกลั่นลำดับส่วนมีประสิทธิภาพสูง ต้องใช้คอลัมน์ชนิดยาวและหุ้มตัวคอลัมน์ด้วยฉนวน ทำให้สามารถแยกของเหลวที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันออกจากกันได้ดีขึ้น

3. การกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation) มีหลักการดังนี้

1. สารที่จะแยกโดยการกลั่นด้วยไอน้ำต้องเป็นสารระเหยง่าย
2. สารที่จะแยกต้องไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ
3. สารที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ เช่น กลั่นน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส กะเพรา โหระพา เปลือกของผลจากมะกรูด มะนาว
4. การกลั่นสารอินทรีย์ด้วยไอน้ำ ทำให้สารอินทรีย์ที่มีจุดเดือดสูงกลายเป็นไอออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของมันเอง

1.5 โครมาโตกราฟี

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 74 – 75) ได้กล่าวถึงโครมาโตกราฟีว่า เป็นเทคนิคการแยกสารให้บริสุทธิ์จากของผสม และสารที่จะแยกออกจากกันได้โดยอาศัยสมบัติของสารต่างชนิดมีความสามารถละลายในตัวทำละลาย และถูกตัวดูดซับดูดไว้ได้ต่างกัน

ลักษณะสำคัญของโครมาโตกราฟี

1. ส่วนประกอบในการทำโครมาโตกราฟี ประกอบด้วย

- 1.1 ตัวดูดซับ (Absorbent) ได้แก่ กระดาษกรอง หรือกระดาษโครมากราฟี หรือผง อะลูมินา (Al_2O_3) กับซิลิกาเจล (SiO_2)
- 1.2 ตัวทำละลาย (Solvent) ได้แก่ น้ำ สารอินทรีย์ต่างๆ เช่น แอลกอฮอล์ อะซีโตน เฮกเซน อีเทอร์ เป็นต้น

การใช้ตัวดูดซับชนิดใด หรือจะใช้ตัวทำละลายชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของโครมาโตกราฟี ที่ทำ

2. สารที่ต้องการจะแยก สารใดละลายในตัวทำละลายได้ดีจะถูกตัวดูดซับไว้ไม่ดี จะเคลื่อนที่เร็วได้ระยะทางมาก แยกออกมาก่อน และสารใดละลายในตัวทำละลายได้ไม่ดีจะถูกตัวดูดซับดูดไว้ไม่ดี จะเคลื่อนที่ช้า ได้ระยะทางสั้น แยกออกมาทีหลัง

3. สารที่นำมาทำโครมากราฟี ถ้าแยกได้ส่วนประกอบหลายส่วน (คือหลายช่วงหรือหลายสี) สารนั้นเป็นสารไม่บริสุทธิ์ เช่น นำสารตัวอย่างหนึ่งมาแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟี พบว่ามีส่วนประกอบ 3 ส่วน แสดงว่าสารตัวอย่างเป็นสารไม่บริสุทธิ์มีสารผสมอย่างน้อย 3 ชนิด

4. สารตัวอย่างที่นำมาแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟี ถ้าสารตัวอย่างนั้นแยกได้สีเดียว ส่วนประกอบเดียวก็อาจจะสรุปได้ว่าสารนั้นน่าจะเป็นสารบริสุทธิ์หรืออาจจะเป็นสารไม่บริสุทธิ์ก็ได้ในกรณีที่แยกสารที่ไม่มีสีปนออกด้วย ซึ่งที่จริงอาจจะมากกว่า 2 สารคือ สารพวกหนึ่งเป็นสารมีสี อีกพวกหนึ่งเป็นสารไม่มีสี

5. สารตัวอย่าง ถ้านำมาแยกโดยใช้โครมาโตกราฟีแล้วพบว่ามีเพียงสีเดียว แต่มีหลายช่วง แสดงว่าสารตัวอย่างนั้นต้องเป็นสารไม่บริสุทธิ์ เพราะสารที่มีสีเหมือนกันและเป็นสารต่างชนิดกันเคลื่อนที่ได้ไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า R_f ของสารนั้น

ชนิดของการทำโครมาโตกราฟี

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 74 – 75) ได้กล่าวถึงชนิดของการทำโครมาโตกราฟี ไว้ดังนี้

1. โครมาโตกราฟีแบบคอลัมน์ (Column Chromatography) เป็นวิธีที่ใช้ตัวดูดซับ เช่น ผงอะลูมินา (Al_2O_3) หรือซิลิกาเจล (SiO_2) บรรจุในคอลัมน์แก้ว แล้วนำสารตัวอย่างที่ต้องการจะแยกมาละลายในตัวทำละลายจำนวนเล็กน้อยมาหยดบนตัวดูดซับ แล้วเติมตัวทำละลายตามลงไปพอชุ่ม ตัวทำละลายก็จะพาสารที่ต้องการจะแยกเคลื่อนที่ลงไปด้วยอัตราเร็วที่ต่างกัน สารที่ละลายในตัวทำละลายได้ดีก็ถูกพาแยกออกก่อนอยู่ล่างสุด ในที่สุดก็จะแยกสารแต่ละชนิดออกมาเป็นสี ๆ ในชั้นของตัวดูดซับ

2. โครมาโตกราฟีแบบกระดาษ (Paper Chromatography) เป็นวิธีที่ใช้ตัวดูดซับเป็นกระดาษกรอง (กระดาษโครมาโตกราฟี) วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกที่สุดในการทำโครมาโตกราฟี

วิธีทำโครมาโตกราฟีแบบกระดาษให้นำสารผสมที่ต้องการแยกมาละลายในตัวทำละลายชนิดหนึ่งแล้วแต้มเป็นจุดเล็ก ๆ ใกล้ริมกระดาษทรงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านำไปจุ่มลงในตัวทำละลาย เพื่อให้ตัวทำละลายซึมผ่านรอยแต้มซึ่งมีสารผสมอยู่ ขณะที่ตัวทำละลายซึมผ่านจะพาสารต่าง ๆ ในสารผสมให้เคลื่อนที่ไปด้วยอัตราเร็วไม่เท่ากัน เมื่อตั้งทิ้งไว้สักครู่หนึ่งก็จะแยกสารแต่ละชนิดออกจากสารผสมได้ สารตัวหนึ่ง ๆ จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ในตัวทำละลายชนิดหนึ่ง ๆ อัตราส่วนของระยะทางที่สารเคลื่อนที่เป็นอัตราส่วนกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ไป เรียกว่า Rate of flow (flow rate) ใช้สัญลักษณ์ย่อว่า R_f ซึ่งเป็นสมบัติประจำตัวของสาร (mixture)

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

ลักษณะสำคัญของค่า R_f

1. ค่า R_f ไม่มีหน่วย
2. ค่า R_f มีค่าไม่เกิน 1
3. สารที่มีค่า R_f เท่ากับ 1 แสดงว่าสารนั้นละลายในตัวทำละลายได้ดีมาก ตัวดูดซับดูดสารนั้นไว้ไม่ดี สารนี้เคลื่อนที่ไปตามตัวทำละลายได้เท่ากัน
4. สารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายและตัวดูดซับเดียวกันจะมีค่า R_f เท่ากันเสมอ แต่ถ้าเป็นสารต่างชนิดกันละลายในตัวทำละลายและตัวดูดซับเดียวกันจะมีค่า R_f ต่างกัน หรือสารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายและตัวดูดซับต่างกันจะมีค่า R_f ต่างกันด้วย
5. สารชนิดเดียวกันละลายในตัวทำละลายที่เป็นสารละลายแต่ความเข้มข้นต่างกัน ถึงแม้จะใช้ตัวดูดซับเดียวกันก็จะมีค่า R_f ต่างกันเสมอ

ข้อดีของโครมาโตกราฟี

1. ใช้ทดสอบสารตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ ได้
2. ใช้แยกส่วนประกอบต่าง ๆ ในของผสมออกจากกันได้
3. ใช้แยกสารตัวอย่างได้ทั้งที่มีสีและไม่มีสี
4. ใช้หาปริมาณของสารแต่ละชนิดในสารผสมว่ามีปริมาณเท่าใด
5. ใช้หาว่าในสารผสมต่าง ๆ มีสารอะไรอยู่บ้าง

ข้อจำกัดของการทำโครมาโตกราฟี

สารที่ปนกันมีความสามารถละลายในตัวทำละลายและตัวดูดซับดูดไว้เกือบเท่ากัน หรือค่า R_f ใกล้เคียงกัน จะไม่นิยมแยกสารเหล่านั้นออกจากกันด้วยวิธีโครมาโตกราฟี ถ้ายังต้องการแยกสารเหล่านั้นออกจากกัน อาจทำได้โดยการเปลี่ยนชนิดของตัวทำละลายใหม่หรือเพิ่มความยาวของกระดาศที่เป็นตัวดูดซับ

1.6 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

ชัชวพันธ์ เจนวาณิชย์ (2522 : 289 – 292) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบหลังจากการเปลี่ยนแปลงของสาร ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงของสาร คือ ความแตกต่างระหว่างสมบัติของสารก่อนเปลี่ยนแปลงกับสมบัติของสารหลังการเปลี่ยนแปลง และการเปลี่ยนแปลงของสารใดๆ ที่เกิดขึ้นย่อมจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานควบคู่ไปด้วยเสมอ

พลังงาน (Energy) เป็นความสามารถที่ทำงานได้ มีได้หลายรูป เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า ฯลฯ

ความหมายของระบบกับสิ่งแวดล้อม

ระบบ (System) คือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่ภายในขอบเขตที่เราต้องการศึกษา

สิ่งแวดล้อม (Surrounding) คือ สิ่งต่างๆ ที่อยู่นอกขอบเขตที่เราศึกษา

การถ่ายเทพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง

การถ่ายเทพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดความร้อน (Endothermic Change) คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้วมีการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งแวดล้อมมีพลังงานสูงกว่าระบบ

ข. การเปลี่ยนแปลงประเภทคายความร้อน (Exothermic Change) คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแล้วมีการถ่ายเทพลังงานจากระบบเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ เนื่องจากระบบมีพลังงานสูงกว่าสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงประเภทดูดหรือคายพลังงานจำแนกได้ 3 ลักษณะ คือ

1. การเปลี่ยนสถานะ คือ การที่สารเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง เช่น เปลี่ยนจากสถานะของเหลวเป็นไอ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสารที่เกิดขึ้นจะต้องมีพลังงาน

ความร้อนเปลี่ยนแปลงควบคู่กันไปด้วยเสมอ เพียงแต่อาจจะเป็นคายหรือดูดพลังงานเท่านั้น ความร้อนแฝง (Latent Heat) คือ พลังงานความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสารโดยที่อุณหภูมิคงที่ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

ก. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว (Latent Heat of Fusion) คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสารที่มีมวลหนึ่งหน่วยจากของแข็งเป็นของเหลวหมดพอดีโดยมีอุณหภูมิคงที่

ข. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ (Latent Heat Vaporization) คือ ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานะของสาร ที่มีมวลหนึ่งหน่วยจากของเหลวกลายเป็นไอหมดพอดี โดยอุณหภูมิคงที่

2. การเกิดการละลาย เมื่อสารประกอบที่เป็นของแข็งละลายน้ำแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนขึ้น ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 2 ระบบ คือ

ก. การละลายชนิดคายพลังงาน พลังงานความร้อนถ่ายเทจากระบบสู่สิ่งแวดล้อม

ข. การละลายชนิดดูดพลังงาน พลังงานความร้อนถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมออกสู่ระบบ

การละลายของสาร จะมีขั้นตอนเปลี่ยนแปลง 2 ขั้น พร้อมพลังงานที่เปลี่ยนไปด้วย ดังนี้

ขั้นที่ 1 พลังงานที่ใช้ในการแยกสลายสารที่เป็นของแข็งออกเป็นอนุภาคเล็กที่เป็นก๊าซ

พลังงานโครงผลึก (Lattice Energy) คือ พลังงานที่คายออกมาเมื่อไอออนในภาวะก๊าซรวมตัวกันเกิดเป็นสารประกอบไอออนิก 1 โมล

ในทางตรงข้ามเมื่อสารประกอบไอออนิก 1 โมลถูกแยกตัวเป็นไอออนที่เป็นก๊าซก็มีการดูดพลังงานเท่ากับพลังงานโครงผลึกของสารเดียวกันนั้น

ขั้นที่ 2 พลังงานที่คายออกมาเมื่ออนุภาคเล็กๆ ที่เป็นก๊าซเกิดการยึดเหนี่ยวกับโมเลกุลของน้ำ พลังงานนี้เรียกว่า พลังงานไฮเดรชัน (Hydration Energy)

การละลายของสารในน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานเป็นแบบดูดหรือคายพลังงานขึ้นอยู่กับ

ก. ถ้าพลังงานในขั้นที่ 1 (พลังงานโครงผลึก) ดูดเข้าไปมากกว่าพลังงานในขั้นที่ 2 (พลังงานไฮเดรชัน) คายออกมา การละลายของสารนั้นจะเป็นประเภทดูดพลังงาน

ข. ถ้าพลังงานในขั้นที่ 1 (พลังงานโครงผลึก) ดูดเข้าไปน้อยกว่าพลังงานในขั้นที่ 2 (พลังงานไฮเดรชัน) คายออกมา การละลายของสารนั้นจะเป็นประเภทคายพลังงาน

พลังงานกับการละลาย

1. เมื่อก๊าซละลายน้ำจะคายความร้อนออกมา
 2. ถ้าสารประกอบโคเวเลนต์ที่เป็นของแข็งละลายน้ำ จะมีพลังงานความร้อนเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้น
 3. สารประกอบโคเวเลนต์ที่เป็นของเหลวละลายน้ำจะคายพลังงานออกมา
 4. ในกรณีที่พลังงานที่ใช้ในการแยกอนุภาคของสารออกจากกันมีค่าสูงมาก ๆ (คือสูงกว่าพลังงานที่คายออกมาจากเมื่ออนุภาคของสารกับโมเลกุลของน้ำเกิดการยึดเหนี่ยวกัน) เป็นผลทำให้สารที่เป็นของแข็งนั้นไม่ละลายน้ำหรือละลายได้แต่น้อยมาก
3. การเกิดปฏิกิริยาเคมี สารทุกชนิดเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนขึ้นเสมอ

ปฏิกิริยาเคมีถ้าแบ่งในแง่ของการถ่ายเทพลังงานออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic Reaction) คือ ปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายเทพลังงานจากระบบไปสู่สิ่งแวดล้อม มีผลทำให้ระบบมีพลังงานต่ำลง
2. ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic Reaction) คือ ปฏิกิริยาเคมีที่มีการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ระบบ มีผลทำให้ระบบสูงขึ้น

2. เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการ

2.1 ประวัติความเป็นมาของการบูรณาการ

แนวความคิดเรื่องบูรณาการ (Integation) เกิดขึ้นจากความคิดเห็นของนักปรัชญาชาวอังกฤษ จอห์น ลอค (John Lock) ที่เห็นว่า เด็กไม่มีเวลาและกำลังในการที่จะเรียนรู้ได้หมด

ฉะนั้นเด็กจึงต้องสนใจแต่เฉพาะสิ่งที่จำเป็นที่สุด และที่เขาจะใช้บ่อยที่สุดในชีวิต ต่อมาจอห์น ดูย (John Dewey) นักปรัชญาชาวสหรัฐอเมริกาที่มีความเห็นในเรื่องนี้ว่า การให้การศึกษาแก่เด็กนั้น ควรจะนำไปสู่ความเข้าใจเรื่องกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์เพื่อการอยู่รอดของชีวิตตน กิจกรรมใหญ่ ๆ คือ การแสวงหาปัจจัยแห่งการดำรงชีวิต ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม กิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมขั้นพื้นฐานของมนุษย์ จึงย่อมจะทำให้เด็กต้องการที่จะเรียนรู้เอง เห็นเอง ฉะนั้นเด็กย่อมจะเกิดความมั่นใจขึ้นโดยธรรมชาติ จากความคิดนี้ได้มีอิทธิพลและพัฒนาเป็นหลักการบูรณาการ (อรรถวรณ นิยะโต. 2536 : 11) และแนวคิดเรื่องการบูรณาการได้มีวิวัฒนาการดังนี้

ปี พ.ศ. 2473 ได้มีการทำการทดลองศึกษาเรื่องบูรณาการในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นระยะเวลา 8 ปี และได้เรียกการทดลองนี้ว่า “ผลการทดลอง 8 ปี” (The 8 Years Study)

ปี พ.ศ. 2483 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำผลการทดลองมาใช้กันแพร่หลาย ในโรงเรียนทั่วไป และเรียกการศึกษายุคนี้ว่า “การศึกษาแผนใหม่” (Progressive Education)

ปี พ.ศ. 2496 ในประเทศไทยที่วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ได้มีการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการขึ้นเป็นครั้งแรก และสมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย ได้มีการช่วยเผยแพร่ความคิดนี้ออกไปอย่างกว้างขวาง

ปี พ.ศ. 2520 กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้จัดทำหลักสูตรประถมศึกษา ตามหลักการบูรณาการ และได้ทดลองเห็นว่าได้ผลดี กระทรวงศึกษาธิการจึงได้มีการเปลี่ยนแปลง และปรับปรุงหลักสูตร เพื่อจะได้มีการนำความรู้และหลักการบูรณาการไว้ในหลักสูตรอย่างสมบูรณ์

2.2 ความหมายของการบูรณาการ

คำว่า “บูรณาการ” (Integration) ได้มีผู้ให้ความหมายต่าง ๆ ดังนี้

บันลือ พุกกะวัน (2524 : 19) ได้ให้ความหมายของคำว่า บูรณาการ หมายถึง ความสมบูรณ์หรือเพียบพร้อม ทุกด้าน เช่น ร่างกายแข็งแรง อารมณ์ดี ใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาให้ ลุล่วงไปได้หรืออาจกล่าวง่าย ๆ คือ พัฒนาการทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ กาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

ผกา สัตยธรรม (2524 : 18) ได้กล่าวว่า บุรณาการ หมายถึง กระบวนการที่ทำให้บุคคลมีชีวิตอย่างสมบูรณ์ หรือมีชีวิตที่สมดุลในทุก ๆ ด้าน เป็นลักษณะของการสอนที่จะช่วยให้บุคคลเป็นผู้รอบรู้ สามารถคิดได้อย่างกว้างขวางในหลายประเด็น และนำความรู้ที่ได้รับไปแก้ปัญหาความทุกข์ยากให้ลดน้อยลงหรือหมดไป ทำให้เกิดความสมดุลในชีวิต

สุมานิน รุ่งเรืองธรรม (2526 : 33-34) ได้ให้ความหมายของบุรณาการไว้ 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านจิตวิทยา หมายถึง การที่ปรับบุคลิกภาพของผู้เรียนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้เหมาะสมโดยสมบูรณ์ทุกด้าน
2. ด้านการสอน หมายถึง การโยงเนื้อหาวิชาหลายด้านมาปรับเข้าเป็นกลุ่มกิจกรรมเพื่อศึกษาค้นคว้า
3. ด้านสังคม หมายถึง ความสัมพันธ์อันพึงประสงค์ระหว่างนักเรียนแต่ละคนในการปรับตัวเข้ากับผู้อื่นในสังคม ทั้งนี้หมายถึง ความสัมพันธ์อันพึงประสงค์ระหว่างบุคคลและสถาบันต่าง ๆ

กาญจนา คุณารักษ์ (2527 : 183) กล่าวว่า บุรณาการ หมายถึง กระบวนการหรือการปฏิบัติเกี่ยวกับการเรียนรู้ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทางจิตพิสัย และพุทธิพิสัย หรือการปฏิบัติในอันที่จะรวบรวมความคิด มโนภาพ ความรู้ เจตคติ ทักษะและประสบการณ์ในการ แก้ปัญหาเพื่อให้ชีวิตมีความสมดุล

ฉันทนา ภาคบงกช (2528 : 64) กล่าวว่า บุรณาการ หมายถึง การนำประสบการณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อชีวิตมาสัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนได้สัดส่วน มีความสมดุลและสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้ชีวิตมีความสุข

จากความหมายของบุรณาการที่กล่าวมาสรุปได้ว่า บุรณาการ หมายถึง การผสมผสานของเนื้อหา กิจกรรม และกระบวนการที่มาจากจุดประสงค์และความสัมพันธ์กับการดำเนินชีวิตมาเป็นแนวกำหนด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับสภาพจริงสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองได้อย่างสมดุล

2.3 ลักษณะการสอนแบบบูรณาการ

สมิตร คุณากร (2518 : 4) กล่าวว่า การสอนแบบบูรณาการเป็นการสัมพันธ์ความรู้ ซึ่งแยกออกเป็นวิธีย่อยได้ 4 วิธี คือ

1. นำความรู้อื่นที่ใกล้เคียงกับเรื่องที่สอนมาสัมพันธ์กัน
2. นำความรู้เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ ที่เป็นเหตุผลเกี่ยวเนื่องกับเรื่องที่สอนมาสัมพันธ์กัน
3. ปรับงานที่ให้แก่เด็กให้มีลักษณะสอดคล้องกับสภาพเป็นจริงในสังคม
4. พยายามนำสิ่งที่เป็นแกน เข้าไปผนวกกับสิ่งที่กำลังสอนทุกครั้งที่มีโอกาสจะสอดคล้องตรงกัน

บันลือ พุกกะวัน (2524 : 141) ได้กล่าวถึง การสอนแบบบูรณาการว่า

1. เป็นการสอนโดยใช้หน่วยหรือแกนวิชา
2. ต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียน
3. เลือกเนื้อหาและกิจกรรมของกลุ่มวิชาต่าง ๆ ที่สัมพันธ์สอดคล้องกันมาผสมผสาน
4. เลือกเนื้อหาและกิจกรรมให้สอดคล้องกับฤดูกาล
5. เรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาวิชาให้เป็นไปตามขั้นตอน
6. กำหนดเวลาที่จะใช้ในการสอนแต่ละหน่วยไว้ให้เพียงพอ

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการ เป็นการสอนที่นำความรู้อื่นที่ใกล้เคียงมาสอดคล้องให้สัมพันธ์กับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมที่สอนด้วยการจัดลำดับขั้นตอนเนื้อหาวิชาจากง่ายไปหายากโดยคำนึงถึงผู้เรียนในการที่จะนำความรู้ไปใช้ให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของสังคม

2.4 รูปแบบการสอนแบบบูรณาการ

อัญชลี สารรัตนะ (2542 : 29-30) ได้กล่าวถึงมีรูปแบบการสอนแบบบูรณาการไว้ 2 ลักษณะ คือ

1. เป็นการบูรณาการภายในวิชา (Single Subject Interaction) เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวไปสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง และให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ในบริบทที่มีความหมาย ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมาย

2. เป็นการบูรณาการระหว่างวิชาโดยการเชื่อมโยงหรือรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่อง (Theme) เดียวกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในศาสตร์ หรือความรู้ในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป เพื่อแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและใกล้เคียงกับชีวิตจริง แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบย่อยคือ

2.1 การสอนบูรณาการแบบสอดแทรก (Infusion) การสอนรูปแบบนี้ครูผู้สอนในวิชาหนึ่งสอดแทรกเนื้อหาของวิชาอื่น ๆ เข้าไปในการสอนของตนเป็นการวางแผนการสอนโดยครูคนเพียงคนเดียว

2.2 การสอนบูรณาการแบบคู่ขนาน (Parallel Instruction) การสอนตามรูปแบบนี้ครูตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมาวางแผนร่วมกัน เพื่อรวมองค์ประกอบของหัวข้อเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา (Problem) แล้วครูผู้สอนแต่ละวิชาสอนแยกกัน ชั้นงานที่ให้แก่นักเรียนขึ้นอยู่กับครูผู้สอนแต่ละวิชา แต่ทั้งหมดต้องสะท้อนถึงหัวข้อเรื่อง แนวคิดหรือปัญหาที่ระบุไว้ร่วมกัน

2.3 การสอนบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Multidisciplinary Instruction) วิธีการนี้ครูผู้สอนหลายคนจากหลายวิชามาวางแผนร่วมกันที่จะสอนเกี่ยวกับหัวข้อเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา และกำหนดโครงการร่วมกันให้ออกมาเป็นชิ้นงาน แบ่งโครงการออกเป็นโครงการย่อย ครูแต่ละรายวิชาแยกกันสอนให้นักเรียนปฏิบัติตามโครงการย่อยนั้น

2.4 การสอนแบบบูรณาการแบบข้ามวิชาหรือสอนเป็นคณะ (Transdisciplinary Instruction) วิธีการนี้ครูผู้สอนแต่ละรายวิชามาวางแผนร่วมกันในองค์ประกอบของหัวข้อเรื่อง (Theme) แนวคิด (Concept) หรือปัญหา กำหนดเป็นโครงการขึ้นมาและครูทุกคนร่วมกันสอนเป็นคณะ

จากรูปแบบการสอนแบบบูรณาดังกล่าว การเรียนรู้จะเกิดกับผู้เรียนได้นั้นต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ มาเชื่อมโยงกัน ที่สำคัญคือ ความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ตลอดจนเทคนิควิธีการที่จะบูรณาการความรู้ต่างสาขาเข้าไปตามความเหมาะสม ขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้สอนและความร่วมมือระหว่างครูผู้สอนในสาขาวิชาเดียวกันหรือต่างสาขาวิชา จากรูปแบบการสอน

แบบบูรณาการดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้นำการสอนแบบบูรณาการภายในวิชา (Single Subject Interaction) มาใช้ในการทดลองวิจัยโดยบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ไปสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของผู้เรียนและให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริงในส่วนที่มีความหมายในเรื่องวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะทำให้การเรียนของผู้เรียนมีความหมาย

2.5 จุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการ

ลาร์ดิซาเบล (Lardizabal, 1970 : 142) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายในการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาและส่งเสริมให้เด็กรู้สึกปลอดภัย มีความพึงพอใจ มีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของ หมู่คณะและยอมรับผู้อื่น
2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน
3. ช่วยพัฒนาค่านิยม บรรยาภาศในชั้นเรียน จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนจริยธรรมมาตรฐานการทำงาน มาตรฐานของกลุ่ม ความซาบซึ้งในการทำงาน และความซื่อสัตย์
4. ช่วยพัฒนาวินัยในตนเอง โดยส่งเสริมความสามารถในการทำงานและการควบคุมอารมณ์ของผู้เรียน
5. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาการแสดงออก
6. ให้นักเรียนมีโอกาสได้ร่วมกิจกรรมในสังคม เต็มใจที่จะทำงานร่วมกับกลุ่ม และเป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่ม
7. ช่วยวัดผลการเรียนรู้ โดยการแนะนำวิธีตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่ม

จากจุดมุ่งหมายของการสอนแบบบูรณาการกล่าวได้ว่า เป็นการจัดการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านการปรับตัวทางด้านกาย อารมณ์ สังคม และจิตใจ ให้เป็นสมาชิกที่ดีของกลุ่มเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่รับผิดชอบ และร่วมแก้ปัญหาจากการใช้ความสามารถที่มีอยู่ เพื่อทำให้งานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จลุล่วงด้วยดี

2.6 หลักการในการจัดการสอนแบบบูรณาการ

ดุษฎี สัตลวรารค์ (2538 : 59 - 61) ได้กล่าวถึงหลักการในการบูรณาการไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. ยึดจุดประสงค์ในการเรียนรู้ จุดประสงค์เหล่านี้เป็นจุดประสงค์ใหญ่ ๆ ครอบคลุมเนื้อหาของวิชา ซึ่งจะนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เน้นการตอบสนองของหลักสูตรมากกว่าความต้องการของผู้เรียน

2. ยึดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1 ให้ผู้เรียนได้เป็นผู้กระทำ หมายถึง เป็นผู้กระทำที่มีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกกิจกรรมอาการความคิด ความรู้สึก ที่ครอบคลุมด้านหลัก ๆ ของนักเรียน

2.2 สารของกิจกรรมต้องสอดคล้องกับชีวิต สังคม ภูมิหลังของนักเรียน หลักคิดประการนี้เน้นวิธีการมากกว่าหลักสูตรและวิธีสอน

3. ยึดผู้เรียนเป็นหลักในการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียน โดยยึดหลักความสนใจ ความถนัด การมีเวลาของผู้เรียน

เมื่อพิจารณาผลของการใช้หลักคิดทั้งสามในการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว จะเห็นได้ว่าผลที่ออกมาเป็นหน่วยการเรียนรู้ทั้งสิ้น

2.7 หลักการวางแผนกิจกรรมของบูรณาการของหน่วย

กาญจนา เกียรติประวัติ (2528 : 152) ได้เสนอหลักการวางแผนกิจกรรมบูรณาการของหน่วยไว้ว่า ครูผู้สอนควรได้มีการเตรียมตัวอย่างรอบคอบในการวางแผน เพื่อให้สามารถแนะนำแนวทางแก่ผู้เรียนได้ดี โดยการใช้หลักการ 7 ประการต่อไปนี้

1. ผู้เรียนมีความสำคัญมากกว่าเนื้อหาวิชา
2. หน่วยที่ต้องใช้เวลาข้ามวันในการทำกิจกรรมดีกว่าหน่วยสั้น ๆ ที่เสร็จในเวลาเรียน
3. กิจกรรมการเรียนควรเป็นปัญหาในชีวิตจริง ความต้องการ ความสนใจของผู้เรียนเป็นเกณฑ์
4. การเรียนด้วยกระบวนการกลุ่ม
5. ใช้กระบวนการประชาธิปไตย

6. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

7. สร้างบรรยากาศการทำงานที่น่าพึงพอใจแก่ผู้เรียน

สรุปได้ว่าหลักการวางแผนกิจกรรมบูรณาการของหน่วย เป็นการจัดกิจกรรม เพื่อสนองจุดมุ่งหมายหรือแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่ง การเรียนควรเริ่มจากจุดสนใจ แล้วแยกย่อย ไปสู่กิจกรรมจนกระทั่งผู้เรียนสามารถตอบสนองสถานการณ์ที่กำหนดโดยรวมได้

2.8 กิจกรรมของนักเรียนในการสอนแบบบูรณาการ

เทื่อน ทองแก้ว (ม.ป.ป. : 9 - 12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการโดยใช้กระบวนการกลุ่มหรือการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เพื่อเสริมสมรรถภาพของ ผู้เรียนไม่ใช่วิธีใหม่ การเรียนร่วมกลุ่มทุกคนในกลุ่มจะมีผลสัมฤทธิ์ได้ตามเป้าหมายและคงสภาพการทำงานร่วมกันนั้นผู้เรียนจะต้องเข้าใจบทบาทของตนเอง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะร่วมกัน เปิดโอกาสให้แต่ละคนทำงานได้อย่างเต็มที่ จนเกิดความเข้าใจตรงกันในงานที่ทำ

ลาร์ดิซาเบล (นที ศิริมัย. 2529 : 22 ; อ้างอิงจาก Lardizabal. n.d.) กล่าวว่าหลักในการจัดกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการ ควรดำเนินกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ดังนี้

1. การแบ่งกลุ่ม ในการแบ่งกลุ่มจะต้องให้นักเรียนได้เข้ากลุ่ม เพื่อทำกิจกรรมที่ตนถนัด และมีความสนใจ ครูจะต้องให้ความช่วยเหลือผู้เรียนในการจัดแบ่งกลุ่มด้วย เพื่อให้แต่ละกลุ่มมีจำนวนพอเหมาะ และมีความสามารถพอ ๆ กัน

2. แต่ละกลุ่มเลือกคณะกรรมการ ซึ่งประกอบด้วยประธานกรรมการ รองประธานกรรมการ กรรมการ และเลขานุการ

3. มีการประชุมร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อวางแผนในการทำกิจกรรมร่วมกัน เช่น

3.1 การรายงาน

3.2 การอภิปราย

3.3 กรณีตัวอย่าง

3.4 การแสดงละคร

3.5 การศึกษานอกสถานที่

3.6 การเชิญวิทยากรมาบรรยาย

3.7 การสาธิตและการทดลอง

3.8 การสัมภาษณ์

3.9 การจัดนิทรรศการ

4. สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมีหน้าที่รับผิดชอบ ในการทำกิจกรรมตามที่ร่วมกันวางแผนไว้

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการโดยใช้กระบวนการกลุ่ม จะเกิดผลสำเร็จได้นั้นขึ้นอยู่กับผู้สอนได้กำหนดหน้าที่ให้ผู้เรียนได้เข้าใจเป้าหมายของกิจกรรมที่ทำ การให้โอกาสแสดงออกตามบทบาทที่ได้รับ การสร้างแรงจูงใจให้เกิดความรับผิดชอบต่องานที่มอบหมายจะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของงานที่ทำ ดังนั้นการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ครูผู้สอนจะต้องทำการวางแผน และศึกษาเนื้อหาวิชาที่สอนให้เข้าใจชัดเจนเพื่อทำให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

2.9 ประโยชน์ที่ได้รับจากการสอนแบบบูรณาการ

สมิตร คุณากร (2518 : 41 - 42) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดสภาพการเรียนการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. ช่วยให้เกิดความเชื่อมโยงของการเรียนรู้ (Transfer of Learning) ความรู้ที่เรียนไปจะถูกนำมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้เร็วขึ้น
2. ช่วยจัดวิชา หรือความรู้ให้อยู่ในลักษณะเหมือนจริง คือ ผสมผสานและสัมพันธ์เป็นความรู้ที่อยู่ในลักษณะหรือรูปแบบที่เอื้อต่อการนำไปใช้กับชีวิต
3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจสภาพและปัญหาสังคมได้ดีกว่าการจัดเนื้อหาของหลักสูตรแบบเดิม
4. ช่วยให้การสอนและการศึกษามีคุณค่ามากขึ้น แทนที่จะเป็นขบวนการถ่ายทอดความรู้หรือสาระแต่เพียงอย่างเดียว กลับช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นให้เกิดความคิดรวบยอดที่กระจ่างถูกต้อง และสามารถปลูกฝังค่านิยมที่ปรารถนาได้อีกด้วย
5. ทำให้เกิดบูรณาการรวมหน่วยขึ้น การบูรณาการความรู้นั้นเป็นการจัดการศึกษาให้เกิดเอกภาพความรู้เมื่อแยกไปตามวิชาต่าง ๆ แต่ถูกนำมารวมกันภายใต้หน่วย

ผกา สัตยธรรม (2524 : 51) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. ช่วยเหลือและแก้ไข ตลอดจนส่งเสริมนักเรียนได้พัฒนาตนเองให้เป็นคนที่สมบูรณ์ในทุก ๆ ด้าน

2. การเชื่อมโยงวิชา ทำให้นักเรียนเกิดความสนุกสนานเพราะได้เรียนรู้หลายด้าน

3. การฝึกเชื่อมโยงกันทำให้ไม่ลืมนำ

4. นักเรียนได้ฝึกทักษะด้านต่าง ๆ หลายประการ

ลาร์ดิซาเบล (Lardizabal. 1970 : 142) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการสอนแบบบูรณาการไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ลึกซึ้งตลอดทั้ง มีความพึงพอใจ มีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของหมู่คณะและยอมรับผู้อื่น

2. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน

3. ส่งเสริมพัฒนาค่านิยมและบรรยากาศในชั้นเรียน อันจะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้ได้พัฒนาจริยธรรม มาตรฐานของกลุ่ม ความซาบซึ้งในการทำงานและความซื่อสัตย์

4. ช่วยส่งเสริมพัฒนาวินัยในตนเอง โดยการส่งเสริมความสามารถในการทำงาน และการควบคุมอารมณ์ของผู้เรียน

5. ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในด้านต่าง ๆ เช่น ศิลป ดนตรี การแสดงละคร ด้านสังคม วิทยาศาสตร์ และวรรณคดี

6. ส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสร่วมกันเต็มที่ที่จะทำงานร่วมกับกลุ่ม และเป็นสมาชิกที่ดี ของกลุ่ม

7. ช่วยวัดผลการเรียนรู้โดยวิธีการตรวจสอบ และแนะนำความก้าวหน้าในการเรียนรู้แก่ผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่ม

กล่าวได้ว่าประโยชน์ที่ผู้เรียน ได้รับจากการสอนแบบบูรณาการ เป็นการถ่ายทอดเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข และเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบครูต้องเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอด มาเป็นผู้คอยชี้แนะและส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

จากเอกสารที่ได้ศึกษาและค้นคว้ามาสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการ หมายถึง การสอน ที่นำเนื้อหาภายในวิชาไปสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง โดยจัดเนื้อหาวิชาเป็นหน่วย และใช้กระบวนการกลุ่ม ในการดำเนินกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ เจตคติ ทักษะ และประสบการณ์ ในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง

3. การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

3.1 ความหมายของวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ได้มีผู้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไว้ดังนี้

โรเซนทอลล์ (Rosenthal. 1989 : 582) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ให้สัมพันธ์กับ ทิศทาง หรือกระแสในปัจจุบันของสังคมเกี่ยวกับการพัฒนาสังคมของวิทยาศาสตร์ จริยธรรมของ วิทยาศาสตร์สมัยใหม่ ความสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรมของวิทยาศาสตร์และการตอบสนอง ต่อสังคมของวิทยาศาสตร์

เยกเกอร์ (Yager. 1990 : 45) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง หลักสูตรที่จัดการศึกษาให้ตรงกับปัญหาที่ ผู้เรียนต้องการ ปัญหาที่เกิดจากพฤติกรรม ของคนในสังคม ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสรรความรู้ทางวิทยาศาสตร์สำหรับการตัดสินใจ เกี่ยวกับปัญหาที่ผู้เรียนต้องการ การกำหนดปัญหาและการให้คำแนะนำในการอธิบายสิ่งที่ เป็นไปได้ของแต่ละคน

ฟินเลย์ (Finley. 1992 : 270) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การทำให้วิทยาศาสตร์สัมพันธ์กับโลกแห่งความจริง ปัญหาปัจจุบัน เป็นการสอนให้ ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และตัดสินใจจากข้อมูล ข่าวสารของตนเองมากกว่า ความคิดจากหลักฐาน ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการรวบรวมความรู้ต่างๆ และทักษะในการคิดระดับสูง

บัญชา กัลยรัตน์ (2534 : 57) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดการศึกษาให้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เกิดความกลมกลืนกัน โดยการ จัดกระบวนการประสบการณ์ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม

โดยใช้วิทยาศาสตร์ศึกษาเป็นแกนในการที่จะใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ในสังคมเกี่ยวกับชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมและการพัฒนาสังคม

นฤมล ยุตะคม (2542 : 31) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดการเรียนการสอนในบริบทของประสบการณ์มนุษย์ โดยบูรณาการสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมศึกษา เข้าด้วยกันโดยเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จริง เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถ ตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาและประเด็นต่าง ๆ ในปัจจุบันและลงมือปฏิบัติจริงอันเป็นผลจากการตัดสินใจในฐานะที่เป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบต่อสังคม

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดการศึกษาโดยบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสัมพันธ์ และต่อเนื่องกัน ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม โดยใช้ประเด็นจากข้อมูล ข่าวสารทางวิทยาศาสตร์ ในปัจจุบันเพื่อการตัดสินใจในการนำไปใช้ให้ตรงกับปัญหาที่ต้องการในชีวิตประจำวันหรือในอนาคตได้อย่างเหมาะสมกับวัฒนธรรมและทรัพยากรในท้องถิ่นของแต่ละบุคคลและสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ ในสถานการณ์จริง

3.2 จุดมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ประกอบด้วย จุดมุ่งหมาย 5 ประการดังนี้ (Yager and Tamir, 1993 : 640 - 643)

1. ด้านมโนคติพิสัย (Concept Domain) หรือความรู้ความเข้าใจที่กล่าวถึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กำหนดไว้ และตามจุดประสงค์ของแต่ละรายวิชา จุดมุ่งหมายนี้ จำแนกการสังเกตทั่ว ๆ ไป เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางกายภาพชีวภาพ ความจริงแท้ (Ultimately) เพื่อเตรียมการหาเหตุและผลในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ไปสู่การเรียนรู้ของผู้เรียน เกี่ยวกับมโนคติของวิทยาศาสตร์ หลังจาก que ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้แล้ว มโนคติพิสัยรวมข้อเท็จจริง ความรู้ มโนคติ กฎ หลักการ การอธิบายชีวิตความเป็นอยู่ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้

2. ด้านกระบวนการพิสัย (Process Domain) หรือการสำรวจและการค้นพบ (Exploring and Discovering) เป็นการนำกระบวนการมาใช้ในวิทยาศาสตร์ศึกษา โดยการจัด

หลักสูตรที่เน้นความสำคัญของการแสดงออกและการบรรยายแทนการสืบเสาะหาความรู้ ด้วยถ้อยคำที่นำไปสู่ข้อยุติต่าง ๆ ที่มีคำตอบ อยู่แล้ว

3. ด้านสร้างสรรค์พิสัย (Creativity Domain) หรือการจินตนาการสร้างสรรค์ (Imagining and Creating) การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ควรเน้นถึงการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหรือส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็น การถามคำถาม การอธิบายและการทดสอบ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์บางอย่างมีลักษณะเป็นเนื้อหา แต่ผู้สอนมักพิจารณาเพียงผลที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ไม่ได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนร่วมไปกับการสอนเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แต่อย่างใด

4. ด้านจิตพิสัย (Attitude Domain) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จำเป็นที่จะต้องกล่าวถึง ความรู้สึก คุณค่า และทักษะในการตัดสินใจต่อสภาพความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของสังคม สถาบันการเมือง สภาวะแวดล้อม ปัญหาพลังงานและความวิตกกังวลในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะมีขึ้นในอนาคต

ด้านจิตพิสัยหรือความรู้สึกและการเห็นคุณค่านี้ ประกอบด้วย

1. การพัฒนาเจตคติในเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนครูวิทยาศาสตร์และอาชีพวิทยาศาสตร์

2. การพัฒนาเจตคติในเชิงบวกต่อตนเอง
3. การสำรวจความรู้สึกของมนุษย์
4. การพัฒนาความตื่นตัวและความเคารพในความรู้สึกของคนอื่น
5. การแสดงความรู้สึกของบุคคลในการสร้างแนวทางใหม่ ๆ
6. การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของแต่ละบุคคล
7. การตัดสินใจเกี่ยวกับผลที่จะเกิดขึ้นในสังคมและสิ่งแวดล้อม
8. ตรวจสอบสาเหตุและผลในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม อยู่บนผลที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและคำถามของผู้เรียน ผู้สอนจึงต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษเพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนแต่ละคนตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

5. ด้านประยุกต์พิสัย (Application Domain) หรือการใช้ความรู้และการใช้ประโยชน์ที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงไม่ควรแยกวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์จากเทคโนโลยี เพราะผู้เรียนควรรับรู้ และสัมผัสเกี่ยวกับประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผู้เรียนกำลังเผชิญอยู่ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นความคิดต่าง ๆ จากการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน

ด้านประยุกต์พิสัย ประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. การเห็นตัวอย่างของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ จากประสบการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
2. มีการประยุกต์ใช้มโนคติและทักษะทางวิทยาศาสตร์กับปัญหาประจำวัน
3. ความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยนำไปใช้ในการประดิษฐ์เครื่องใช้ในบ้าน
4. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
5. ความเข้าใจและประเมินค่าของข้อมูล ข่าวสาร จากการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์
6. การตัดสินใจที่สัมพันธ์กับสุขอนามัย โภชนาการ และการดำรงชีวิตของบุคคลบน พื้นฐานความรู้ของมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากกว่าจากคำบอกเล่า หรือความรู้สึก
7. การรวบรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการอื่น ๆ เช่น การแสดงออกในการออกแบบวิธีค้นคว้าการหาคำตอบ และ/หรือช่วยเหลือแก้ปัญหาของตนเอง ท้องถิ่น ภูมิภาค ชาติ และ/หรือนานาชาติให้ดีขึ้น
8. สามารถนำไปสู่โครงการปฏิบัติของท้องถิ่นและสังคม
9. การขยายประสบการณ์ในโรงเรียนให้นอกเหนือไปจากการเรียนในห้องเรียน
10. เน้นถึงความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยผู้สอนเป็นผู้พิจารณาให้เป็นไปตามจุดหมายของรายวิชา

กล่าวได้ว่าจุดมุ่งหมายในรายวิชาวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนวัตถุดิบที่จะนำไปสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นการนำไปใช้กับเทคโนโลยีที่เป็นการประยุกต์ของวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะเห็นคุณค่าของกระบวนการและมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ

ตนเองมากกว่าการสนองตอบความต้องการของผู้สอน ซึ่งผู้เรียนสามารถนำสิ่งเหล่านี้ไปปรับใช้ด้วยความพึงพอใจได้อย่างเหมาะสมเต็มตามศักยภาพของตัวเองได้

3.3 ลักษณะการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ลักษณะการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม (Yager. 1993 ; citing NSTA. 1990) มีดังนี้

1. การที่ผู้เรียนตั้งคำถามต่าง ๆ ที่ผู้เรียนสนใจประเด็นที่เกี่ยวข้องกับตัวเอง และหรือเป็นเรื่องเกี่ยวกับท้องถิ่นที่มีผลกระทบต่อสังคม
2. การใช้แหล่งความรู้ในท้องถิ่นทั้งที่เป็นบุคคล เอกสาร และวัสดุอุปกรณ์ในการศึกษาหาความรู้เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของผู้เรียนเอง
3. การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการค้นหาข้อมูลที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
4. การขยายขอบเขตการเรียนรู้ออกไปนอกชั่วโมง นอกห้องเรียน และนอกโรงเรียน
5. การเน้นที่ผลของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อผู้เรียนแต่ละคน
6. การมองว่าเนื้อหาของวิทยาศาสตร์มีมากกว่าความคิดรวบยอดที่ต้องการให้ผู้เรียนสอบผ่าน
7. การเน้นทักษะกระบวนการต่าง ๆ ที่ผู้เรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหของตนเอง
8. การเน้นความตระหนักในเรื่องอาชีพที่เกี่ยวข้องกับนักวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
9. โอกาสของผู้เรียนที่จะมีประสบการณ์ในการทำหน้าที่พลเมืองดี ในขณะที่เขาพยายามจะแก้ปัญหที่เขาค้นพบ
10. การค้นหาวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลต่ออนาคต
11. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การระบุปัญหาที่เกี่ยวกับตนเอง

พีเตอร์สัน (Pederson. 1993 : 59) ได้กล่าวว่าลักษณะการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนแบบบูรณาการโดยอาศัยความร่วมมือ จาก

สมาชิกในกลุ่ม (Cooperative Learning) ร่วมกัน การสอนในลักษณะนี้เป็นการให้ผู้เรียนรู้จัก การจัดการ การฝึกความอดทน ให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

คาริน (ภพ เลหาไพบูลย์. 2542 : 40 ; อ้างอิงจาก Carin. 1993 : 22 - 26) ได้กล่าวว่า การสอนตามแนววิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้ระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ในสังคมทั่วไปและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นการช่วยให้นักเรียนตัดสินใจอย่างฉลาดและถูกต้องมากขึ้น การสอนดังกล่าวเป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะค้นหา (Search) คำตอบของปัญหา นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด (Share) และกระทำการแก้ปัญหาาร่วมกัน (Action) ผู้สอนต้องจัดเตรียมเนื้อหาวิชาให้สัมพันธ์กับสภาพชีวิตจริงของผู้เรียน

จากแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เข้าด้วยกันโดยเน้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จริงหรือภาพเหตุการณ์ที่ปรากฏเป็น ปัญหาในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม จากการใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการตัดสินใจเพื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา

3.4 ลำดับขั้นตอนในการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การสอนตามแนวทางวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีนักวิทยาศาสตร์ ศึกษาทำการศึกษา วิจัย และพัฒนาไว้หลายแบบด้วยกันทั้งการสอนในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีการทดลองใช้ในวัฒนธรรมและสังคมที่ต่างกัน สำหรับการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในห้องเรียน ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนกิจกรรมได้ 6 ขั้นตอนนี้ Bryant, Jr., Napoleon (Adebolaet, et al. 1995)

ขั้นที่ 1 ขั้นสงสัย (I wonder) คือ ขั้นที่ผู้เรียนรับรู้เกี่ยวกับสถานการณ์หรือ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม โดยใช้ภาพเหตุการณ์เป็นสื่อเร้า หลังจากนั้นผู้เรียนบันทึกคำถาม เพื่อค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน (I plan) คือ ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน อภิปรายเพื่อหาข้อสรุป จากปัญหาที่กำหนดขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate) คือ ขั้นที่ผู้เรียน ทำการทดลองและค้นคว้าหาความรู้ จากแหล่งการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect) คือ ขั้นที่ผู้เรียน เสนอผลการเรียนรู้ โดยใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share) ขั้นที่ผู้เรียนเสนอสิ่งที่จะนำไปปฏิบัติเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้กับผู้เรียนในห้องเรียน

ขั้นที่ 6 ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act) ขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ไปเผยแพร่ในชีวิตจริงนอกห้องเรียน

ตาราง 1 ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ขั้นที่	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1 ขั้นสงสัย (I wonder)	ผู้สอนสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ที่ส่งเสริมการตั้งคำถาม ตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนและ นำผู้เรียนให้ถามคำถามและบันทึกคำถามของผู้เรียน	ผู้เรียนจะเกิดความสงสัยและตั้งคำถามที่ตนสนใจ/สงสัยเกี่ยวกับโลกรอบตัวเขา
2 ขั้นวางแผน (I plan)	ผู้สอนนำผู้เรียนให้วางแผนการค้นคว้าและรวบรวมวัสดุ อุปกรณ์เอกสาร และแหล่งความรู้ต่าง ๆ ในการค้นคว้า	ผู้เรียนจะวางแผนค้นหาคำตอบสำหรับคำถามที่เขาเป็นผู้ถาม อาจทำงานร่วมกับเพื่อนเป็นกลุ่มหรือทำด้วยตนเอง แผนงานที่ผู้เรียนวางไว้จะเป็นแนวทางในการทำงานของผู้เรียน

ตาราง 1 (ต่อ)

ขั้นที่	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
3 ขั้นค้นหาคำตอบ (I investigate)	ผู้สอนช่วยเหลือนักเรียนในขณะที่ผู้เรียนกำลังทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลอง ค้นหาคำตอบจากการอ่านและอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลจากการอ่านและอภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ และวิเคราะห์ข้อค้นพบ	ผู้เรียนจะลงมือค้นหาคำตอบโดยการทำกิจกรรมต่าง ๆ การปฏิบัติทดลอง การอ่าน การพูดคุยกับผู้รู้การใช้แหล่งความรู้ต่าง ๆ ในการหาข้อมูลและบันทึกผลการค้นพบในขณะที่ทำการค้นหาคำตอบผู้เรียนจะตอบคำถามบางส่วนได้แต่อาจจะมีคำถามใหม่ ๆ เกิดขึ้นอีก
4 ขั้นสะท้อนความคิด (I reflect)	ผู้สอนแนะนำผู้เรียนในการสรุปสิ่งที่เขาเรียนรู้และเชื่อมโยงความคิดทาง วิทยาศาสตร์ที่เขาเรียนรู้มาเข้าด้วยกันจัดหาวิธีการต่าง ๆ ที่ผู้เรียนจะแสดงความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์	ผู้เรียนจะสะท้อนความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เขาได้เรียนรู้ในขณะที่ผู้เรียนสะท้อนความคิด ผู้เรียนจะคิดไตร่ตรองเกี่ยวกับเรื่องที่ท้าวผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรบ้าง
5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (I share)	ผู้สอนจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน ๆ ในเรื่องที่เขาเรียนรู้มาและมีโอกาสที่ได้เรียนรู้จากผู้อื่นด้วย	ผู้เรียนเสนอผลการค้นคว้าหาคำตอบแก่ผู้เรียนอื่น ๆ หรือผู้ฟังกลุ่มต่าง ๆ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การรายงานการสาธิต การทดลอง การจัดแสดงผลงานการใช้ตัวอย่างของจริง ฯลฯ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เพิ่มเติม

ตาราง 1 (ต่อ)

ชั้นที่	บทบาทของผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
6. ขั้นนำไปปฏิบัติจริง (I act)	ผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนให้ลงมือปฏิบัติ อันเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้ใช้ในชีวิตประจำวัน นอกห้องเรียน/โรงเรียน	ผู้เรียนนำความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาไปใช้ในชีวิตจริงนอกห้องเรียน โดยการปฏิบัติจริง เช่น การรณรงค์ การแยกขยะ การทำหนังสือเล่มเล็กเกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจ การจัดทำ ข้อควรปฏิบัติในการรักษาสภาพแวดล้อมในโรงเรียน และติดป้ายประกาศ

ที่มา : Adebola, et al. (1995). *Science Anytime : Teacher's Guide*. Orlands : Harcourt Brace and Company.

จากกิจกรรมการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งไม่เน้นที่ตัวทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบใด ๆ แต่จะเน้นที่ทักษะการหาความรู้ และทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญสำหรับการเป็นประชากรที่มีคุณภาพของสังคมในอนาคต โดยพิจารณาได้จากวิธีการประเมินผลของผู้สอนตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม พบว่าผู้สอนจะทำการประเมินผู้เรียนจากทักษะดังต่อไปนี้ (สุนีย์ คล้ายนิล. 2535 : 8 - 16)

1. ทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (Practical Skills) เพราะทักษะปฏิบัติการเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่จะนำไปสู่การเกิดเทคโนโลยี
2. ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving Skills) ที่อยู่ในแวดวงของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. ทักษะในการสื่อความหมาย (Communication Skills) ทั้งในด้านเป็นผู้ส่งและผู้รับการสื่อความหมาย ทั้งนี้รวมถึงการสื่อความหมายข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายในสังคมให้เป็นความรู้ของตัวเอง

4. ทักษะในการตัดสินใจ (Decision Making Skills) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ด้านเทคโนโลยี

จากการวิจัยพบว่าการสอนตามแนวคิดของวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความคิดรวบยอด (Concepts) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process Skills) การนำไปใช้ (Application) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude Toward Science) (Lin. 1992 ; Yager and Tamir. 1993) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Creativity) เพิ่มขึ้น (Penick and Yager. 1993; Yager and Tamir. 1993)

จากขั้นตอนการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่เสนอมาดังกล่าว บอนน์สเตเตอร์และพีเดอร์สัน (Bonnstetter and Pederson. 1993 : 59 - 60) กล่าวว่า การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry Method) ตามรูปแบบของจอยซ์และเวลล์ (Joyce and Weil. 1986) โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาโดยครูเป็นผู้นำเสนอ ผู้เรียนทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา แล้วนำมาทดสอบหรือพิสูจน์ เมื่อได้ข้อสรุปแล้วจึงเสนอผลที่ได้ประกอบการตัดสินใจและให้ผู้เรียนในชั้นร่วมอภิปรายจนได้ข้อสรุปเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจึงได้นำการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มาทดลองใช้สอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

4. เอกสารเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม

4.1 ความหมายของกลุ่ม

คำว่า “กลุ่ม” (Group) มีผู้ให้ความหมายมากมายตามทัศนะของแต่ละคนและขึ้นอยู่กับ การเน้นลักษณะที่สำคัญต่างๆ ของการรวมตัวเป็นกลุ่มมีผู้ให้ความหมายทั้งทางจิตวิทยาและจิตวิทยาสังคม ดังนี้

กัลลี (Gulley. 1960 : 62 - 63) กล่าวว่า กลุ่มควรประกอบด้วยคุณลักษณะ 3 ประการ คือ

1. มีวัตถุประสงค์ร่วมกันโดยวัตถุประสงค์นั้นต้องสนองความต้องการของสมาชิกภายในกลุ่มทุกคน
2. สมาชิกทุกคนในกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำงาน
3. สมาชิกทุกคนมีการสื่อสารทางวาจาหรืออย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

เดวิส (Davis. 1962 : 405) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึงบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีปฏิสัมพันธ์กันโดยมีเป้าหมายร่วมกันอย่างเห็นได้ชัด

เพจและโทมัส (Page and Thomas. 1997 : 152) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึง บุคคลจำนวนหนึ่งในสังคมที่อาจอยู่ด้วยกันหรือแยกกันอยู่ เป็นผู้ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกัน ในลักษณะที่มีจุดมุ่งหมายเดียวกันและให้ความสำคัญต่อกัน

ฉลอง ภิรมรัตน์ (2521 : 1 - 3) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปมาอยู่ร่วมกัน สนใจประพฤติดำเนินชีวิตในสิ่งที่ เป็นปทัสถานและจุดมุ่งหมายร่วมกันลักษณะ ร่วมกันของการรวมกลุ่มมี 3 ประการ คือ

1. มีเป้าหมายร่วมกัน (Common Goal)
2. มีปฏิสัมพันธ์กัน (Interaction)
3. มีการปฏิบัติในบทบาทร่วมกัน (Common Role)

พรรณพิศ วาณิชยการ (2528 : 135) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึง การรวมตัวกัน ในสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่ง และการรวมตัวกันของบุคคลดังกล่าวจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันเกิดขึ้น และมีการปฏิบัติในลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง

สมทรง ไชยวัต (2538 : 12) กล่าวว่า กลุ่มหมายถึง บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีปฏิสัมพันธ์กันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน มีการทำงานร่วมกันรับผิดชอบร่วมกันและให้ความช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น

ดังนั้น อาจกล่าวสรุปความหมายของคำว่า “กลุ่ม” ได้ว่า กลุ่มหมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป มีจุดมุ่งหมายอย่างเดียวกัน คอยช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดจนช่วยกันรับผิดชอบงานเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้และได้ผลประโยชน์ร่วมกันทั้งในตัวบุคคลและกลุ่ม

4.2 ประวัติกระบวนการกลุ่ม

การศึกษาถึงกลุ่มของคนนับเป็นจุดเริ่มต้นของกลุ่มสัมพันธ์ ผู้ริเริ่มในเรื่องนี้คือ เคิร์ท เลวิน (Kurt Lewin) นักวิทยาศาสตร์และนักจิตวิทยาสังคมชาวเยอรมันผู้พยายามศึกษาเกี่ยวกับพลังกลุ่มในแง่ของพฤติกรรมมนุษย์ตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1920 โดยเฉพาะปี ค.ศ. 1930 - 1948 เลวินและคณะได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับกลุ่มในสังคมการเปลี่ยนแปลงบรรยากาศของกลุ่ม และความเป็นผู้นำแบบต่างๆ ในกลุ่มและในที่สุดได้สร้างทฤษฎีสถาน (Field Theory) ขึ้นโดยได้รับอิทธิพลจากทฤษฎีทางจิตวิทยาของเกสตัลท์ (Gestalt Theory) และริเริ่มใช้คำว่า “Group Dynamics” ตั้งแต่นั้นมา (สุพล บุญทรง, 2523 : 5) และแนวความคิดเรื่องกระบวนการกลุ่มของเคิร์ท เลวิน (Kurt Lewin) ได้มีการพัฒนาดังนี้ (ทศนา แคมมณีและคณะ, 2522 : 2 - 3)

ค.ศ. 1945 เลวินได้จัดตั้ง “ศูนย์วิจัยกลุ่มสัมพันธ์” ที่เมืองแอน ฮาร์เบอร์ (Ann Harbor) ในสหรัฐอเมริกา นับเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับเรื่องกลุ่มสัมพันธ์

ค.ศ. 1946 เลวินได้มีการประชุมวางแผนเพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ในกลุ่มที่มลรัฐคอนเนตทิคัต (Connecticut) เพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการฝึกทักษะส่วนบุคคล และทักษะในการรวมกลุ่ม ซึ่งนับเป็นก้าวหนึ่งในการนำพลังกลุ่มมาใช้ในการฝึกมนุษย์สัมพันธ์

ค.ศ. 1947 เลวินได้นำเอาวิธีการฝึกที่เรียกว่า “T. Group” หรือ “Training Group” คือ สมาชิกให้ข้อวิจารณ์ (Feed Back) แก่กันและกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Group Self Study) เป็นการนำเอากลุ่มสัมพันธ์มาใช้เป็นเครื่องมือในการฝึก

ทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์และความเป็นผู้นำ และได้มีการประชุมจัดตั้งห้องปฏิบัติการฝึกอบรมแห่งชาติ (The National Training Laboratories ใช้ชื่อย่อว่า NTL) ที่กรุงวอชิงตัน ดี ซี

จุดเริ่มต้นในการศึกษาเกี่ยวกับกลุ่มสัมพันธ์จากทฤษฎีสานาม (Field Theory) ของเคิร์ท เลวิน (Kurt Levin) ทำให้เกิดการค้นคว้าวิจัยจากสถาบันต่างๆ อย่างกว้างขวาง ความเป็นมาของกลุ่มสัมพันธ์ในประเทศไทยมีวิวัฒนาการดังนี้ (ทศนา แหมมณี. 522 : 4)

พ.ศ. 2515 ทศนา แหมมณี ได้เริ่มนำกลุ่มสัมพันธ์มาทดลองสอนในวิชา “กระบวนการกลุ่ม” กับนิสิตปริญญาตรีและโทที่มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์

พ.ศ. 2516 รองศาสตราจารย์นายแพทย์ทองจันทร์ หงส์ดามรงค์ ได้นำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้เพื่อให้ความรู้ด้านการเรียนการสอนแก่คณาจารย์แพทย์ คณะแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยเล็งเห็นว่าจะได้รับประโยชน์แก่คณาจารย์แพทย์

ชื่อ “กลุ่มสัมพันธ์” นี้รองศาสตราจารย์นายแพทย์ทองจันทร์ หงส์ดามรงค์ เป็นผู้เริ่มใช้เป็นคนแรกของประเทศไทยและได้รับการยอมรับจนเป็นที่นิยมทั่วไป

พ.ศ. 2517 ดร.สุธีพันธ์ กรลักษณ์ อาจารย์จากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และดร.หลุย จำปาเทศ ได้นำไปทดลองสอนเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาบุคลากรขององค์การทางธุรกิจ

พ.ศ. 2517 ดร.ทศนา แหมมณีและคณะได้ทำการวิจัยเรื่อง การฝึกกลุ่มสัมพันธ์ และการรับรู้สำหรับครูจากสถาบันฝึกหัดครูระดับประถมศึกษา เป็นโครงการวิจัยที่ได้รับความร่วมมือจากองค์การยูนิเซฟ นับเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เรื่องกลุ่มสัมพันธ์แพร่หลายในวงการศึกษาไทย

พ.ศ. 2519 กรมฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ ได้บรรจุวิชา “กลุ่มสัมพันธ์” เข้าไว้ในวิชาบังคับในหลักสูตรระดับปริญญาตรีของกรมฝึกหัดครู

กระบวนการกลุ่มในวงการศึกษา

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) (สุพล บุญทรง. 2523 : 8) กล่าวว่า โรงเรียนควรมีหน้าที่ในการเตรียมเด็กให้สามารถเผชิญชีวิตในสังคมได้ ไม่ใช่เพียงแต่มีหน้าที่ถ่ายทอดความรู้เท่านั้นและจากหลักการที่สำคัญคือ “เรียนโดยการกระทำ” (Learning by doing)

ได้กลายมาเป็นหลักการสำคัญของกระบวนการกลุ่ม เพื่อการเรียนรู้ การรวมกลุ่มเพื่อทำงาน การจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรและการให้ ผู้เรียนปกครองกันเอง กระบวนการกลุ่มช่วยครูผู้สอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนในการฝึกทักษะการทำงานร่วมกันรวมทั้งการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีในกลุ่ม

4.3 ปรัชญาพื้นฐานของกระบวนการกลุ่ม

ฉลอง ภิรมย์รัตน์ (2521 : 16) ได้กล่าวถึงปรัชญาพื้นฐานของกลุ่มตาม แนวความคิดของ เคิร์ท เลวิน (Kurt Levin) เป็น 4 ประการ ดังนี้

1. เรื่องของกลุ่มเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้และจะเกิดขึ้นทุกหนทุกแห่งโดยไม่สามารถ (Inevitable and Ubiquitous) บุคคลโดยทั่วไปมักมีการลงรอยคล้อยตาม (Conformity) กันอยู่เสมอซึ่งเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดกลุ่มขึ้นโดยง่าย และเมื่อบุคคลเหล่านี้แยกออกจากความ คล้อยตามทางสังคมเขาจะไปก่อตั้งสังคมใหม่ที่รุนแรงกว่าบุคคลปกติ

2. กลุ่มมีพลังชนิดหนึ่ง ที่มีอิทธิพลเหนือสมาชิกเป็นอย่างมาก พลังของกลุ่ม สามารถที่จะขัดเกลาลักษณะท่าที ที่ปรากฏของสมาชิกให้เป็นไปในทางที่กลุ่มประสงค์ การ ครอบคลุมขัดเกลา พฤติกรรมของสมาชิกโดยพลังกลุ่ม จะสามารถครอบคลุมเข้าไปถึงจิตใจโดย แท้จริงมิใช่กระทำแต่เพียงร่างกายเท่านั้น เช่น สามารถเปลี่ยนแปลงทัศนคติและค่านิยมของ สมาชิก ซึ่งเชื่อกันว่าการเปลี่ยนแปลงลักษณะภายในกลุ่มของบุคคลทำได้ยากโดยใช้กลวิธีอื่นๆ และถึงแม้ทำได้ก็ไม่ถาวร แต่กระบวนการกลุ่มสามารถทำได้โดยต้องมีการสร้างปัจจัยให้เกิด บรรยากาศของกลุ่มถึงจะใช้ประโยชน์จากกระบวนการกลุ่มได้โดยสมบูรณ์ ปัจจัยของกลุ่ม ประกอบด้วย การมีส่วนร่วมในจุดมุ่งหมาย ความสัมพันธ์และบทบาทของกิจกรรม

3. กลุ่มสามารถสร้างได้ทั้งสิ่งที่ดีและที่เลว การตัดสินว่าสิ่งใดดีหรือเลวมักจะมอง ในมุมใดมุมหนึ่ง (Onesidedness) ถ้ามองมุมเดียวก็อาจตกลงว่าดีหรือเลว แต่ถ้ามองคนละมุม จะต้องมียุมดีและมุมเลว สิ่งที่กลุ่มทำให้ปรากฏออกมาจึงมักมองกัน ในมุมดีก็มีและมุมเลวก็มี แต่ถ้าทุกคนภายนอกกลุ่ม (Out - Group) มองเป็นสิ่งที่เลวจึงจะเลวโดยสมบูรณ์ แต่ถ้าบางคน มองว่าดี บางคนมองว่าเลวก็ยังสรุปอะไรไม่ได้ ฉะนั้นบทบาทของพฤติกรรมของกลุ่มที่ปรากฏ ออกมา ทำให้คนภายนอกมองได้หลายแง่ คือทั้งดีและไม่ดี สิ่งที่น่าสนใจได้คือเวลาและผลการ วิจัยที่เที่ยงตรง

4. ผลปรากฏของกิจกรรมกลุ่มควรออกมาในแง่ก่อประโยชน์ของสังคม และพัฒนาพฤติกรรมของสมาชิกตลอดจนปรับปรุงความสัมพันธ์ที่สมาชิกมีต่อกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของแต่ละกลุ่มขององค์กรต่าง ๆ

4.4 ชนิดและแบบของกลุ่ม

เคมพ์ (Kemp. 1970 : 50 - 53) ได้กล่าวถึงชนิดและแบบของขบวนการกลุ่มไว้เป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. ขบวนการกลุ่มทางสังคม (Social Group Process)
2. ขบวนการกลุ่มทางด้านจิตใจ (Psycho Group Process) ซึ่งมีความแตกต่างกัน

ตาราง 2 การเปรียบเทียบขบวนการกลุ่มทางสังคมกับขบวนการกลุ่มทางด้านจิตใจ

ขบวนการกลุ่มทางสังคม	ขบวนการกลุ่มทางด้านจิตใจ
1. มีเป้าหมายที่เห็นได้ชัดเจน	1. ไม่มีเป้าหมายที่เห็นชัดเจน
2. มีโครงสร้างที่เป็นระเบียบแบบแผนมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน	2. ไม่เป็นระเบียบแบบแผน มีกฎเกณฑ์น้อยและเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม
3. สมาชิกเป็นทั้งแบบอาสาสมัคร และไม่ได้อาสาสมัคร สมาชิกอาจเข้าร่วมเพราะเป็นหน้าที่	3. สมาชิกเป็นแบบอาสาสมัคร
4. สมาชิกมีความแตกต่างกันในเรื่องของวัย สภาพความเป็นอยู่ และอาชีพ เป็นต้น	4. สมาชิกมีความคล้ายคลึงกันในด้านต่าง ๆ เช่น วัย อาชีพ และสภาพความเป็นอยู่
5. มีความมุ่งหมายที่จะบรรลุถึงเป้าหมายที่กำหนดไว้ จึงเน้นในด้านความคิดของสมาชิกเป็นสำคัญ	5. มีความมุ่งหมายที่จะสนองความต้องการทางด้านจิตใจของสมาชิกจึงเน้นด้านความรู้สึกของสมาชิก

ที่มา : Cratton, Remp C. (1970). "Perspectives on the Group Process," Houghton Mifflin Company. Boston.

ลักษณะของขบวนการกลุ่มทั้งสองชนิดนี้ จะไม่ถูกแบ่งแยกโดยเด็ดขาดในทางปฏิบัติ

เลวิน (Kemp. 1970 : 52 ; citing Lewin. n.d.) ซึ่งกล่าวว่า การที่จะได้ผลงานที่ดีจากการทำงานกลุ่มชนิดทางด้านสังคม จะต้องนำเอาลักษณะของขบวนการกลุ่มทางด้านจิตใจเข้ามาใช้ด้วย คือเราต้องคำนึงถึงความต้องการทางด้านจิตใจของสมาชิกแต่ละคน และในการทำงานกลุ่มนั้นเราต้องการความร่วมมืออย่างเต็มที่ของสมาชิก ทั้งในด้านความคิดและความรู้สึกโดยทั่วไป เราให้ความสนใจในการทำงานเป็นกลุ่มชนิด ขบวนการกลุ่มทางด้านสังคมมากกว่าทางด้านจิตใจ แต่ถ้าจะให้กลุ่มผลิตผลงานได้ดีและมีประสิทธิภาพจะต้องเห็นความสำคัญของขบวนการกลุ่มทางด้านจิตใจด้วย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาของแต่ละบุคคลในกลุ่ม และเป็นการฝึกฝนให้สมาชิกได้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาในการดำรงชีวิต ในสังคมปัจจุบัน

4.5 หลักการและแนวคิดทฤษฎีกระบวนการกลุ่ม

ดอยช์ (Deutsch. 1962 : 275 - 319) กล่าวว่า หลักการและแนวคิดทฤษฎีกระบวนการ กลุ่มคือ แนวคิดในทฤษฎีสถาน (Field Theory) ของเคิร์ต เลวิน (Kurt Lewin) ซึ่งกล่าวว่า พฤติกรรมของมนุษย์เป็นผลของความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ พฤติกรรมของคนคนหนึ่งมีลักษณะส่วนตัวของเขา ได้แก่ พฤติกรรม ความสามารถ บุคลิกภาพ สุขภาพและสถานการณ์ทางสังคมที่คนนั้นรับรู้แนวคิดดังกล่าว สลาบิน (Slavin. 1995) นักการศึกษาได้นำไปพัฒนาเป็นรูปแบบของการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

หลักการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม

หลักการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่มมีหลักการที่สำคัญมีดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย
2. การเรียนรู้ควรเป็นกระบวนการที่สร้างสรรค์บรรยากาศการทำงานกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความรู้สึกรู้สึกนึกคิด มีบทบาทใช้การรับผิดชอบต่อการเรียนรู้
3. การเรียนรู้ควรเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง
4. การเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือที่ใช้การแสวงหาความรู้ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตทุกด้านของผู้เรียน

แนวคิดทฤษฎีพื้นฐานของการเรียนแบบกระบวนการกลุ่ม

1. พฤติกรรมของบุคคลเป็นผลมาจากความสัมพันธ์ของสมาชิกในกลุ่ม
2. โครงสร้างของกลุ่มจะเกิดจากการรวมกลุ่มของบุคคลที่มีลักษณะแตกต่างกัน และจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของสมาชิกกลุ่ม
3. การรวมกลุ่มจะเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่มในด้านการกระทำ (Action) ความรู้สึก (Feeling) และความคิด (Thinking)

4. สมาชิกกลุ่มจะมีการปรับตัวเข้าหากันและจะพยายามช่วยกันทำงาน โดยอาศัยความสามารถของแต่ละบุคคล ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติงานลุล่วงไปได้ตามเป้าหมายของกลุ่ม

จากหลักการและแนวคิดทฤษฎีกระบวนการกลุ่ม สรุปได้ว่าการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้นั้น ควรเปิดโอกาสและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมรับผิดชอบ และทำงานร่วมกันกับผู้อื่น เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองในด้านการแสวงหาความรู้ และการปรับตัวให้อยู่ได้ในสังคมปัจจุบัน

4.6 หลักการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม

การเรียนการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม หมายถึง ประสบการณ์ทางการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการลงมือร่วมปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของแต่ละคน แต่ละคนในกลุ่มมีอิทธิพลและมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและกัน หลักการสอนโดยวิธีกระบวนการกลุ่มมีหลักการจัดการเรียนการสอน ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540)

1. เป็นการเรียนการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนโดยให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสเข้าร่วมกิจกรรมให้มากที่สุด

2. เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากกลุ่มให้มากที่สุด กลุ่มจะเป็นแหล่งการเรียนรู้สำคัญ ที่ฝึกให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถปรับตัวและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

3. เป็นการสอนที่ยึดหลักการค้นพบ และสร้างสรรค์ความรู้ด้วยตัวเอง

4. เป็นการสอนที่ให้ความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้

จากหลักการสอนแบบกระบวนการกลุ่มกล่าวได้ว่า เป็นหลักการที่ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้เพื่อแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และผู้เรียนยังได้พัฒนาทักษะทางสังคม โดย

ครูผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญของกระบวนการแสวงหาคำตอบ ไม่ใช่มุ่งหาคำตอบโดยไม่คำนึงถึงกระบวนการและวิธีที่ได้มาซึ่งคำตอบ

4.7 การแบ่งกลุ่มและขนาดของกลุ่ม

การแบ่งกลุ่ม

การแบ่งกลุ่มเพื่อให้นักเรียนปฏิบัติงานร่วมกัน ผู้สอนอาจแบ่งกลุ่มโดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2534 : 230)

1. แบ่งตามเพศ ใช้ในกรณีที่ครูมีวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะเจาะจง
2. แบ่งตามความสามารถ ใช้ในกรณีที่ต้องการศึกษาความแตกต่างในการทำงานระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถสูงและต่ำ
3. แบ่งกลุ่มตามความถนัด โดยแบ่งกลุ่มที่มีความถนัดในเรื่องเดียวกันไว้ด้วยกัน
4. แบ่งกลุ่มตามความสมัครใจ โดยให้สมาชิกเลือกเข้ากลุ่มกับตนเองตามความพอใจ
5. แบ่งกลุ่มแบบเจาะจง ให้เด็กเรียนเก่งอยู่กับเด็กที่เรียนอ่อนเพื่อให้เด็กที่เรียนเก่งช่วยเหลือเด็กที่เรียนอ่อน หรือให้เด็กปรับตัวเข้าหากัน
6. แบ่งกลุ่มโดยการสุ่ม ไม่เป็นการเจาะจงว่าใครอยู่กับใคร
7. แบ่งกลุ่มตามประสบการณ์ คือการรวมกลุ่มโดยพิจารณาเด็กที่มีประสบการณ์คล้ายคลึงกันมาอยู่ด้วยกันเพื่อประโยชน์ในการช่วยกันวิเคราะห์ หรือแก้ปัญหาได้ปัญหาหนึ่ง

ขนาดของกลุ่ม

กลุ่มแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนสมาชิกมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน เนื้อหาวิชาและความยากง่ายของงานที่มอบหมาย โดยทั่วไปกลุ่มที่ใช้ในการเรียนการสอนจะมีจำนวนสมาชิกประมาณ 5 - 8 คน และถ้าเป็นกลุ่มขนาดใหญ่จะมีสมาชิกประมาณ 12 - 15 คน

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยจัดแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มโดยวิธีสุ่ม ในลักษณะที่หลากหลาย กลุ่มละประมาณ 5 - 6 คน ตลอดเนื้อหาวิชาที่ใช้สอนเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม จากแนวคิดทฤษฎีสนามของ เคิร์ต เลวิน (Kurt Levin)

4.8 ลักษณะสำคัญของการเรียนแบบกลุ่ม

ชีวพร ดปนิยากร (2538 : 9 - 10) ได้กล่าวว่าลักษณะสำคัญของการเรียนแบบร่วมมือหรือกระบวนการกลุ่ม (Cooperative Learning) มีดังนี้

1. สมาชิกกลุ่มมีความรับผิดชอบต่อกลุ่มร่วมกัน
2. สมาชิกกลุ่มมีความสัมพันธ์ (Interaction) ต่อกัน
3. สมาชิกแต่ละคนมีความรับผิดชอบในตัวเองต่องานที่ได้รับมอบหมาย
4. สมาชิกกลุ่มมีทักษะในการทำงานกลุ่ม (Small Groups Skills) และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

4.9 องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม

สุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2536 : 231 - 232) กล่าวว่า องค์ประกอบของการจัดการเรียนการสอนแบบให้นักเรียนเกิดความร่วมมือมีดังต่อไปนี้

1. สร้างความรู้สึกพึ่งพากันให้เกิดขึ้นในกลุ่มผู้เรียน
2. จัดให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน
3. จัดให้มีความรู้สึกรับผิดชอบในส่วนบุคคล
4. ให้ความรู้เกี่ยวกับทักษะสังคม
5. จัดให้มีกระบวนการกลุ่ม

4.10 รูปแบบและขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการกลุ่ม

สุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2537 : 265 - 267) ได้รวบรวมรูปแบบและขั้นตอนการสอนแบบกระบวนการกลุ่มหรือแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ไว้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนให้ชัดเจน ประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงเนื้อหาวิชาการ และวัตถุประสงค์เกี่ยวกับทักษะความร่วมมือ
2. การวางแผนการสอน ประกอบด้วย การกำหนดขนาดกลุ่ม กำหนดจำนวนผู้เรียนแต่ละกลุ่มในลักษณะหลากหลาย (Heterogeneous Group) โดยเลือกจากการสุ่ม
3. กำหนดสื่อการสอนที่ส่งเสริมการพึ่งพากันระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม
4. กำหนดบทบาทของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนพึ่งพากันโดยผู้สอนอาจกำหนดบทบาทของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม เพื่อช่วยส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้เรียน

5. อธิบายเกี่ยวกับงานที่มอบหมายให้ผู้เรียนเข้าใจเพื่อเชื่อมโยงประสบการณ์เดิม

6. อธิบายเป้าหมาย บทบาท เกณฑ์ในการประเมิน รวมทั้งชี้แจงและแนะแนวเกี่ยวกับพฤติกรรมการร่วมมือให้ชัดเจน

7. ผู้สอนควรติดตามช่วยเหลือ สอนทักษะการร่วมมือและควรช่วยดำเนินการสรุปบทเรียน ทบทวนมโนคติและทักษะต่าง ๆ และให้แรงเสริมในการทำงาน

8. การประเมินผล ผู้สอนควรประเมินปริมาณและคุณภาพการเรียนรู้ ผู้เรียนประเมินกระบวนการทำงานกลุ่ม เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการทำงานในคราวต่อไป

4.11 ประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับจากทำงานเป็นกลุ่ม

ประโยชน์ที่ผู้เรียนได้รับเมื่อผู้สอนจัดสภาพการเรียนการสอน โดยยึดลักษณะการให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มมี ดังนี้ (สุจินต์ วิชาชีรานนท์, 2536 : 224 – 227)

1. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทำให้เกิดทัศนคติที่ดี และถูกต้องเกี่ยวกับการทำงานว่าจะต้องทำงานเป็นกลุ่มจึงจะประสบความสำเร็จคนเราจะทำงานโดยโดดเดี่ยวเสมอไปไม่ได้

2. เป็นการฝึกและให้ทัศนคติแก่ผู้เรียนว่าบุคคลอื่น ๆ มีค่าเสมอกัน ต้องยอมรับและเคารพความเป็นคนของผู้อื่น ทั้งในด้านความคิดเห็นและการกระทำโดยไม่ยึดถือหรือมองแต่ตัวเองเป็นศูนย์กลาง

3. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับบทบาททั้งของตนเองและสมาชิกของกลุ่มอื่น ๆ เช่น บทบาทในการเป็นผู้นำ หรือ บทบาทในการเป็นผู้ตามเป็นต้น

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนทักษะทางด้านสังคม (Social Skills) หรือการมีมนุษยสัมพันธ์กับผู้อื่น

5. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพราะการที่เป็นสมาชิกของกลุ่ม ย่อมได้รับมอบหมายงานให้ปฏิบัติ การเรียนโดยการฝึกการปฏิบัติ จะทำให้ได้รับประสบการณ์โดยตรง

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในด้านความคิดร่วมกับกลุ่ม เช่น การแก้ปัญหา การตัดสินใจ เป็นต้น

7. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการปรับตัวให้เข้ากับผู้อื่นได้ เพื่อเกิดการยอมรับซึ่งกันและกัน เช่น การยอมรับและปฏิบัติตามมติของกลุ่ม
8. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิถีทางความเป็นประชาธิปไตยทั้งในด้านความคิดและการกระทำ
9. ช่วยทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง ทำให้เขารู้สึกว่าตนมีความสำคัญต่อกลุ่ม
10. สร้างค่านิยมในเรื่องของความสามัคคี การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ความเข้าใจและความเห็นใจผู้อื่น

4.12 หลักในการจัดกิจกรรมกลุ่มให้มีประสิทธิภาพ

เพื่อให้การเรียนการสอนโดยเน้นการเรียนรู้จากกลุ่ม มีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ผู้สอนควรคำนึงถึงหลักการในการจัดกิจกรรมบางประการ ดังต่อไปนี้ (สุจินต์ วิศวรวิธานนท์. 2536 : 225)

1. เมื่อจะจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยยึดแบบการทำงานเป็นกลุ่มแล้ว ผู้สอนต้องแน่ใจว่ากิจกรรมนั้น ๆ สอดคล้องกับเป้าหมายทางการศึกษา
2. กลุ่มจะมีประสิทธิภาพได้ ต่อเมื่อผู้สอนยึดถือความสนใจและความต้องการของผู้เรียนเป็นหลัก และที่สำคัญที่สุด ปัญหาหรืองานที่จะมอบหมายให้กลุ่มไปปฏิบัติ นั้น จะต้องเป็นปัญหาหรืองานที่ผู้เรียนสนใจร่วมกัน
3. ผู้เรียนจะต้องมีแนวโน้มดีที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องหรืองานที่จะนำไปปฏิบัติเสียก่อน มิฉะนั้นการทำงานของกลุ่มจะไม่มีประสิทธิภาพ เสียเวลา และไม่บรรลุถึงเป้าหมาย
4. กิจกรรมภายในกลุ่มนั้น ผู้เข้าร่วมกลุ่มหรือนักเรียนเป็นผู้กำหนดทิศทางหรือแนวทางเอง ครูจะต้องถือว่าการจัดสภาพการเรียนการสอนโดยยึดหลักการทำงานเป็นกลุ่มนี้ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอนอย่างแท้จริง หน้าที่ของครูคือเป็นผู้ช่วยเหลือ
5. ครูจะต้องเน้นให้ผู้เรียนเห็นว่ากลุ่มของตนนั้นเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญ โดยอาศัยกระบวนการแสวงหาความรู้ การค้นพบและการแก้ปัญหาจากสมาชิกในกลุ่มด้วยกัน

6. เมื่อผลงานของกลุ่มที่ร่วมกันรับผิดชอบและปฏิบัติปรากฏผลออกมา ผู้สอนต้องเน้นให้สมาชิกของกลุ่มนำไปใช้ให้มากที่สุด

7. ผู้สอนต้องถือว่าเป็นความรับผิดชอบในการดูแลให้กิจกรรมกลุ่มสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน และต้องช่วยเหลือแนะนำผู้เรียนให้วางแผนกิจกรรมในกลุ่มให้มีประสิทธิภาพ

4.13 พฤติกรรมของผู้สอนในการดำเนินการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นกลุ่ม

การเรียนการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากกลุ่มนั้น มิได้หมายความว่าผู้สอนจะหมดความสำคัญไป ผู้สอนยังคงมีบทบาทอย่างมากในการดำเนินการเรียนการสอนเพราะเป็นผู้ที่จะคอยดูแลให้การเรียนการสอนหรือกลุ่มบรรลุเป้าหมาย

พฤติกรรมของผู้สอนในการดำเนินการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นกลุ่ม

1. การยอมรับและมีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้สอนจะต้องมีทัศนคติที่ดีไม่เป็นปฏิกิริยาต่อแนวคิดในเรื่องของการทำงานเป็นกลุ่ม ผู้สอนจะต้องเป็นผู้ที่สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ถ้ามีทัศนคติที่ดีต่อการทำงานเป็นกลุ่มแล้วความสำเร็จที่ผู้สอนจะดำเนินการสอนโดยยึดลักษณะกลุ่มย่อมเป็นไปได้ด้วยดี

2. การสร้างเสริมบรรยากาศความเป็นกันเองระหว่างที่ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เช่น ให้ความสนิทสนม การยอมรับ เพื่อผู้เรียนจะได้กล้าแสดงออกทั้งในด้านความคิดและการกระทำ

3. พฤติกรรมของผู้สอนในขณะที่ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่มซึ่งอาจเป็นทั้งกลุ่มใหญ่ คือทั้งชั้นหรือกลุ่มย่อยหลาย ๆ กลุ่มนั้น ควรลดความสำคัญของตนเองลงอย่างมาก โดยเน้นบทบาทของตน ดังต่อไปนี้

3.1 กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงออกทั้งในด้านความคิดและการกระทำ

3.2 ส่งเสริม ให้กำลังใจ สนับสนุนผู้เรียนระหว่างที่ทำงานร่วมกับกลุ่ม

3.3 คอยเป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำ รวมทั้งแก้ปัญหาในกลุ่ม เมื่อกลุ่มต้องการความช่วยเหลือ

3.4 ร่วมแสดงความคิดเห็นบ้างเป็นครั้งคราว

3.5 ช่วยเชื่อมโยงความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ถ้ามีโอกาส เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสัมพันธ์ความคิดได้

3.6 ช่วยสรุปความคิดเห็นหรือผลงานของผู้เรียนในกลุ่ม

3.7 ช่วยแก้ไขความคิดของผู้เรียน ถ้าหากไม่ถูกต้อง

4. เพื่อให้การเรียนการสอนแบบกลุ่มดำเนินไปด้วยดี ผู้สอนจะต้องมีการเตรียมแผนการสอน การจัดสภาพห้องเรียน ตลอดจนอุปกรณ์สำคัญ ๆ หรือเอกสารที่เกี่ยวข้อง

5. เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ ผู้สอนจำต้องติดตามและประเมินผล

การทำงานของกลุ่มว่าเป็นไปตามที่คาดหวังหรือไม่ อาจใช้วิธีการสังเกตการทำงาน of สมาชิกในกลุ่ม การจดบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นรายบุคคลทั้งนี้เพื่อนำผลจากการทำงานของผู้เรียนมาปรับปรุงและแก้ไขในการเรียนการสอนครั้งต่อไป

จากการศึกษาเกี่ยวกับหลักการและแนวคิดทฤษฎีกระบวนการกลุ่ม กล่าวได้ว่าผู้สอนควรส่งเสริมทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคม โดยใช้กระบวนการเรียนรู้จากกลุ่มควบคู่ไปกับความรับผิดชอบ ความมีวินัยในตนเอง ช่วยเหลือผู้อื่น เสียสละมุ่งมั่นพัฒนาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถดำรงตนอยู่ในสังคมอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะการทำงานไม่ว่าจะเป็นงานประเภทใดหรือลักษณะใดมักทำงานเป็นกลุ่ม จึงอาจกล่าวได้ว่าการจัดกิจกรรมโดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นกิจกรรมที่ดีประเภทหนึ่ง ที่ควรส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน

5. เอกสารเกี่ยวกับจิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอนแบบบูรณาการตามแบบ

วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ครูจำเป็นต้องเรียนรู้และเข้าใจเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็ก ๆ โดยเฉพาะพัฒนาการด้านสติปัญญา การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ประเภทหนึ่ง

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาของเพียเจต์ (เลอริเมศรี เสวตามร และ สาลี งามศิริ. 2521. 69 ; อ้างอิงจาก Piaget. 1962) เรื่องพัฒนาความคิดของคน มี 2 ขั้นตอนได้แก่

ขั้นที่ 1 การดูดซึม (Assimilation) หมายถึง การเร้าให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในชั้นเรียน แล้วใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการคิดการเรียนรู้ใหม่ และเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายปัญหาได้ จะเป็นการนำไปสู่ขั้นที่ 2

ขั้นที่ 2 ขั้นการปรับปรุง (Accommodation) หมายถึง การปรับปรุงหรือการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม เพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่โดยการนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ เกิดขึ้นเมื่อความรู้เดิมไม่สามารถนำมาอธิบายความรู้ใหม่ได้ ถ้าไม่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเดิม

การพัฒนาการด้านสติปัญญาและความคิดจะพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง เมื่อคนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เพราะการมีปฏิสัมพันธ์เป็นกระบวนการปรับตัว ของอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก โครงสร้างทางสมองจะถูกจัดระบบให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม หากโครงสร้างของสมองสามารถปรับให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ไม่ได้ หรือยังเกิดความสงสัยต้องการจะรู้จะเกิดสภาวะที่ไม่สมดุลขึ้นในสมอง แต่ถ้าปรับตัวให้เข้ากับสิ่งนั้นได้ก็จะเกิดสภาวะสมดุลหรือเรียกว่าเกิดการเรียนรู้ (เสนห์ ทิมสุกใส. 2542 : 98 ; อ้างอิงจาก Piaget. 1962)

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ตามแนวคิดของเพียเจต์ สำหรับจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้ระดับมัธยมศึกษา สรุปได้ดังนี้ (เสนห์ ทิมสุกใส. 2542 : 98)

1. การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
2. มโนทัศน์หนึ่ง ๆ อาจแบ่งได้เป็นหลายระดับตามขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญา
3. การสอนของครูควรเป็นวิธีการให้เด็กแก้ปัญหา โดยให้เด็กได้เผชิญปัญหา เพื่อจะได้หาทางและวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
4. การสอนเด็กในแต่ละช่วงอายุจะต้องคำนึงถึงลักษณะการพัฒนาสติปัญญา และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะกับวัยนั้น

5. เด็กในระดับมัธยมศึกษา มีความสามารถคิดในเชิงนามธรรมได้ การสอนบางส่วนอาจใช้วิธีการศึกษาจากเอกสาร จากหนังสือ หรือจากการบรรยายของครู แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าครูจะสอนโดยการบรรยายอย่างเดียว เพราะเพียเจต์เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดได้เมื่อมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม

6. การเลือกเนื้อหาหรือกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับเด็กแต่ละวัยหากรื่องที่สอนยากเกินกว่าเด็กจะเข้าใจ จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย

7. สอดแทรกแง่คิดต่าง ๆ ในบางครั้ง เพื่อให้ให้นักเรียนคิดเชื่อมโยง และขยายความ เพื่อพัฒนาความคิดของเด็ก

จากหลักการจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงว่า ถ้าผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการมีส่วนร่วม ในกิจกรรมของการเรียนการสอนมากที่สุดเท่าที่ความสามารถของเขาจะทำได้ จะช่วยให้ผู้เรียน เชื่อมโยงความคิดหลักต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อันจะก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

6. เอกสารเกี่ยวกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนว การจัดการศึกษา

การจัดกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่กล่าวมานี้มีความสอดคล้องกับแนวการจัดการศึกษาในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 อย่างยิ่ง เห็นได้จากหมวด 4 ว่าด้วยแนวการจัดการศึกษาในมาตรา 22, 23 และ มาตรา 24 ดังมาตราต่อไปนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 12 - 14)

มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ

มาตรา 23 การจัดการศึกษาทั้งการศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยต้องเน้นความสำคัญทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้และการบูรณาการตามความเหมาะสมของ แต่ละระดับการศึกษาในเรื่องต่อไปนี้

1. ความรู้เรื่องเกี่ยวกับตนเองและความสัมพันธ์ของตนเองกับสังคม ได้แก่ ครอบครัว ชุมชน ชาติ และสังคมโลก รวมถึงความรู้เกี่ยวกับประวัติศาสตร์ความเป็นมาของสังคมไทย และระบบการเมืองการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2. ความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งความรู้ความเข้าใจและ ประสบ-การณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลและยั่งยืน

3. ความรู้เกี่ยวกับศาสนา ศิลป วัฒนธรรม การกีฬา ภูมิปัญญาไทย และการประยุกต์ใช้ภูมิปัญญา

4. ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์และด้านภาษา เน้นการใช้ภาษาไทยอย่างถูกต้อง

5. ความรู้และทักษะในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข

มาตรา 24 การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา

3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็นทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง

4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา

5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียน การสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ

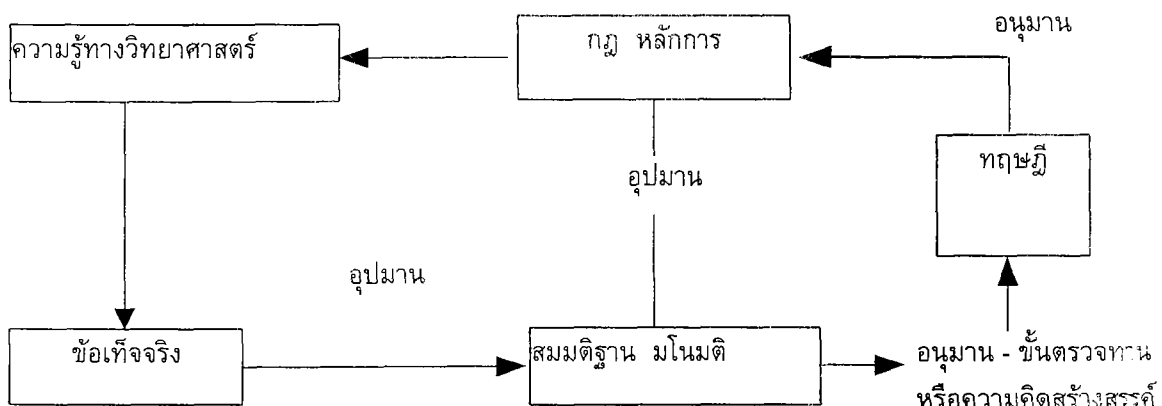
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดา มารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่ายเพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 ที่กล่าวถึง แนวการจัดการศึกษาสรุปได้ว่า การศึกษาควรมุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองตามความสามารถที่มีอยู่จากประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้ จนสามารถบูรณาการความรู้ ทักษะ การคิด และสามารถใช้ชีวิตอยู่ได้ในสังคมและดำเนินชีวิตอย่างรู้เท่าทัน มีคุณธรรม จริยธรรมที่เหมาะสม มีความสำนึกรับผิดชอบต่อสังคมไทยในฐานะพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ

7. เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ความหมายที่แท้จริงของวิทยาศาสตร์ หมายถึง ส่วนที่เป็นตัวความรู้ (Body of Knowledge) ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง (Fact) มโนคติ (Concept) หลักการ (Principle) กฎ (Law) ทฤษฎี (Theory) สมมติฐาน (Hypothesis) และส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ (Process of Scientific Inquiry) (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 94)

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ส่วนที่เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ดำเนินการค้นคว้า สืบเสาะ ตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. 2535 : 101)



ภาพประกอบ 1 ความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ที่มา : สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชา

หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

7.1 กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2535 : 101 - 103) กล่าวว่า กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการคิด การกระทำอย่างมีระบบในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงต่าง ๆ จากประสบการณ์ธรรมชาติ และจากสถานที่ที่อยู่รอบตัวเรา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้นดังนี้ คือ ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน พิสูจน์หรือทดลอง สรุปผล และการนำไปใช้

การแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แล้วผลของการศึกษาค้นคว้าจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ เป็นองค์ประกอบ คุณลักษณะที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแสวงหาความรู้นี้เรียกว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ความละเอียดถี่ถ้วน อดุสาหะ ความอดทน ความมีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ไม่ยึดมั่นในความคิดของตนเพียงฝ่ายเดียว มีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาความรู้ มีความซื่อสัตย์สุจริต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น ยอมรับการเปลี่ยนแปลง และความก้าวหน้าใหม่ ๆ

7.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

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

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกันเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้นๆ โดยไม่ได้ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต อาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปส และสเปกกับเวลา

สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว และความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปกกับสเปสของวัตถุ ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ กับ 2 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจรกราฟ สมการ เขียนบรรยาย เป็นต้น

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความถี่เห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

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

การพยากรณ์เกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตาราง หรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านั้นยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน

สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความบอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม

สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลอง
หาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมาย
และขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถ
สังเกตหรือวัดได้

การกำหนดและควบคุมตัวแปร

การกำหนดตัวแปร หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปร
ที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการ
ทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็น
สาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการ
ทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมสิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปร
ต้นที่มีผลทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือน ๆ กัน

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือ
ทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการศึกษาทดลอง จะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลอง
ก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและการควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์ และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลอง
จริง ๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปลความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ 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 เพื่อให้ผู้เรียนได้รับทักษะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำการจำแนกพฤติกรรมในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ของ ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 21-31) ไปสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน คือ

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎและทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการด้านการจำแนกประเภท การคำนวณ การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

8. เอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญมาก และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับมนุษย์ในการดำเนินชีวิตประจำวัน บุคคลที่ประสบกับปัญหาต่าง ๆ แล้วสามารถหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จลุล่วงได้ ย่อมประสบความสำเร็จ นอกจากนี้ยังอาจนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ได้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายท่านดังนี้

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 267) ได้ให้ความหมายของการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม นำมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่ ซึ่งในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือได้ผลดี ขึ้นอยู่กับระดับของความสามารถของเขาวិปัญญา การเรียนรู้ การรู้จักคิดแบบเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งวิธีการแก้ปัญหามักแตกต่างกัน แล้วแต่ประสบการณ์ของผู้เรียน และสภาพการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น

รุ่งชีวา สุขดี (2531 : 35) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นทักษะอย่างหนึ่งที่จะต้องฝึกฝนอยู่เสมอ และความสามารถในการแก้ปัญหของแต่ละบุคคลยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลาย ๆ ด้านด้วยกันคือ

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคลหรือความรู้เพิ่ม
2. วุฒิภาวะของสมองและความสามารถทางสติปัญญา
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสนใจของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น
5. ความสามารถในการมองเห็นลักษณะร่วมกันของสิ่งเร้าทั้งหมด

ตันหยง อิมมาก (2537 : 53) ได้แสดงความคิดเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานั้นจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวุฒิภาวะทางสมอง ประสบการณ์ ความสนใจ สติปัญญา ความพร้อมแรงจูงใจ อารมณ์และสภาพแวดล้อม

รัชฎาพร ชูสกุล (2538 : 31) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีการที่สลับซับซ้อน ต้องอาศัยความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การคิดแบบวิเคราะห์ ประสบการณ์ วิธีการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาแก้ปัญหา เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

เกเออร์ (Gaier. 1953 : 138 - 141) กล่าวว่า ในการแก้ปัญหา นั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริง แต่ข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอในการแก้ปัญหา จำเป็นต้องรู้จักการสังเกตพิจารณาคัดเลือกหาแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา การสอนที่บอกแนวทางและข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

สตอลล์เบิร์ก (Stollburg. 1956 : 225 - 228) ให้ความเห็นว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีการแก้ปัญหานั้น ผู้แก้ปัญหาแต่ละคนย่อมมีลักษณะเฉพาะเอกัตบุคคล การแก้ปัญหาก็ไม่เหมือนกัน การแก้ปัญหาไม่มีขั้นตอนที่แน่นอนตายตัว และไม่เป็นลำดับขั้น อาจสลับก่อนหลังหรือบางขั้นตอนไม่มีก็ได้ นอกจากนี้การแก้ปัญหายังขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

1. ประสบการณ์ของแต่ละบุคคล
2. วุฒิภาวะของสมอง
3. สภาพการณ์ที่แตกต่างกัน
4. กิจกรรมและความสามารถของแต่ละคนที่มีต่อปัญหานั้น

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้ให้ความเห็นว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือการแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกู๊ดได้กล่าวว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่ยาก ลำบาก ยุ่งยาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ ซึ่งความเกี่ยวข้องกับปัญหามีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการรวบรวมเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ที่จะทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

มอร์แกน (Morgan. 1978 : 154 - 155) สรุปว่าวิธีคิดแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลนั้นแตกต่างกันทำให้ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบดังนี้

1. สติปัญญา (Intelligence) ผู้มีสติปัญญาดี สามารถคิดแก้ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ (Motivation) ในการทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้ปัญหา
3. ความพร้อม (Readiness) ในการที่จะแก้ปัญหาใหม่ ๆ โดยทันทีทันใดจากประสบการณ์ที่มีมาก่อน
4. การเลือกวิธีแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (Functional Fixedness)

จากความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมา พอสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิม จากการเรียนรู้ มาแก้ปัญหาที่พบ โดยอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหาแต่ละครั้งจะสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับประสบการณ์หรือความรู้เดิม วุฒิภาวะของสมองความสนใจ ความพร้อม แรงจูงใจ อารมณ์ และสภาพแวดล้อม

8.1 การเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา

ผู้สอนเป็นบุคคลที่มีความสำคัญในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นผู้จัดสิ่งเร้าที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นบุคคลที่มีอิทธิพลต่อผู้เรียนมากกว่าผู้อื่น ทั้งนี้เพราะผู้สอนเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนโดยตรง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาภาคปฏิบัติ ผู้เรียนและผู้สอนจำเป็นต้องมีความใกล้ชิดกันมาก ผู้สอนมีหน้าที่ถ่ายทอดทางวิชาการ การเป็นแบบอย่าง ตลอดจนการอบรมสั่งสอนแนะนำให้ผู้เรียนมีความประพฤติดี มีคุณธรรมและเจตคติที่ดี ซึ่งการกระทำต่าง ๆ ของผู้สอนจะได้ผลดีและมีประสิทธิภาพเพียงใดผู้สอนจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยเฉพาะคุณภาพการสอน ซึ่งเป็นแนวทางที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น และมีพฤติกรรมไปตามแนวทางที่ปรารถนาตามจุดมุ่งหมาย (กนิษฐา ปิ่นสุวรรณ. 2531 : 2 - 3)

ทิศนา ขัมมณี (2535 : 9 - 14) ได้กล่าวถึงกระบวนการสำคัญของครูที่จะช่วยสร้างเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดมีดังนี้

1. การสังเกต / การสงสัย
2. การอยากรู้คำตอบในเรื่องที่สงสัย
3. การแสวงหาคำตอบในเรื่องที่สงสัย
4. การคาดคะเนคำตอบในเรื่องที่สงสัย โดยเชื่อมโยงความรู้และประสบการณ์เดิม การคิดใช้เหตุผล การคิดริเริ่ม การใช้จินตนาการ
5. การรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล การแจกแจงข้อมูลการกำหนดแหล่งข้อมูล การลงมือเก็บข้อมูล
6. การพิจารณาข้อมูลและสรุปข้อมูลในเรื่องที่สงสัย โดยการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบ การแยกแยะข้อมูล การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูล การใช้เหตุผล การประเมินข้อมูล และการลงสรุปข้อมูล

7. การทดสอบคำตอบในเรื่องที่สงสัย และสรุปผลการทดสอบ

8. การสรุปคำตอบในเรื่องที่สงสัย และการอธิบายคำตอบ

สายหยุด สมประสงค์ (2523 : 67 - 90) กล่าวถึงการจัดสภาพการณ์ภายนอกต่าง ๆ เพื่อยั่วให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และวิธีการแก้ปัญหาหลาย ๆ วิธี ให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน
2. ปัญหาที่ผู้สอนหยิบยกมานั้นควรเป็นปัญหาใหม่สำหรับผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้วก็ควรเป็นปัญหา ที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียน
3. การฝึกแก้ปัญหา ผู้สอนควรแนะนำให้ผู้เรียนให้ตีปัญหาให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร
4. จัดบรรยากาศการเรียนการสอน ซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้เป็นไปในลักษณะเปลี่ยนแปลงได้ไม่ตายตัว และสร้างความเป็นกันเองกับผู้เรียน
5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดเสมอ
6. การฝึกฝนการแก้ปัญหา ผู้สอนไม่ควรบอกวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เพราะถ้าบอกให้ แล้วจะไม่ได้ใช้กลยุทธ์ของการคิดแก้ปัญหา

สุวัฒน์ มุทฺธเมธา (2523 : 205 - 206) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการสอนเพื่อแก้ปัญหา มีดังนี้

1. ควรปล่อยให้ นักเรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด
2. ครูควรส่งเสริมให้กำลังใจ เมื่อนักเรียนทำผิดพลาดหรือคิดไม่ถูกต้อง
3. ครูควรให้ข้อเสนอแนะอภิปราย ชักถามให้นักเรียนคิด ถ้านักเรียนคิดไม่ออก
4. ครูควรส่งเสริม สนับสนุนให้นักเรียนคิด หรือใช้วิธีใหม่แก้ปัญหา หากนักเรียนยังใช้วิธีเดิม ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่สามารถแก้ปัญหาได้
5. ครูควรเสนอแนะวิธีการใหม่ ๆ ให้นักเรียนพิจารณาทดลอง ถ้านักเรียนท้อถอยจะเลิกแก้ปัญหา เนื่องจากมองไม่เห็นแนวทาง
6. ถ้านักเรียนสับสน เบื่อหน่าย หงุดหงิด ครูแนะนำให้ นักเรียนพักสักครู

7. ครูควรแนะนำส่งเสริมให้นักเรียนเห็นว่า การมีใจกว้าง มองหลายมุม ยอมรับความคิดเห็น ไม่ยึดมั่นวิธีใดวิธีหนึ่ง จะช่วยแก้ปัญหาได้ดีขึ้น

8. ครูส่งเสริมให้นักเรียนหาเหตุผล คิดเตา ลองผิดลองถูกในการแก้ปัญหา บ้าง

9. ครูควรส่งเสริมและฝึกให้นักเรียนมีทัศนคติในการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบ ก่อนตัดสินใจ

10. ครูไม่ควรหัวเราะเยาะให้นักเรียน เสียหน้าหรือเกิดความละอาย เมื่อนักเรียน เสนอวิธีการหรือข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เพราะจะทำให้ให้นักเรียนไม่กล้าคิดไม่กล้าแสดงออก ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เป็นทักษะอย่างหนึ่งที่ต้องให้นักเรียนฝึกฝน อยู่เสมอสำหรับวิธีการต่าง ๆ ที่ครูช่วยฝึกให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาได้นั้น มังกร ทองสุคดี (2522 : 5 - 10) กล่าวไว้ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนทำงานอยู่เสมอ (The Persistency Process) วิธีการแบบนี้ เป็นวิธีที่ใช้กันมานาน การทำงานช่วยให้มีประสบการณ์เพิ่มขึ้น และให้เราหันทางคิดมากขึ้น

2. ฝึกให้นักเรียนมีการทดลองอยู่เสมอ (The Testimonial Process) บาง ครั้งครูอาจกำหนดปัญหาให้นักเรียนช่วยกันหาคำตอบ โดยแนะนำให้นักเรียนทำกิจกรรมบางอย่าง หรือการแสดงการสาธิต เพื่อให้นักเรียนหาคำตอบให้ได้ นักเรียนที่มีโอกาสฝึกการคิด แก้ปัญหายู่เสมอนั้น อาจหาแนวทางต่าง ๆ ช่วยได้เป็นอย่างดี การสอนเนื้อหาวิชาบางครั้งครู ไม่อาจทำการทดลองได้ เช่น การวัดระยะทางจากโลกกับดวงดาวใน ท้องฟ้า ก็ให้นักเรียนคิด แก้ปัญหา โดยการทดลองค้นคว้าจากแหล่งวิชาการต่าง ๆ

3. ฝึกให้เป็นผู้มีเหตุผลแก่ตัวเอง (The Innate Process) การฝึกแบบนี้ เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง บางครั้งอาจเป็นการเชื่อแบบลางสังหรณ์ (Intuition) ซึ่งเป็นสัญชาตญาณของตนเอง มีผลงานของนักวิทยาศาสตร์หลายอย่างที่เกิดจากลางสังหรณ์ เช่น กรณีที่ชวาป (Schwab) ได้ค้นพบจุดดับในดวงอาทิตย์ เป็นต้น

4. ให้อำนาจการวิจารณ์ (Critical Thinking) จอห์น ดิวอี้ นักการศึกษาผู้มี ชื่อเสียงได้กำหนดวิธีการคิดแก้ปัญหาโดยการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

- ก. การกำหนดปัญหา
- ข. รวบรวมข้อเท็จจริง
- ค. ตั้งสมมติฐาน
- ง. ทดสอบสมมติฐาน
- จ. ประเมินผล

วิธีการคิดแก้ปัญหาโดยวิธีนี้ ครูควรฝึกให้นักเรียนใช้อยู่เสมอ เพราะสามารถนำไปใช้ในอนาคตได้อีกด้วย นอกจากนั้น ครูควรแนะนำหาหนทางช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดหรือกระทำในเรื่องเหล่านี้โดย

4.1 ฝึกให้รู้จักวิเคราะห์ - สังเคราะห์ (Analysis - Synthesis)

4.2 ฝึกให้รู้จักออกความเห็น (Suggestion)

การฝึกหรือกระตุ้นยั่วให้นักเรียนรู้จักแสดงความคิดเห็นอยู่เสมอ นั้น เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดของตนเอง เพราะการคิดช่วยให้การเรียนของนักเรียนดีขึ้น ดีกว่าการฝึกให้นักเรียนใช้แต่ความจำอย่างเดียว ครูต้องคอยช่วยเหลือนักเรียนอยู่เสมอ เพราะนักเรียนอาจแสดงออกทางความคิดเห็นในสิ่งที่ไม่ถูกต้องมากนักก็ได้

จากแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนกับการแก้ปัญหา สรุปได้ว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหรือไม่ ส่วนประกอบที่สำคัญก็คือ ตัวครู การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู การจัดบรรยากาศการเรียนการสอน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการฝึกการแก้ปัญหา

8.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การแก้ปัญหาคือกระบวนการที่มีหลักการและขั้นตอนอย่างมีระบบระเบียบ ต้องใช้ความคิดอย่างซับซ้อน เพื่อมองปัญหาได้หลายแง่มุมหลายวิธีการ แล้วเลือกวิธีการที่ดีที่สุด ที่ทุกคนยอมรับไปใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้ผลที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพอย่างแท้จริง (จักรทอง เบ้าจรรยา. 2527 : 13) ซึ่งหลักการและขั้นตอนในการแก้ปัญหานั้นมีมากมาย และมีลักษณะขั้นตอนแตกต่างกันออกไป ดังนี้

สมจิต สวธน์ไพบุลย์ (2527 : 8) ได้เสนอว่า การคิดแก้ปัญหามีวิธีการที่ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบมีหลายวิธี เช่น วิธีลองผิด - ลองถูก วิธีคิดกลับไปกลับมา แต่ที่นิยมนำมาใช้ฝึกฝนนักเรียนให้เป็นคนช่างเสาะแสวงหาความรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลำดับขั้นตอน 4 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตั้งสมมติฐาน

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นพิสูจน์หรือทดลอง

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุปผลและนำไปใช้

กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2523 : 260) ได้กล่าวถึงวิธีการในการคิดแก้ปัญหาว่าขึ้นอยู่กับประสบการณ์และสถานการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

1. การคิดแก้ปัญหาโดยการใช้พฤติกรรมแบบเดียว โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงคิดแก้ปัญหา เมื่อประสบปัญหาจะไม่มีการไตร่ตรองหาเหตุผล ไม่มีการพิจารณาสิ่งแวดล้อม เป็นการจำและเรียนแบบพฤติกรรมเดิมที่เคยคิดแก้ปัญหาได้

2. การคิดแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก เป็นการคิดแก้ปัญหาแบบเดาสุ่มโดยการลองผิดลองถูก

3. การคิดแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยนแปลงทางความคิด ซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในยากแก่การสังเกต คือ การหยั่งเห็นซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน

4. การคิดแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การคิดแก้ปัญหาในระดับนี้ถือว่าเป็นระดับที่สูงที่สุด และใช้ได้ดีที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการคิดแก้ปัญหาที่ยากซับซ้อนมีขั้นตอนโดยสังเขปดังนี้

4.1 การพิจารณาปัญหา โดยการสังเกต คิด และจำ

4.2 การตั้งสมมติฐานจากประสบการณ์เดิมต่าง ๆ

4.3 การทดสอบสมมติฐาน

4.4 คงสมมติฐานที่ถูกไว้ แต่ถ้าผิดให้ตัดสมมติฐานเดิมทิ้ง ย้อนกลับพิจารณาปัญหาแล้ว ตั้งสมมติฐานใหม่ จากนั้นก็ดำเนินการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งขึ้นใหม่

4.5 การนำสมมติฐานที่ดีที่สุดไปใช้ อาจเป็นการใช้ทั้งหมดหรือประยุกต์ใช้เฉพาะบางส่วนที่เหมาะสมกับสภาพปัญหา ซึ่งเป็นวิธีคิดแก้ปัญหาที่เหมาะสม เพราะทำให้นักเรียนรู้จักไตร่ตรองหาเหตุผลที่เกิดขึ้นในแต่ละปัญหา

บลูม (Bloom. 1956 : 62) ได้ชี้ให้เห็นว่า ขั้นตอนของขบวนการคิดแก้ปัญหานั้นมีอยู่ 6 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 เมื่อผู้เรียนได้ตอบกับปัญหา ผู้เรียนจะคิดค้นสิ่งที่เคยพบ เคยเห็น และเกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 2 ผู้เรียนจะใช้ประโยชน์จากขั้นที่ 1 มาสร้างรูปแบบของปัญหาขึ้นใหม่

ขั้นที่ 3 การแยกแยะของปัญหา

ขั้นที่ 4 การเลือกใช้ทฤษฎี หลักการ ความคิดและวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหา

ขั้นที่ 5 การใช้ข้อสรุปของวิธีการมาแก้ปัญห

ขั้นที่ 6 ผลที่ได้จากการแก้ปัญห

เวียร์ (Weir, 1974 : 18) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการคิดแก้ปัญหไว้ 4 ลำดับ คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นในการเสนอปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นในการวิเคราะห์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นในการเสนอวิธีคิดแก้ปัญห

ขั้นที่ 4 ขั้นในการตรวจสอบผลลัพธ์

จากแนวคิดของนักการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ จะพบว่าการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์มีระบบ แบบแผน มีเหตุผล มีขั้นตอนที่เหมาะสม รวมทั้งต้องใช้การคิดอย่างซับซ้อนรวมทั้งสติปัญญา สมรรถภาพทางสมอง ประสบการณ์ และความถนัด เพื่อที่จะหาวิธีการแก้ปัญหตามสาเหตุและสามารถวิเคราะห์ผลที่จะเกิดจากการใช้วิธีการแก้ปัญหานั้นได้ จะเห็นว่า ขั้นตอนการแก้ปัญหของเวียร์ (Weir, 1974 : 18) เป็นขั้นตอนแก้ปัญหที่สั้น ชัดเจน และครอบคลุมขั้นตอนในการแก้ปัญหที่ผู้อื่นเสนอไว้ ผู้วิจัยจึงสนใจนำขั้นตอนการแก้ปัญหของเวียร์ (Weir) มาศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการ

งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบบูรณาการที่เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย มีน้อยโดยส่วนใหญ่จะเป็นการสอนบูรณาการระดับประถมศึกษาในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ส่วนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการในระดับมัธยมศึกษาเท่าที่ผู้วิจัยได้ค้นคว้ามามีดังนี้

อรรถวรณ นิยะโต (2536 : 80) ได้นำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบต่อตนเอง และความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยใช้การสอนแบบบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรับผิดชอบต่อตนเองและความรับผิดชอบต่อสังคมของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สายฝน ลีรัตนาวลี (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เพื่อออกแบบหน่วยการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการเพื่อการสอนเป็นคณะและการเรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับมัธยมศึกษา เพื่อศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมศึกษาของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉพาะด้านแนวทางส่งเสริมการสอนแบบบูรณาการและการสอนเป็นคณะสำหรับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา โดยทำการศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 คน ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 โรงเรียน ปรินสร้อยแยลสวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีครูผู้สอนร่วมคณะ รวม 4 คน ได้แก่ ครูวิชาสังคมศึกษา (ส 102) 1 คน ครูวิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) 1 คน ครูวิชาศิลปศึกษา (ศ 102) 1 คน และครูวิชาภาษาอังกฤษ (อ 012) 1 คน

เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (1) หน่วยการสอนแบบบูรณาการเรื่อง น้ำกับชีวิตในเชียงใหม่ประกอบด้วย 3 หน่วยย่อย ใช้เวลาสอน 9 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งผู้ศึกษาสร้างขึ้นเอง (2) คู่มือการสอนสำหรับครู 1 ชุดประกอบด้วยแนวในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการเพื่อการสอนเป็นคณะ และการเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อม (3) แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อมทั่วไป 1 ฉบับ (4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เฉพาะด้าน 3 รายวิชา ได้แก่ วิชาสังคมศึกษา (ส 102) วิชาวิทยาศาสตร์ (ว 102) และวิชาภาษาอังกฤษ (อ 012) โดยมีค่าความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.71 , 0.81 และ 0.89 ตามลำดับ (5) สมุดบันทึกการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของ นักเรียน (6) สมุดบันทึกปัญหาการเรียนของครู โดยมีการวิเคราะห์พฤติกรรมการณ์เรียนและปัญหาการเรียนของครู โดยใช้การจำแนกหมวดหมู่และพรรณนาวิเคราะห์ ผู้ศึกษาได้กำหนดบทบาทครูผู้สอนร่วมคณะไว้ในแผนการสอนอย่างชัดเจน ในด้านกิจกรรมการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งการปฏิบัติจริงเพื่อจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน

ผลการศึกษาพบว่า ในด้านหน่วยการสอนแบบบูรณาการเรื่อง น้ำกับชีวิตของ ชาวเชียงใหม่โดยครูผู้สอนเป็นคณะ ครูผู้สอนเห็นว่าเนื้อหามีความสัมพันธ์กันและสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดในหน่วยย่อยทุกหน่วย หน่วยการสอนดังกล่าวมีประโยชน์ทำให้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กันได้ละเอียดลึกซึ้ง ผู้สอนร่วมมือกันสอนทั้งใน เนื้อหาที่ต้องใช้ความสามารถเฉพาะด้านที่มีอยู่อย่างชัดเจนและเนื้อหาอื่น ๆ มีการรับฟังข้อคิดเห็น และปรึกษากันเพื่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างสอน นักเรียนเห็นว่าหน่วยการสอนแบบ บูรณาการน่าสนใจ ตื่นเต้น และสนุกสนาน เพราะครูหลายคนช่วยกันสอน โดยมีสื่อประกอบ การสอนที่น่าสนใจ นักเรียนได้ ทำกิจกรรมหลากหลาย มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และ การแสดงออก ทำให้พัฒนาความเชื่อมั่นในตัวเองรวมทั้งเป็นการส่งเสริม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู กับนักเรียนได้ดี ความคิดเห็นเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อมทั่วไปของนักเรียนแสดงว่า ความรู้ความเข้าใจในเรื่องดังกล่าวหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 สามารถทำคะแนนผ่านเกณฑ์ 60% ทั้ง 3 วิชา สำหรับ ผลงานด้านศิลปศึกษา นักเรียนสามารถวาดภาพได้อย่างสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถระบายสี ได้อย่างเรียบร้อยและสวยงาม

วาสนา แสงคำ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสร้างเสริม ประสพการณ์ชีวิตหน่วย “การเมือง การปกครอง” และทัศนคติต่อบุคลิกภาพประชาธิปไตย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยการสอนแบบบูรณาการ (ลาร์ดิชาเบล) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียน บ้านดู่พงษ์ จังหวัดน่าน จำนวน 62 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง แบ่งเป็นกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 31 คน กลุ่มทดลองสอนโดยการสอนแบบบูรณาการ (ลาร์ดิชาเบล) และกลุ่มควบคุมสอนโดยการสอนตามแนวการสอนของกรมวิชาการ ใช้ระยะเวลาทดลองสอน 48 คาบคาบละ 20 นาที โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน เครื่องมือที่ใช้คือแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามวัดทัศนคติต่อบุคลิกภาพประชาธิปไตย ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อบุคลิกภาพประชาธิปไตย แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

โอเวนส์ (Owen, 1990 : 92 - 96) ได้ทำการวิจัยเพื่อสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการสอนแบบบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่ใช้สอนกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีการประยุกต์หลักของเทคโนโลยี (วิทยาศาสตร์ประยุกต์) จากนักเรียน 60,000 คน ใน 49 รัฐ และ 2 เขตภูมิภาคการปกครองของประเทศแคนาดา ที่เรียนโดยใช้แบบเรียนวิทยาศาสตร์และภาพยนตร์ของสมาคมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกาเป็นสื่อประกอบการสอน ใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ในการประยุกต์เกี่ยวกับหลักของเทคโนโลยี (วิทยาศาสตร์ประยุกต์) ที่ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ วิชาชีววิทยาและเคมี เนื้อหาวิทยาศาสตร์ประยุกต์แบบรายหน่วยของวิชาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์มีทั้งหมด 14 เรื่อง ทำการสอนโดยจัดเนื้อหาวิชาเป็นหน่วย ในปีที่ 1 มี 7 หน่วย ประกอบด้วยหน่วยวิชาเรื่อง แรงงาน อัตราความเร็ว ระยะทาง พลังงาน กำลัง หม้อแปลงไฟฟ้า ปีที่ 2 มี 7 หน่วยประกอบด้วยเรื่อง โมเมนตัม คลื่น การเปลี่ยนแปลงพลังงาน ตัวนำไฟฟ้า รั้งสี แสง ค่าคงที่ของเวลา โดยครูจัดการสอนโดยใช้การสาธิตการทดลองทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองร่วมกัน ส่วนวิชาชีววิทยาและเคมี ได้มีการบูรณาการเนื้อหาวิชารวมกันเป็น 6 หน่วยจากเนื้อหาวิชา 12 เรื่องประกอบด้วยเรื่อง พลังงานจากธรรมชาติ น้ำ อากาศและก๊าซ การเจริญเติบโตของพืช การดำเนินชีวิต สารอาหาร โรคและสุขภาพ กระบวนการชีวิต การสังเคราะห์สาร ขยะ และการจัดการ จุลชีววิทยา อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ครูจัดการสอนโดยใช้สถานการณ์ที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน กิจกรรมที่จัดประกอบด้วยการอ่าน การบรรยาย การสาธิต การใช้วีดิทัศน์ การลงมือปฏิบัติในห้องทดลอง และการออกภาคสนาม ผลปรากฏว่า นักเรียนร้อยละ 67 มีความรู้สึกต่อการนำวิทยาศาสตร์มาใช้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม นักเรียนร้อยละ 71 ต้องการให้มีการจัดหลักสูตรการเรียนดังกล่าวในชั้นเรียน นักเรียนร้อยละ 37 ยอมรับการจัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มีประโยชน์ในชีวิตประจำวันและอนาคต นักเรียนร้อยละ 80 มีความเข้าใจความคิดรวบยอดจากการสาธิตระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์ นักเรียนร้อยละ 47 สนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับความคิดเห็นของครูที่ได้รับจากการออกแบบสอบถามพบว่า การบูรณาการวิชาชีววิทยาและเคมีควรมีการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้นในการสอนในชั้นเรียน เพื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบบูรณาการดังกล่าวสรุปได้ว่าการสอนแบบบูรณาการเป็นการจัดการสอนที่นำเนื้อหาวิชาไปสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์ที่ได้รับ แม้ว่าข้อมูลที่นำมาอ้างอิงในงานวิจัยส่วนนี้จะมีน้อยก็อาจกล่าวได้ว่าการสอนแบบบูรณาการเป็นวิธีการสอนแบบหนึ่งที่เหมาะสมกับสภาพปัญหาสังคมในปัจจุบัน

9.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

งานวิจัยภายในประเทศ

จรรยาพรณ์ เนื่องฤทธิ์ (2538 : 95-96) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่เรียน วิชา ว431 เคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ของโรงเรียนอยุธยาวิทยาลัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยการสุ่มตัวอย่างของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน ซึ่งได้มาจากการจับฉลากจากนักเรียนที่มีการจัดชั้นแบบคละกัน จำนวน 5 ห้องเรียน จากประชากรเป้าหมาย การจัดกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมกระทำโดยการจับฉลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และมีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05

อำพรพรรณ ทิวไผ่งาม (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลการสอนในด้านความคิดรวบยอด ทักษะการนำไปใช้ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ บรรยายภาคในชั้นเรียนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม / ทฤษฎีการสร้างความรู้ (STS / Constructivism) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 39 คน เรื่องวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในคร่ำเป็นการวิจัยในชั้นเรียน รวบรวมข้อมูลโดยใช้

แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน การสังเกต การบันทึกพฤติกรรม และการตรวจผลงานของนักเรียนเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีการเรียนรู้ ในด้านความคิดรวบยอดทักษะ ก่อนเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 87.17 และ 82.05 ตามลำดับ ในด้านการนำไปใช้ที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนมีเจตคติที่ดี ชอบเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น บรรยากาศในการเรียนมีลักษณะ ที่นักเรียนมีบทบาทในการเรียนมากขึ้น

รพีพร โตไทยะ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องน้ำเพื่อชีวิตและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการโดยการแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 90 คน ซึ่งกำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนกุสุมาลย์ประชาเสริมวิทย อำเภอกุสุมาลย์ จังหวัดศรีสะเกษ แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 18 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แผนการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมและแผนการสอนตามปกติ (สสวท.) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิต และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสารัตน์ ภัทรจิตินันท์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม / ทฤษฎีการเรียนรู้ (STS / Constructivism) เรื่องทรัพยากรธรรมชาติ และพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ โดยใช้นักเรียน จำนวน 29 คน ใช้เวลา 20 คาบ คาบละ 50 นาที เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและแบบสอบถาม 3 ฉบับ ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดบรรยากาศ การเรียนรู้ ที่มีนักเรียนเป็นจุดศูนย์กลาง และนักเรียน เป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล

และมีการประเมินผลหลายวิธี เรื่องที่เรียนเป็นเรื่องเกี่ยวกับสังคมของนักเรียน แต่กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นไม่ทำให้ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น ยกเว้น เจตคติต่อครูวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในต่างประเทศ

อิสกันดาร์ (Iskandar. 1992 : 114 - A) ได้ประเมินผลการใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่นำมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ “ครูผู้นำ” จำนวน 12 คน ที่เข้าร่วมโครงการเซาตากวาของไอโอวา (The Iowa Chautuqua Program) ระหว่างปี พ.ศ.2532-2533) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ 6 - 9 จำนวน 600 คน โดยครูแต่ละคนเลือกห้องเรียนจำนวน 2 ห้อง เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สอนตามแนววิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม และสอนตามแบบเรียน โดยการทดสอบก่อนและหลังการสอน วิเคราะห์ความแตกต่างด้วย T - test และ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียน วิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม สามารถรอบรู้ในมิติพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เหมือนกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบเรียน และสามารถนำมิติพื้นฐานไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ การพัฒนาเจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ ครู และอาชีพที่สัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ การรับรู้ในการตั้งคำถามในห้องเรียน การแก้ปัญหา การรับรู้ขั้นตอนในการสอนของครู ดีกว่า ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

เซฮอร์ (Zehr. 1992 : 116 - A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในจุดประสงค์ 5 ประการของวิทยาศาสตร์ศึกษากับความสามารถของครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับ 6 - 12 จำนวน 27 ห้อง รวม 511 คน แต่ละห้องแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งได้รับการสอนจากครูจำนวน 18 คน โดยครูเป็นผู้สาธิต แล้วนำความรู้ไปประยุกต์ใช้คิดวิเคราะห์โดยนักเรียน ครูทุกคนใช้เวลา 4 - 10 สัปดาห์ แล้วเลือกผลของการทดสอบก่อนและหลังการสอน ตามจุดประสงค์ 5 ประการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่สอนโดยการให้ครูสาธิตกับนักเรียนที่สอนโดยการให้ครูสาธิตกับนักเรียนสาธิตไม่แตกต่างกันในด้านมิติ กระบวนการ การประยุกต์ กลุ่มที่นักเรียนเป็นผู้สาธิตมีความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติสูงกว่ากลุ่มที่ครูสาธิต ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และพบว่าความสามารถในการประยุกต์ใช้ของครูมีผลกระทบต่อนักเรียนที่มีคะแนนต่ำ

แมคคินนุ (Mackinnu. 1992 : 248 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ใช้การสอนแบบ วิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับ การสอนตามแบบเรียน โดยการสอนของครูจำนวน 15 คน โดยใช้ นักเรียน 30 ห้อง แล้วรวบรวมข้อมูลโดยการสังเคราะห์งานวิจัยด้วยเทคนิคแบบเมตาดา ผลการวิจัย พบว่า ด้านโน้มนัฒนิตของนักเรียนที่ใช้การสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับ การสอนตามแบบเรียนไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าในด้านกระบวนการ การประยุกต์ ความคิดสร้างสรรค์ และด้านเจตคติในเชิงบวก ซึ่งมีข้อสังเกตสำหรับนักเรียนกลุ่มที่สอนตามแบบเรียนในด้านเจตคตินักเรียนที่มีความสามารถสูงส่วนใหญ่เจตคติไม่เปลี่ยนแปลง แต่ในกลุ่มที่มีความสามารถต่ำจะมีเจตคติในเชิงลบเกิดขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ไม่มีผลกระทบต่อการเรียนรู้ด้านโน้มนัฒนิตทางวิทยาศาสตร์ และสามารถช่วยพัฒนาการเรียนรู้ในด้านกระบวนการ การประยุกต์ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ เจตคติเชิงบวกทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการแสวงหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์นอกเหนือจากที่กำหนดในบทเรียน มีความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องของวิทยาศาสตร์ได้

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม พบว่าประเทศไทยควรมีการปรับเปลี่ยนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในแนวที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจึงควรใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นกิจกรรมการเรียนสอนใกล้เคียงกับสภาพจริงของผู้เรียนมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาและทำให้ผู้เรียนเกิดความรับผิดชอบต่อสังคมในฐานะที่เป็นพลเมืองไทย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มาทดลองใช้ในการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพดี เหมาะสมตามสภาพเหตุการณ์ปัจจุบันของสังคมไทย

9.3 งานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการกลุ่ม

งานวิจัยภายในประเทศ

มีผู้วิจัยเกี่ยวกับการนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอนดังนี้

เสียง ชูสกุล (2525 : 46) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์จากการเรียนเป็นกลุ่ม รายบุคคลโดยใช้บทเรียนโมดูล กับการเรียนตามแผนการสอนของ สสวท. ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่ม เรียนเป็นรายบุคคลและเรียนตามแผนการสอนของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

อุบล แสงทอง (2531 : 61) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนเพื่อรู้และการเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีโดยการเรียนเพื่อรู้และการเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มไม่แตกต่างกัน และความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

สุรพล ประยงค์พันธ์ (2531 : 41 - 44) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น กลุ่มตามความสามารถและเรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่มตามความสามารถกับการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นไม่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่เรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่ม สูงกว่านักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นและที่เรียนเป็นกลุ่มตามความสามารถอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมศรี จันทรุ่งมณีกุล (2539 : 122 - 130) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วย สิ่งที่อยู่รอบตัวเราและเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวความคิดการพัฒนาแบบยั่งยืน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดพัฒนายั่งยืนใช้องค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบ คือ เทคโนโลยี (Technology) กลวิธี (Methodology) กระบวนการ (Process) และสถาบัน (Institution) เป็นการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้รับประสบการณ์ตรงจากสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในห้องเรียนชุมชน มาจัดการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้

ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก ใช้วิธีแก้ปัญหาโดยการอภิปราย ทำโครงการและลงมือปฏิบัติจริง กลวิธีที่ใช้ช่วยให้นักเรียนคิดและฝึกเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองมีความสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงของสังคม ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามแนวคิดการพัฒนาแบบยั่งยืน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนวคิดทางพัฒนาแบบยั่งยืนมีเจตคติต่อการอนุรักษ์ สิ่งแวดล้อมภายหลังการสอนสูงกว่าก่อนสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

ยัง (Young, 1972 : 630 - 634) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนเกรด 7 และเกรด 8 โดยให้นักเรียนเรียนเป็นกลุ่มย่อยเพื่อต้องการศึกษาว่าการเรียนแบบนี้สามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องนักเรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่ได้ผลดีเท่าที่ควรได้หรือไม่โดยให้นักเรียนร่วมกันทำงานเป็นคู่และปรึกษาได้ระหว่างคู่ของตนในขณะทำงานแต่จะปรึกษากับกลุ่มอื่นไม่ได้ ความก้าวหน้าของการเรียนขึ้นอยู่กับอัตราความสามารถของตนเอง การทดสอบย่อย (Quiz) หรือการทดสอบ (Test) นักเรียนแต่ละกลุ่มจะช่วยกันแก้ปัญหาปรึกษากันได้ คะแนนสอบแต่ละครั้งสมาชิกของกลุ่มจะได้เท่ากัน เมื่อทดสอบเสร็จครูจะตรวจให้ทันทีพร้อมทั้งอธิบายสิ่งที่ผิด ทำให้นักเรียนชอบและครูสามารถแก้ความเข้าใจผิดของนักเรียนได้ เครื่องมือที่ช่วยในการเรียนการสอน คือ บทเรียนโปรแกรม ครูผู้สอนมีหน้าที่สร้างบทเรียนโปรแกรม แบ่งกลุ่มนักเรียน เตรียมแผนการสอนประจำวัน เตรียมเอกสารประกอบการบรรยาย เตรียมแบบเฉลยคำตอบ เตรียมแผนภูมิแสดงความก้าวหน้าของนักเรียนและเป็นที่ปรึกษาระหว่างการเรียนการสอน

ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนเป็นกลุ่มย่อยมีผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้นจนทำให้ผู้ปกครองแปลกใจที่นักเรียนของตนได้คะแนนในการสอบวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และนักเรียนชอบการเรียนแบบนี้มาก

ลิลจี (Lilge, 1973 : 51 - 55) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาว่าการเรียนเป็นคณะสามารถช่วยให้นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดีขึ้นหรือไม่เพื่อเป็นการสนับสนุนผลการวิจัยของยังจากการทดลองของลิลจี พบว่า นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์อ่อนจะเรียนได้ผลดีขึ้นเมื่อเรียนเป็นคณะและคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนเป็นคณะสูงกว่าการเรียนแบบเดิม

เวบบ์ (Webb. 1978 : 7248 - A) ได้ศึกษาเรื่องการเรียนเป็นรายบุคคลกับการเรียนเป็นกลุ่มย่อยในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ผลการเรียนขึ้นอยู่กับความสามารถของนักเรียนและความสามารถของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่มด้วย

ชาร์น (Sharan. 1980 : 241 - 271) ได้ศึกษาและรวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบกลุ่มย่อย ซึ่งให้ผู้เรียนร่วมมือกัน ได้แก่ การสอนแบบให้เพื่อนช่วยเพื่อนและการค้นคว้าร่วมกันในชั้นเรียน ช่วยพัฒนานักเรียนทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ด้านสติปัญญาด้านความรู้สึกละเอียดตลอดจนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการเรียนการสอนพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นกลวิธีที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การทำงานร่วมกัน ด้านความรู้สึกละเอียดตลอดจนพฤติกรรมการทำงานกลุ่มเป็นไปในทางที่ดีขึ้น จากสภาพสังคมในปัจจุบันคนมีอาจทำงานแต่เพียงผู้เดียวได้ การใช้กระบวนการกลุ่มจึงมีความเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนโดยเฉพาะกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เป็นเยาวชนที่จะเติบโตเป็นพลเมืองของชาติในอนาคต ครูผู้สอนจึงควรใช้กระบวนการ กลุ่มเพื่อฝึกให้เยาวชนรู้จักการอยู่ร่วมกันในสังคมในฐานะที่เป็นพลเมืองที่ดีของชาติอย่างสร้างสรรค์และเกิดความรับผิดชอบร่วมกัน ดังนั้นผู้วิจัยได้นำกระบวนการกลุ่มมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์

9.4 เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

งานวิจัยภายในประเทศ

มีผู้วิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จำนวนมาก ผู้วิจัยได้รวบรวมไว้พอสังเขป ดังนี้

จิตนา ราชรองเมือง (2516 : 1 - 88) ได้ศึกษากลุ่มสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา

(โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่าข้อเท็จจริงและยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

อำนวย เลิศชัยนดี (2523 : 91 - 22) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถทางสมอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถทางสมองมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหามีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง

หอมวล ใจซื่อ (2529 : 63 - 64) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน พบว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนด้วยเทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง (2531 : 82 - 83) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเรียนโดยการฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้องที่เป็นกลุ่มย่อย และแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นกลุ่มย่อยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้องและนักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล ส่วนนักเรียนที่ฝึกอภิปรายแก้ปัญหาพร้อมกันทั้งห้องกับการฝึกแก้ปัญหาเป็นรายบุคคลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

กาญจนา ลาภรว (2532 : 75 - 76) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน โดยให้กลุ่มทดลองเรียนโดยการสอนสาธิต แบบไม่ชี้แนวทาง กลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน
3. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนกับระดับความสามารถทางการเรียนที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง วิทยาศาสตร์

นนทเดช โชคถาวร (2532 : 56) ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีความสามารถในการ แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิทยา ทวีทรัพย์ (2532 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี พบว่า การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กัน

กิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน กับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัชรินทร์ ธารีรัฐการพ์ (2535 : 82) ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา ด้วยเทคนิคศึกษากรณีตัวอย่างกับ การสอนตามคู่มือการสอนของหน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภาวรรณ ด่านสกุล (2539 : 74 - 75) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและการพึ่งตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมทางวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มานิช ถาอำย (2541 : บทคัดย่อ) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา แผนการสอนและบทเรียน และแบบแสดงความคิดเห็น แผนการสอนประกอบด้วยแผนการสอน 5 แผน สอดคล้องกับบทเรียน 5 บท ซึ่งออกแบบโดยใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานการทดลองครั้งนี้กระทำกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนบ้านนามน อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 20 คน การวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบคะแนนความสามารถ ในการแก้ปัญหานักเรียนทั้งก่อนเรียน และหลังเรียนโดยการทดสอบค่าที แบบใช้ผลต่างของข้อมูลแต่ละคู่ทดสอบ ส่วนความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในแต่ละด้านสรุปได้ดังนี้

2.1 ด้านบทบาทของครูผู้สอน สิ่งที่นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าเหมาะสม คือ การให้คำปรึกษา แนะนำ ความไม่ถือตัวของครู และการที่ครูให้ความสนใจใส่นักเรียนทุกคน

2.2 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน กิจกรรมที่เห็นว่าให้ประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ได้ทุกบทเรียนคือการฝึกวิธีปฐมพยาบาล และการปฏิบัติงานด้วยกระบวนการกลุ่ม กิจกรรมที่พอใจและชอบที่จะร่วมกิจกรรมมากที่สุด คือการอภิปรายในกลุ่มย่อย

2.3 ด้านเนื้อหาวิชา มีประโยชน์ต่อผู้เรียนคือสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ทุกบทเรียน

2.4 ด้านเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่า การเข้ากลุ่มอภิปรายควรใช้เวลา 1 - 2 ชั่วโมง การเตรียมแสดงผลงานควรใช้เวลา ไม่น้อยกว่า 1 สัปดาห์นอกเวลาเรียน และการค้นคว้าจากแหล่งวิทยาการควรใช้เวลา 1 - 2 วันนอกเวลาเรียน การแสดงผลงานควรใช้เวลา 5 - 10 นาที

2.5 ด้านแหล่งวิทยาการ มีความเหมาะสมกับเนื้อหากิจกรรม เอกสาร ตำรามีความเพียงพอมีความสะดวกในการใช้

2.6 ด้านการประเมิน สิ่งที่เห็นว่าควรปรับปรุง คือการแจ้งผลการปฏิบัติเป็นระดับคะแนน ทุกครั้ง และมีความพอใจในการตั้งเกณฑ์ และการสร้างข้อตกลงร่วมกัน งานวิจัยในต่างประเทศ

เมอร์ดิท (Maridith. 1962 : 2550 - A) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการจัดเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 แบบ โดยศึกษาทุกกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 42 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนความสามารถทางการเรียนและคะแนนสอบครั้งแรกของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์เดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้ที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง และหลักการทางวิทยาศาสตร์

บัดธ (Butts. 1965 : 138 - 145) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการ แก้ปัญหากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาจากวิทยาลัยครูจาก 21 แห่ง ซึ่งผ่านวิชาการสอนวิทยาศาสตร์เบื้องต้น มีเวลาเรียนวิทยาศาสตร์ไม่ต่ำกว่า 17.4 ชั่วโมง และมีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบที่ใช้คือ Step ใช้ทดสอบความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริง และหลักการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความจริงและหลักการ

จอห์น (John. 1966 : 994 - 995) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 โดยใช้การสอน 2 วิธี กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยาย ส่วนกลุ่มทดลองให้เรียนโดยวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง มีแต่เพียงคำแนะนำที่ครูแจกให้ ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกไปปฏิบัติกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริง และโน้ภาพด้วยตนเอง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลการแก้ปัญหาที่สอดคล้องวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาฮาน (Mahan. 1970 : 309 - 316 - A) ได้ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบ คือการสอนแบบบรรยาย ประกอบการอภิปราย และวิธีสอนแบบแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือก คือ ระดับสติปัญญา คุณวุฒิของครูผู้สอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปี แล้วทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชายที่มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มากขึ้น และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี นักเรียนที่อ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

นอร์ตัน (Norton. 1972 : 204 - A) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 ,5 และ 6 จำนวน 27 คน ในการศึกษาครั้งนี้ความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหา ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ

1. นิเทศน์เข้าสู่ปัญหา (Problem Orientation)
2. ชี้บ่งปัญหา (Problem Identification)
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ (Problem Solution)
4. วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
5. พิสูจน์ปัญหา (Verification)

ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาสัมพันธ์กับความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

การ์บริลี (Gabrielle. 1972 : 5650 - A) ได้ศึกษาถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษาครูในมหาวิทยาลัยซีราคิวส์ (Syracuse) จำนวน 50 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักศึกษามีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้ ประสบการณ์ การฝึกหัด ระดับการศึกษา และประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสารกับผู้อื่น แต่ความสามารถในการแก้ปัญหาไม่มีความสัมพันธ์กับทัศนคติต่อการศึกษารวมไป

ลีโกริตา และแมรี (Legorreta and Marie. 1988 : 254 - A) ได้ศึกษาหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมในโรงเรียนมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะในการตัดสินใจ ตลอดจนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสังคมและสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า ปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ นั้นได้แก่ วิธีการสอนโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ การให้โอกาสผู้เรียนเสนอความคิด การให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การใช้สถานการณ์หรือปัญหา ที่มีผลต่อผู้เรียนเพื่อยั่วให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ ผู้สอนควรคำนึงถึงระดับสติปัญญาและประสบการณ์เดิมของผู้เรียนที่มีอยู่มาใช้ในการประกอบการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาควบคู่ไปกับการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชา จะทำให้การเรียนรู้มีความหมายสำหรับผู้เรียน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามลำดับดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ที่เรียนวิชาเคมี (ว 431) เป็นวิชาบังคับ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ได้จัดห้องเรียนแบบคละกัน ซึ่งมีคะแนนเหมือนกัน ทุกห้องมีจำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนผู้เรียนทั้งสิ้นรวม 260 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ซึ่งได้จัดห้องเรียนแบบคละกันจำนวน 5 ห้อง โดยเรียนวิชาเคมี (ว431) เป็นวิชาบังคับ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง (Simple Random Sampling) ด้วยการจับฉลาก 1 ห้อง จากจำนวน 5 ห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ประกอบด้วย นักเรียนหญิง 13 คน และนักเรียนชาย 39 คน

การกำหนดเนื้อหาในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ประกอบกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่เน้นให้เกิดการบูรณาการภายในวิชา (Single Subject Interaction) การทดลองใช้จริง เป็นเนื้อหาตามหลักสูตรการเรียนการสอนในรายวิชาเคมี ตามหลักสูตร สสวท. โดยใช้เนื้อหา วิชาเคมี ว 431 ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 บทที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

การเลือกเนื้อหาจากบทเรียนดังกล่าวผู้วิจัยเลือกเนื้อหาที่มีส่วนสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียนเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการภายในวิชา (Single Subject Interaction) สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนและทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมาย

การกำหนดระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 โดยใช้เวลาการสอน 24 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์

การดำเนินการวิจัย

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทดลองเชิงปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองแบบ One Group Pretest - Posttest Design ดังแสดงในตาราง 1 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 60 - 61)

ตาราง 3 แบบแผนการทดลอง

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T1	X	T2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T1	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง
T2	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง
X	แทน	การสอนโดยการจัดกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. แผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

การสร้างแผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง (ว 431) สำหรับใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายเนื้อหาวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากแบบเรียนวิชาเคมี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

1.3 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน และความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาในบทเรียนเป็น 4 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 1 สารและสมบัติของสาร

หน่วยที่ 2 สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย

หน่วยที่ 3 การแยกสาร

หน่วยที่ 4 การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

1.4 วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเนื้อหาทั้งหมดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามเนื้อหาในบทเรียน

1.5 สร้างแผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ของกลุ่มทดลอง ประกอบด้วย แผนปฏิบัติการ ใบความรู้ ใบประเมินกลุ่ม ใบประเมินผู้สอน ใบงาน และแบบทดสอบย่อยในหน่วยการสอนแต่ละหน่วย แผนการสอนรายหน่วย มีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 หัวข้อเรื่อง

1.5.2 ความคิดรวบยอด

1.5.3 จุดประสงค์ของการเรียนรู้

1.5.4 เนื้อหา

1.5.5 กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ได้จัดผู้เรียนเป็นกลุ่มตามหลักการและทฤษฎีกระบวนการกลุ่มของเคิร์ต เลวิน (Kurt Levin) และดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้การสอนตามลำดับขั้นของอเดบอเลตและคณะ (Adebolaet, et al. 1995) ก่อนทำการสอนได้ดำเนินการดังนี้

ขั้นเตรียมก่อนการสอน

ทำการตกลงกับผู้เรียนทั้งห้องในเรื่องการแบ่งกลุ่ม การกำหนดบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ การกำหนดเวลาในการรายงานหรือเสนอผลงาน การเผยแพร่ผลงานกลุ่ม การประเมินผลกิจกรรมกลุ่ม การประเมินผู้สอน

ขั้นตอนการสอนกิจกรรม

มีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1. ขั้นสงสัย

ขั้นที่ 2. ขั้นวางแผน

ขั้นที่ 3. ขั้นค้นคว้าหาคำตอบ

ขั้นที่ 4. ขั้นสะท้อนความคิด

ขั้นที่ 5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์

ขั้นที่ 6. ขั้นนำไปปฏิบัติ

1.5.6 สื่อการเรียนการสอน

1.5.7 ชิ้นวัดผลประเมินผล

วิธีหาคุณภาพแผนการสอน

1. นำแผนการสอนไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อประกอบการสอน การประเมินผล

2. นำแผนการศึกษาดังกล่าวมาปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองดังนี้

ครั้งที่ 1 ทดลองสอนกับผู้เรียนซึ่งกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 เป็นกลุ่มย่อยจำนวน 2 กลุ่ม ๆ ละ 5 คน ใช้เวลาทดลองทำการสอน 5 คาบ ๆ ละ 50 นาที

ครั้งที่ 2 ทดลองสอนกับผู้เรียน 1 ห้อง จำนวนผู้เรียน 50 คน ซึ่งกำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็นกลุ่มได้ 10 กลุ่ม ๆ ละ 5 คน ใช้เวลาทดลองทำการสอน 24 คาบ ๆ ละ 50 นาที

3. นำแผนการสอนที่ใช้ทดลองสอนในครั้งที่ 1 และ 2 ไปแก้ไขและหาข้อบกพร่องในการดำเนินลำดับขั้นตอนการสอน ระยะเวลา และการเตรียมอุปกรณ์สารเคมีเพื่อให้การดำเนินการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มเป็นไปอย่างสะดวกและเพียงพอต่อสมาชิกแต่ละกลุ่มโดยขอคำปรึกษาชี้แนะจากผู้เชี่ยวชาญประกอบในการทำแผนการสอน

4. นำแผนการสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปเสนอให้กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและโครงสร้างพร้อมทั้งให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้สอนจริงต่อไป

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง การสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลและการสร้างข้อสอบวิชาเคมี
2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงจากคู่มือครู เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ แบ่งเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ - ความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านการนำไปใช้
4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบแบบ 5 ตัวเลือก โดยสร้างให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และพฤติกรรม 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ - ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 84 ข้อ

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117) จำนวน 70 ข้อ

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้ จำนวน 70 ข้อ มาปรับปรุงด้านภาษาแล้วนำไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้รับการเรียนเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงมาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 100 คน

6. นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของจุงห์ เดห์ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) โดยตัดเอา 27% ของกลุ่มสูงและ 27% ของกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่จุงห์ เดห์ฟาน สร้างไว้เลือกเอาข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจการจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 177 - 188) จำนวน 40 ข้อ

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 6 ไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 50 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.70

8. นำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปทดสอบกับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาความหมาย ทฤษฎีและหลักการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. เขียนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้นของ เวียร์ (Weir, 1974 : 17) คือ

1. ขั้นระบุปัญหา
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา
3. ขั้นเสนอวิธีแก้ปัญหา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์

โดยเขียนสถานการณ์และข้อคำถามในลักษณะปลายเปิดให้มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน วิเคราะห์หาอัตราส่วนในการออกแบบทดสอบ เพื่อใช้ในการสร้างแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ

3. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบโดยเขียนสถานการณ์และข้อคำถามในลักษณะปลายเปิดให้มีความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ลักษณะคำถามและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสถานการณ์และข้อคำถามที่ต้องการวัด แล้วเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องตามสถานการณ์และข้อคำถามตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ

4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มาปรับปรุงด้านภาษาแล้วนำไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่ได้ทำแบบทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงมาแล้ว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 100 คน

5. นำกระดาษคำตอบของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ทดลองใช้มาตรวจให้คะแนนโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือตอบเกินกว่า 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์รายข้อ หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจการจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จูห์ เดห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) โดยตัด 27% ของกลุ่มสูงและ 27% ของกลุ่มต่ำ หาค่า P_H และ P_L แล้วนำไปเปิดตารางสำเร็จรูปที่จูห์ เดห์ ฟาน สร้างไว้แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 มีค่าอำนาจการจำแนก (r) .20 ขึ้นไป (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 177 - 188) จำนวน 20 ข้อ

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้แล้วจากข้อ 5 ไปทดสอบกับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ จำนวน 50 คน โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 20 ข้อ เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 130) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.71

7. นำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 ก่อนและหลังการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ลักษณะของแบบทดสอบและเกณฑ์ในการให้คะแนน

ข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ แบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเชิงปฏิบัติการ มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. สุ่มผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องมีผู้เรียนจำนวน 52 คน โดยวิธีการจับฉลากสุ่มเป็นห้อง

2. ก่อนสอนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มทดลอง ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้แผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคมที่สร้างขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการสอน 24 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 แจกจุดประสงค์ของการทำกิจกรรมร่วมกัน เตรียมสื่อที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในบทเรียนเพื่อกระตุ้นผู้เรียนในชั้นสงสัย อธิบายแหล่งข้อมูล การประเมินผลของกิจกรรมการสอน โดยใช้กระบวนการกลุ่มประกอบแผนปฏิบัติการที่แจกให้กับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และชี้แจงให้ผู้เรียนตั้งใจศึกษาประเด็นสำคัญในสื่อที่เสนอว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีผลกระทบต่อสังคมหรือสิ่งแวดล้อม

3.2 อธิบายการทำงานกลุ่มและกำหนดเวลาในการทำงานกลุ่ม

การแบ่งงานกันเป็นกลุ่ม

ความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย

3.3 รับฟังความคิดเห็นและร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปการทำงานร่วมกัน โดยแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5 คน 2 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน 7 กลุ่ม โดยใช้วิธีการสุ่มในลักษณะหลากหลาย ทั้งนี้ได้ใช้คะแนนการสอบคัดเลือกการเรียนแผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ เป็นเกณฑ์ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนปรับตัวเข้าหากันโดยมีจุดมุ่งหมายให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนได้ใช้ศักยภาพของตนในการทำงานกลุ่มอย่างเต็มความสามารถและพัฒนาตนในการอยู่ร่วมกัน

3.4 ผู้เรียนแต่ละกลุ่มตั้งชื่อกลุ่ม กำหนดบทบาทหน้าที่สมาชิกภายในกลุ่มตามแผนปฏิบัติการที่แจกให้ผู้เรียน โดยให้สมาชิกภายในกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม รองประธานกลุ่ม และเลขานุการกลุ่ม ผู้เรียนที่เหลือให้เป็นสมาชิกร่วมภายในกลุ่ม ตลอดการสอนเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงผู้เรียนแต่ละคนจะต้องหมุนเวียนหน้าที่กันเพื่อให้สมาชิกภายในกลุ่มได้เรียนรู้และเกิดความรับผิดชอบที่ได้รับจากสมาชิกภายในกลุ่มตามบทบาทหน้าที่

ขั้นสอนกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ทั้ง 4 หน่วย แต่ละหน่วยมีขั้นตอนเหมือนกันแต่เปลี่ยนสื่อและใช้แผนปฏิบัติการให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ดังนี้

3.5 ขั้นที่ 1 ขั้นสงสัย ผู้สอนนำเสนอสื่อโดยใช้เทปวีดิทัศน์ การ์ตูนจากหนังสือพิมพ์ รูปภาพจากหนังสือพิมพ์ โดยให้มีความสัมพันธ์และเกี่ยวข้องกับการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้ที่มีผลกระทบต่อสังคมหรือสิ่งแวดล้อม ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมี เพื่อช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ที่จะเรียนใหม่เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน สื่อที่ใช้ประกอบกิจกรรมการสอนได้นำเสนอเพื่อให้สอดคล้องกับวิชาเคมี ดังนี้

การสอนหน่วยที่ 1 เรื่อง สารและสมบัติของสารใช้ภาพเหตุการณ์จากวีดิทัศน์ เรื่อง น้ำดื่มบรรจุขวด ของกระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วย ขั้นตอนการทำน้ำดื่มบรรจุขวด และวิธีการเลือกน้ำดื่มบรรจุขวด มีความยาว 5 นาที ประกอบการเรียนการสอน

การสอนหน่วยที่ 2 เรื่อง สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย ใช้ภาพ เหตุการณ์จากวีดิทัศน์สรุปข่าวดังปี' 43 จากช่อง 7 สี เรื่อง ฝนร้ายภัยน้ำท่วม ที่แสดงถึงการเกิดน้ำท่วม และความเสียหายอันเกิดจากการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ถูกต้อง มีความยาว 5 นาที ประกอบการเรียนการสอน

การสอนหน่วยที่ 3 เรื่อง การแยกสารใช้ภาพการ์ตูนจากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันพุธที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2543 เขียนโดยชัย ราชวัตร เป็นภาพที่สะท้อนถึงความสำคัญ ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีบทบาทหัดเทียมและสำคัญเท่ากับผู้บริหารในบ้านเมือง ประกอบการเรียนการสอน

การสอนหน่วยที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงพลังงานในระบบใช้ภาพเหตุการณ์ จากหนังสือพิมพ์มติชนฉบับวันจันทร์ที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2544 ที่เกี่ยวข้องกับมหันตภัย โดบอเลต์-60 ประกอบการเรียนการสอน

สื่อที่ใช้นำเสนอเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยเป็นสื่อที่ประกอบด้วย การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ที่มีผลกระทบต่อผู้เรียนและสังคม โดยใช้ประกอบควบคู่ กับแผนปฏิบัติการ 4 ชุด เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดและวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุประกอบการค้นคว้าตามแผนปฏิบัติการ 4 ชุดที่ผู้สอนแจกให้ผู้เรียนทั้งกลุ่มไปศึกษาแต่ละหน่วยเพื่อให้เกิดการ เชื่อมโยงเนื้อหาวิชาและเกิดการบูรณาการความรู้วิชาเคมี จากการศึกษาตามแผนปฏิบัติการ ดังนี้

แผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน สำหรับหน่วยการสอนหน่วยที่ 1

แผนปฏิบัติการชุดที่ 2 เรื่องปลอดภัยไว้ก่อน สำหรับหน่วยการสอนหน่วยที่ 2

แผนปฏิบัติการชุดที่ 3 เรื่องตามล่าหาความจริง สำหรับหน่วยการสอน
หน่วยที่ 3

แผนปฏิบัติการชุดที่ 4 เรื่องใครทำ สำหรับหน่วยการสอนหน่วยที่ 4

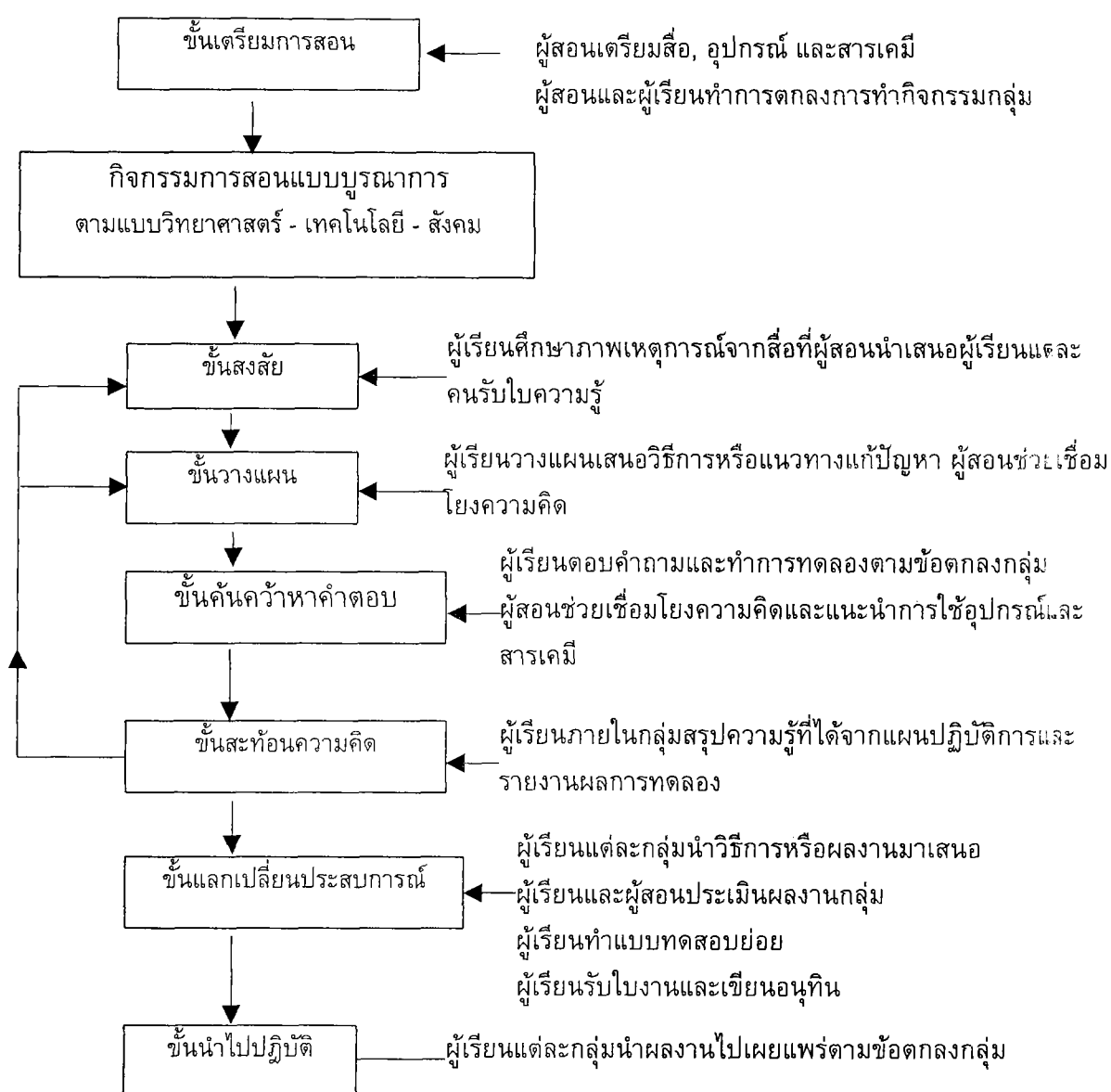
3.6 ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน ผู้สอนให้ผู้เรียนภายในกลุ่มร่วมกันคิดหาวิธีการหรือ
แนวทางแก้ไขโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ได้จากการค้นคว้าและทดลองแผน
ปฏิบัติการและสื่อที่ใช้นำเสนอแต่ละหน่วยในขั้นที่ 1 ขั้นสงสัย ประกอบกับใบความรู้ทั้ง 4 หน่วย
ตลอดการสอนเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

3.7 ขั้นที่ 3 ขั้นค้นคว้าหาคำตอบ ผู้สอนแจกสารเคมีซึ่งกำหนดอยู่ในแผนปฏิบัติการ
โดยให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมารับสารเคมีและเลือกอุปกรณ์ตามที่กลุ่มตกลงตามปัญหา
และสมมติฐานที่กลุ่มตั้งไว้ รวมทั้งออกแบบการทดลองและสรุปผลการทดลองให้สอดคล้องกับ
สมมติฐานที่แต่ละกลุ่มได้ช่วยกันคิดและค้นคว้าหาความรู้ประกอบกับใบความรู้ที่ผู้สอนแจกให้
ผู้เรียนทุกคนและช่วยเชื่อมโยงความรู้ ให้สอดคล้องกับสื่อที่นำเสนอแต่ละหน่วย ผู้สอนแนะนำ
การใช้สารเคมีและอุปกรณ์

3.8 ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนความคิด ผู้เรียนภายในกลุ่มช่วยกันอภิปรายความรู้ที่ได้
จากการทดลองเพื่อใช้เชื่อมโยงกับสื่อแต่ละหน่วยที่ผู้สอนนำเสนอในขั้นที่ 1 คือ ขั้นสงสัย เพื่อ
นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อมโดยผู้เรียนภายในกลุ่มเตรียมผลงาน
หรือชิ้นงานที่กลุ่มตกลงนำเสนอให้กลุ่มอื่นได้รับรู้ตามวิธีการที่กลุ่มตกลงเผยแพร่ พร้อมทั้งส่ง
ตัวแทนรายงานผลการทดลองที่กลุ่มได้ทดลองให้เพื่อนกลุ่มอื่นได้รับรู้ ผู้สอนแจกใบงานให้ผู้เรียน
ทุกคน

3.9 ขั้นที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ตัวแทนกลุ่มออกมาแนะนำผลงานหรือ
รายงานและวิธีการเผยแพร่ความรู้ที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อมด้วยการ
บูรณาการความรู้เนื้อหาวิชาเคมีให้สัมพันธ์กับผลงานหรือรายงานที่กลุ่มตกลงเผยแพร่ตามสื่อที่
เสนอแต่ละหน่วย ผู้สอนและผู้เรียนทำการประเมินกลุ่ม และผู้เรียนตามใบประเมินที่ผู้เรียนได้รับ
ผู้สอนแจกแบบทดสอบให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ผู้เรียนไม่สามารถช่วยเหลือกันได้ ผู้สอนให้ผู้เรียน
เขียนอนุทิน สะท้อน (Reflect) ความคิด ความรู้ หรือความรู้สึกที่ได้เรียนหลังจากจบการเรียนรู้ใน
แต่ละหน่วยการเรียนรู้ส่งผู้สอน

3.10 ขั้นที่ 6 ขั้นนำไปปฏิบัติ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลงานที่นำเสนอ ซึ่งเกิดจาก
การใช้สื่อที่ผู้สอนกระตุ้นในแต่ละหน่วยไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในแต่ละหน่วย

4. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนดทั้ง 4 หน่วยแล้วทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5. ตรวจสอบผลการทดสอบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ใช้โปรแกรม SPSS/PC⁺ (The Statistical Package of Social Sciences) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยสถิติ ดังนี้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 137 - 142)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มทดลอง

1.2 หาค่าความแปรปรวน (Variance) โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 150)

$$S_t^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ	s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มทดลอง

1.3 หาค่าเฉลี่ยที่แจกแจงความถี่แล้วโดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.

2540 : 139)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	มัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มทดลอง
	$\sum f$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนคนของกลุ่มทดลอง
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว

2. สถิติที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้โดยใช้สูตร

(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IC	แทน	ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ด้วยสูตรต่อไปนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 129 - 130)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$r = \frac{R_u - R_e}{N/2}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_u แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_e แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งคำนวณได้จากสูตร KR - 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 123 - 124)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum Pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อสอบแบบทดสอบ

P แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1-p

S_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ t - test แบบ Dependent เพื่อทดสอบสมมติฐาน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 165) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 84 - 89)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาการแจกแจงแบบที

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน เป็นจำนวนคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการเรียน กับหลังการเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการเรียนกับหลังการเรียน

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

X แทน	ค่าเฉลี่ยที่แจกแจงความถี่แล้ว
S^2 แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
t แทน	การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว
N แทน	จำนวนคนในกลุ่มทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ได้เสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
เมื่อการทดลองสิ้นสุดลง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงก่อน
การสอนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ผลการทดลอง	N	X	S ² _i	t
ก่อนการทดลอง	52	13.903	11.323	23.244 ^{**}
หลังการทดลอง	52	24.498	16.416	

$$t (.05, 51) = 2.00$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
ก่อนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 5 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนการสอน
และหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ผลการทดลอง	ก่อนการสอน		หลังการสอน		t
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี	13.903	11.323	24.498	16.416	6.41***

$$t (.01, 51) = 6.41$$

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่า ภายหลังจากทดลอง ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงขึ้น

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

เมื่อการทดลองสิ้นสุดลงผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง โดยใช้ t - test แบบ Dependent ได้ผลดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนก่อนการสอน และหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ผลการทดลอง	N	X	S ²	t
ก่อนการทดลอง	52	9.019	2.685	17.405 **
หลังการทดลอง	52	13.403	1.814	

$$t (.05, 51) = 2.00$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 6 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตาราง 7 เปรียบเทียบผลการทดลองวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ก่อนการสอนและหลังการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

ผลการทดลอง	ก่อนการสอน		หลังการสอน		t
	$\bar{X}$	S^2	$\bar{X}$	S^2	
ความสามารถในการแก้ ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	9.019	1.814	13.403	2.685	2.65***

$$t (.01, 51) = 2.65$$

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่า ภายหลังจากทดลอง ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการสอนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ด้วยวิธีการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม สรุปผลการศึกษาดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน
2. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน

การดำเนินการทดลอง

1. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ดำเนินการทดลองโดยให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสอนด้วยตนเอง ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 วัน วันละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 24 คาบ

3. ระหว่างดำเนินการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มทดลอง ทำการประเมินภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม ผู้สอนประเมินกลุ่ม ผู้เรียน ผู้เรียนประเมินผู้สอนและทำแบบทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยตลอดการสอนทั้ง 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1	สารและการสมบัติของสาร	จำนวน 10 ข้อ
หน่วยที่ 2	สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย	จำนวน 10 ข้อ
หน่วยที่ 3	การแยกสาร	จำนวน 10 ข้อ
หน่วยที่ 4	การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ	จำนวน 10 ข้อ

4. ทำการทดสอบหลังการทดลองสอน (Posttest) กับกลุ่มทดลองโดยใช้แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนโยธินบูรณะ เขตดุสิต จังหวัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 1 กลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 52 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1 แผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง โดยแบ่งเนื้อหา ดังนี้

หน่วยที่ 1	สารและสมบัติของสาร
หน่วยที่ 2	สารละลาย คอลลอยด์ สารแขวนลอย
หน่วยที่ 3	การแยกสาร
หน่วยที่ 4	การเปลี่ยนแปลงพลังงานของระบบ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงที่ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำแนกเป็น 40 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.70 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจการจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำแนกเป็น 20 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.71 มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจการจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนแต่ละคนที่เป็นกลุ่มทดลองโดย ใช้ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มทดลองที่เป็น Match pairs (จับคู่) ผลต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลองสอนกับหลังการทดลองสอน แล้วทดสอบหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t - test แบบ Dependent

2. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนแต่ละคนที่เป็นกลุ่มทดลองโดย ใช้ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มทดลองที่เป็น Math pairs (จับคู่) ผลต่างของคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนการทดลองสอนกับหลังการทดลองสอน แล้วทดสอบหาค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยใช้ t - test แบบ Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่เรียนโดยใช้การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองสอน มีผลการทดลองอภิปรายได้ดังนี้

1. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีคะแนนหลังการสอนด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลงสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับการวิจัยของรพีพร โตไทยะ (2540 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำเพื่อชีวิตที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการโดยใช้การแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของจรรยาพรณ์ เนื่องฤทธิ์ (2538 : 95 - 96) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ของ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชา ว 431 เคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวน่าจะเกิดมาจาก

1.1 การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนที่เริ่มตั้งแต่การนำปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงของผู้เรียน ซึ่งมีผลกระทบต่องานของผู้เรียน ชุมชนและสังคม โดยการจัดกิจกรรมดังกล่าวครูผู้สอนจะต้องใช้สื่อที่สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนตระหนักถึงผลกระทบที่มีต่อสังคม โดยครูผู้สอนจะเป็นผู้เชื่อมโยงให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการความรู้ที่ได้ศึกษาในบทเรียนด้วยการจัดอุปกรณ์ เอกสารและแนะนำแหล่งการเรียนรู้ โดยให้

ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริงตามข้อตกลงกลุ่ม และนำความรู้ที่ได้จากการบูรณาการในวิชาไปเผยแพร่ ผู้เรียนเกิดความเข้าใจความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ในชั้นสะท้อนความคิด (Reflect) ภายในกลุ่มของตนและต่างกลุ่มขณะที่ออกมาเสนอผลงานของตนเองในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้การที่ผู้เรียนได้ประเมินตนเอง ทำให้เป็นการตรวจสอบเพื่อให้มีการปรับปรุงการดำเนินกิจกรรมของตนเองและของกลุ่มให้ดียิ่งขึ้น และลาร์ดิซาเบล (Lardizabal. 1970 : 142 – 144) กล่าวว่าการสอนแบบบูรณาการต้องยึดหลักสำคัญที่ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน มุ่งเน้นปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาต่าง ๆ หลายแง่หลายมุมส่งเสริมพัฒนาการทุก ๆ ด้าน และในการวางแผนการเรียน เน้นที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ซึ่งจะสามารถทำให้การเรียนรู้ได้ไปด้วยประสิทธิภาพ และอรรถารวม นิยะโต (2536 : 82) ได้กล่าวถึงแนวคิดของปรัชญาการศึกษา พัฒนาการณ์ซึ่งเป็นปรัชญาพื้นฐานของการสอนแบบบูรณาการ ที่ว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนสามารถตัดสินใจโดยลงมือกระทำมากกว่าฟังจากครูบรรยาย การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรมุ่งเน้นที่ตัวเด็กเป็นศูนย์กลาง มีส่วนร่วมในกิจกรรมวางแผนการเรียนและลงมือกระทำ จะเกิดผลการเรียนรู้สูงกว่า การสอนที่ครูเป็นศูนย์กลาง ซึ่งแตกต่างจากการสอนแบบดั้งเดิม ดังนั้นการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ครูผู้สอนควรลดบทบาทในการถ่ายทอดความรู้ คาริน (ภาพ เลหาไฟบูลย์. 2542 : 40 ; อ้างอิงจาก Carin .1993 : 22 - 26) ได้กล่าวว่าการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ผู้สอนต้องจัดเตรียมเนื้อหาวิชาให้สัมพันธ์กับสภาพชีวิตจริงของผู้เรียนในสังคมและเป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน พีเดอร์สัน (Pederson.1993 : 59) ได้กล่าวว่าการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ส่งเสริมให้เกิดความร่วมมือจากสมาชิกในกลุ่ม ฝึกความอดทนและการจัดการให้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

1.2 เนื้อหาที่นำมาทดลอง คือ เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง เป็นเนื้อหาวิชาที่ผู้เรียนมีส่วนเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันและเกิดผลกระทบต่อนตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อม ซึ่งวิธีการสอนแบบบูรณาการเป็นแนวทางให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์ให้มีความสัมพันธ์สามารถเข้าใจสภาพปัญหาของสังคมได้ดีมากยิ่งขึ้น ดังที่ เยเกอร์และไทร์เมอร์ (Yager and Tamir .1993 : 640 - 643) ได้กล่าวว่ลักษณะการสอนตามแนววิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เน้นถึงความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของวิทยาศาสตร์กับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยเน้นถึงการดำรงชีวิตของบุคคลบนพื้นฐานความรู้ของมโนคติ (Concept) ทาง

วิทยาศาสตร์มากกว่าจากคำบอกเล่าหรือความรู้สึก นอกจากนี้บันลือ พฤษวัน (2524 : 14) กล่าวว่าการสอนแบบบูรณาการเป็นการสอนโดยใช้หน่วยหรือแกนวิชา มีการเลือกเนื้อหาและกิจกรรมของวิชาต่างๆ ที่สัมพันธ์สอดคล้องกันมาทำการผสมผสาน มีการเรียงลำดับความยากง่ายให้เป็นไปตามขั้นตอนและระยะเวลาในการสอนต้องกำหนดให้เพียงพอ

1.3 กิจกรรมที่ใช้ในการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ได้นำกระบวนการกลุ่มตามทฤษฎีสถาน (Field Theory) ของเคิร์ท เลวิน (Kurt Levin) มาใช้ประกอบการวิจัยพบว่า ผู้เรียนแต่ละกลุ่มมีพัฒนาการในด้านการแสวงหาความรู้มีแนวโน้มสูงขึ้น ผู้เรียนพอใจในผลงาน เกิดความร่วมมือในการทำงาน มีการปรึกษาวางแผนในการทำกิจกรรมบางกิจกรรมมีอุปสรรคบ้างก็สำเร็จลุล่วงด้วยดี กระบวนการกลุ่มช่วยพัฒนาผู้เรียนในการแสวงหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพล ประยงค์พันธ์ (2531 : 41 - 44) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของผู้เรียนที่เรียนด้วยตนเองเป็นกลุ่มสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ ทั้งชั้นและที่เรียนเป็นกลุ่มตามความสามารถ การนำกระบวนการกลุ่มมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีผลกระทบต่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเสียง ชูสกุล (2525 : 46) อุบล แสงทอง (2521 : 61) ยัง (Young.1972 : 630 - 634) ลิลจี (Lilge.1973 : 51 - 55) เวบบ์ (Webb.1978 : 7284 - A) และชาร์น (Sharan.1980 : 241 - 271) พบว่าการใช้กระบวนการกลุ่มทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน และส่งเสริมความสัมพันธ์และพฤติกรรมของสมาชิกในกลุ่ม

1.4 การนำกระบวนการกลุ่มตามทฤษฎีสถาน (Field Theory) ของเคิร์ท เลวิน (Kurt Levin) มาใช้ในกิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ได้ชี้ให้เห็นถึงเป้าหมาย (Common Goal) การมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) การปฏิบัติในบทบาทร่วมกัน (Common Role) ดังนี้

1.4.1 คะแนนของกลุ่มที่ได้จากแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4 ในแต่ละแผนปฏิบัติการในการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม พบว่า คะแนนของกลุ่มที่ได้ในแต่ละกลุ่มมีแนวโน้มสูงขึ้น บางกลุ่มมีแนวโน้มลดลง และบางกลุ่มมีคะแนนไม่คงที่เมื่อเทียบกับคะแนนของแผนปฏิบัติการซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนน หรือคิดเป็น 100 เปอร์เซนต์ เนื่องจากผู้เรียนบางกลุ่มยังแบ่งงาน เวลาและความรับผิดชอบ รวมทั้งยังขาดความสามัคคีในกลุ่ม ประกอบกับผู้เรียนต้องเรียนวิชาอื่นด้วย ทำให้ไม่มีเวลาในการเตรียมผลงานหรือชิ้นงานที่จะออกมาเผยแพร่ได้ไม่ค่อยดีนักดังตาราง 8

ตาราง 8 คะแนนของกลุ่มที่ได้จากแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4

ลำดับ ที่	ชื่อกลุ่ม	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	X รวม
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ	
1	อะไรก็ได้	25.00	70.00	81.25	71.25	63.38
2	โอย!	65.00	66.25	41.25	78.75	62.81
3	อะตอม	77.50	76.25	95.00	86.25	83.75
4	Memix	71.25	72.50	93.75	87.50	81.25
5	Dr.Voodoo	62.50	71.25	70.00	61.25	66.25
6	Zoom Man	60.00	59.00	59.50	60.00	59.63
7	VIRUS	77.50	48.75	80.00	73.75	72.50
8	ANALYZER	45.00	40.00	75.00	17.50	44.38
9	นีออน	81.25	72.50	91.25	86.25	82.81

เกณฑ์คะแนน แผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4 มีคะแนนชุดละ 100 คะแนน/100 เปอร์เซ็นต์

1.4.2 กระบวนการกลุ่มทำให้ผู้เรียนภายในกลุ่มเกิดการความพอใจในผลงาน มีแนวโน้มสูงขึ้นในข้อ 1 มีความร่วมมือในการทำงานในข้อ 2 ผลงานบรรลุตามจุดมุ่งหมายในข้อ 3 การร่วมมือปรึกษาวางแผนในการทำกิจกรรมในข้อ 4 มีแนวโน้มสูงขึ้น แสดงว่า ผู้เรียนภายในกลุ่มมีการปรับตัวและเกิดความสามัคคี รวมทั้งได้เรียนรู้ลักษณะพฤติกรรมและนิสัยร่วมกัน ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ในทางบวกสูงขึ้น แต่พบว่าปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มสูงขึ้นในข้อ 5 เนื่องจากเนื้อหาวิชาเคมีมีเนื้อหาค่อนข้างยากขึ้น และผู้เรียนภายในกลุ่มแต่ละคนจะต้องเตรียมตัวเรียนวิชาอื่นในคาบต่อไป และผู้เรียนบางคนใช้เวลาหลังเลิกเรียนไปเรียนพิเศษ ทำให้ไม่มีเวลาให้กับเพื่อนสมาชิกในกลุ่ม เพราะผู้เรียนบางคนยังเคยชินกับการสอนเนื้อหาวิชาตามทฤษฎีในบทเรียน ครูผู้สอนควรให้ระยะเวลาและอธิบายถึงความรู้ความเข้าใจถึงเนื้อหาวิชาเคมีถ้าหากผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตจริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีจะเกิดขึ้นกับผู้เรียน นอกจากนี้ครูผู้สอนต้องให้กำลังใจและเสริมแรง รวมทั้งเป็นที่ปรึกษาหากผู้เรียนเกิดปัญหาและอุปสรรค ดังตาราง 9

ตาราง 9 ใบประเมินผู้เรียนภายในกลุ่ม

ลำดับ ที่	ข้อความ	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	$\bar{X}$ รวม
		$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	
1	ความพอใจในผลงาน	3.55	3.66	3.66	4.11	3.75
2	ความร่วมมือในการ ทำงาน	3.55	3.66	3.33	4.33	3.72
3	ผลงานบรรลุตาม จุดมุ่งหมาย	3.33	3.55	3.66	3.77	3.58
4	การร่วมปรึกษาวางแผน ในการทำกิจกรรม	3.22	3.66	3.66	3.66	3.55
5	ปัญหาและอุปสรรค ที่เกิดขึ้น	3.33	3.22	3.44	3.44	3.56

เกณฑ์คะแนน 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง
 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

1.4.3 เมื่อผู้เรียนประเมินกลุ่มผู้เรียน ขณะที่เพื่อนต่างกลุ่มออกมารายงานหน้าชั้นเรียน พบว่า ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีที่ได้รับในการรายงานมีแนวโน้มสูงขึ้นในข้อ 1 การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปเชื่อมโยงกับการรายงานมีแนวโน้มสูงขึ้น และลดลงในบางแผนปฏิบัติการในข้อ 2 เนื่องจากผู้เรียนยังขาดการเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีไปใช้ให้สัมพันธ์กับเรื่องที่รายงาน สาเหตุเกิดจากผู้เรียนยังเป็นเด็กนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ความรู้ความเข้าใจในวิชาเคมียังมีน้อย ครูผู้สอนควรทำหน้าที่ในการชี้แนะและเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีให้กับผู้เรียน รวมทั้งต้องมีการอภิปรายซักถามให้เกิดความเข้าใจในการนำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่ว่ามีผลกระทบต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อมในข้อ 3 เพื่อให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการทำงานเมื่อสังเกตการรายงานชิ้นงาน รวมทั้งความร่วมมือในการทำงานในข้อ 4 พบว่า ผู้เรียนทุกกลุ่มมีความตั้งใจในการทำงานมีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากผู้เรียนทุกกลุ่มรู้ว่าการปฏิบัติตามแผนปฏิบัติการนั้นผู้เรียนทุกคนจะได้คะแนนรวมเท่ากันถ้าหากผลงานออกมาดี จึงทำให้ผู้เรียนมีความ

สามัคคีและตั้งใจทำงาน สำหรับการประเมินผลในเรื่องเวลาที่ใช้ในการนำเสนอในข้อ 5 ผู้เรียนประเมินกลุ่มผู้เรียนด้วยกันเอง พบว่า เวลาที่ใช้ในการนำเสนอทำได้กระชับและเหมาะสมมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากผู้เรียนแต่ละกลุ่มเตรียมการรายงาน/ชิ้นงานออกมานำเสนอมากขึ้น เพราะผู้เรียนเริ่มเข้าใจกระบวนการและวิธีการสอนจึงพยายามเสนอการรายงาน/ชิ้นงานตามที่กลุ่มไปค้นคว้ามาให้มากที่สุด ซึ่งผู้เรียนยังขาดทักษะในการสื่อความหมายและทักษะการตัดสินใจที่จะเลือกข้อมูลมานำเสนอให้ตรงกับประเด็นของข้อมูล ซึ่งครูผู้สอนควรให้คำปรึกษาและชี้แนะผู้เรียนบางกลุ่มในการนำเสนอรายงานเพราะผู้เรียนแผนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ โดยส่วนใหญ่มักเรียนเพื่อมุ่งเน้นเนื้อหาวิชาในบทเรียนเพื่อสอบเป็นส่วนใหญ่ ไม่ค่อยได้ฝึกทักษะการสื่อความหมายหรือทักษะการตัดสินใจในการออกมารายงานหน้าชั้นเรียน และยังขาดวินัยในเรื่องการรักษาเวลา ครูควรพยายามย้ำข้อตกลงกลุ่มทุกครั้งก่อนที่ผู้เรียนจะออกมารายงาน ดังตาราง 10

ตาราง 10 ใบกลุ่มผู้เรียนประเมินกลุ่มผู้เรียน

ลำดับ ที่	ข้อความ	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	$\bar{X}$ รวม
		$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	
1	ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ วิชาเคมีที่ได้รับใน การรายงาน	3.44	3.38	3.63	3.79	3.56
2	มีการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีไปเชื่อมโยง กับการรายงาน	3.26	3.47	4.06	3.64	3.61
3	ความรู้ที่ได้สามารถ นำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อม	3.68	3.61	3.81	3.71	3.70

ตาราง 10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ข้อความ	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	$\bar{X}$ รวม
		$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	
4	การรายงาน/ชิ้นงาน มีการเตรียมการและ ทำได้สมบูรณ์	3.60	3.65	3.81	3.93	3.75
5	เวลาที่ใช้ในการ นำเสนอทำได้กระชับ และเหมาะสม	3.71	3.67	3.68	3.53	3.65
6	ความร่วมมือในการ ทำงาน	3.60	3.78	3.75	4.00	3.78

เกณฑ์คะแนน 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง
2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

1.4.4 การสอนดังกล่าวผู้สอนยังคงมีบทบาทในการเชื่อมโยงความรู้ และ
ประเมินการทำงานของผู้เรียนในลักษณะเดียวกันกับที่กลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มออกมารายงานหน้า
ชั้นเรียน เพื่อให้การเรียนรู้ในระบบกลุ่มมีความสมบูรณ์ขึ้น ผลจากการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าว
พบว่า คะแนนที่ผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียนมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกข้อ ดังตาราง 11

ตาราง 11 ใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียน

ลำดับ ที่	ข้อความ	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	$\bar{X}$ รวม
		$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	
1	มีการแบ่งงานและ รับผิดชอบในขณะที่ ค้นคว้าหาความรู้และ ทดลอง	3.55	3.55	3.88	4.00	3.75
2	การรายงานตรง ตามจุดประสงค์	3.55	3.88	3.88	4.44	3.94
3	มีการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีไปเชื่อมโยง กับการรายงาน	3.44	3.66	4.11	4.11	3.83
4	ความรู้ที่ได้สามารถ นำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อม	3.77	3.66	4.22	4.22	3.97
5	การรายงานชิ้นงาน มีการเตรียมการและ ทำได้สมบูรณ์ถูกต้อง	3.11	3.55	3.66	4.22	3.64
6	เวลาที่ใช้ในการ นำเสนอทำได้เสร็จ ทันเวลา	3.66	3.66	3.77	3.88	3.74
7	สมาชิกภายในกลุ่ม ให้ความร่วมมือและ ช่วยเหลือในขณะที่ รายงาน	3.77	3.55	4.00	4.11	3.86
8	ความคิดสร้างสรรค์	4.11	3.44	4.11	4.55	4.05

เกณฑ์คะแนน 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง
2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

1.4.5 การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและส่งเสริมหลักของความเป็นประชาธิปไตย กล่าวคือ มีการให้ผู้เรียนประเมินผู้สอน พบว่า ผลการประเมินผู้เรียนประเมินผู้สอนในเรื่องของ สื่อที่ใช้ประกอบการสอน การเปิดโอกาสให้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม การเตรียมอุปกรณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติเรียนรู้จากสถานการณ์จริง ความรู้ที่ได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง รวมทั้งการประเมินผลอย่างยุติธรรม มีแนวโน้มค่อนข้างสูงขึ้นในข้อ 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 แต่พบว่าการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนให้กับผู้เรียน มีแนวโน้มลดลงในข้อ 1 แสดงว่า ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าการสอนด้วยวิธีดังกล่าวตนจะต้องเป็นผู้แสดงบทบาทและกระตือรือร้นในการหาความรู้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นวิธีการตรงข้ามกับวิธีสอนแบบเดิม ที่ผู้สอนจะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ ดังตาราง 12

ตาราง 12 ใบผู้เรียนประเมินผู้สอน

ลำดับ ที่	ข้อความ	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	$\bar{X}$ รวม
		$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	
1	การถ่ายทอดความรู้ ให้กับผู้เรียน	3.88	3.83	3.85	3.77	3.83
2	จัดกิจกรรมสอดคล้อง กับเนื้อหา	3.62	3.69	3.73	3.90	3.74
3	สื่อที่ใช้กระตุ้นให้ ผู้เรียนต้องการแสวงหา ความรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	3.71	3.88	3.92	4.06	3.89
4	เปิดโอกาสให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนรู้การสอน อย่างเหมาะสม	4.18	4.19	4.33	4.38	4.27
5	เตรียมอุปกรณ์ การสอน, การทดลอง ได้อย่างเหมาะสม	3.94	4.10	4.13	4.15	4.08

ตาราง 12 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ข้อความ	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 2	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 3	แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 4	$\bar{X}$ รวม
		$\bar{X}_1$	$\bar{X}_2$	$\bar{X}_3$	$\bar{X}_4$	
6	ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติ เรียนรู้จากสถานการณ์ จริง	3.63	3.71	3.80	3.94	3.77
7	ความรู้ที่ได้รับจากการ เรียน สามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง	3.59	3.65	3.79	3.83	3.72
8	มีการประเมินผลอย่าง ยุติธรรม	3.92	3.94	3.96	4.19	4.00

เกณฑ์คะแนน 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง
2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

2. ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ รพีพร โตไทยะ (2540 : บทคัดย่อ) ที่ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการโดยใช้การแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับการสอนตามคู่มือครูพบว่ามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของกิตติ กล่อมเกลี้ยง (2532 : 70) ที่ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยมีการใช้ สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกการกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้มานิช ถาอ้าย (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน ด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าจะแนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยจอห์น (John.1966 : 994 - 995) พบว่าการสอนโดยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองมีเพียงแต่คำแนะนำที่ครูแจกให้ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกไปปฏิบัติกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริงและมโนภาพด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาดีกว่าการสอนแบบบรรยายและผลจากการศึกษาของมาฮาน (Mahan.1970 : 309 - 316 - A) พบว่าการสอนแบบบรรยายประกอบกรอภิปรายและวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาทำให้ผู้เรียนที่อ่อนมีความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และมีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

ผลการวิจัยที่ปรากฏออกมาดังกล่าวน่าจะเกิดมาจาก

2.1 กิจกรรมที่ใช้ในการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองตั้งแต่ขั้นสงสัย ผู้เรียนต้องเลือกปัญหาวางแผน ค้นคว้าหาความรู้ การสะท้อนความคิดระหว่างผู้เรียนภายในกลุ่มและนอกกลุ่ม การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ที่ได้จากการศึกษาในหน่วยที่เรียน และการนำผลงานไปปฏิบัติด้วยการเผยแพร่จริงนอกห้องเรียน โดยครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำเชื่อมโยงความรู้และเสริมแรงในขณะปฏิบัติกิจกรรมดังที่คาร์น (ภพ เลหาไพบูลย์.2542 : 40 ; อ้างอิงจาก Carin.1993 : 22 - 26) กล่าวว่าการจัดกิจกรรมดังกล่าวเป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะค้นหา (Search) คำตอบของปัญหา ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิด (Share) และการกระทำการแก้ปัญหาาร่วมกัน (Action) จากการวิจัยพบว่าการสอนตามแนวคิดของวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ทำให้ผู้เรียนมีพัฒนาการด้านความคิดรวบยอด (Concept) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process Skills) การนำไปประยุกต์ใช้ (Application) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitude toward Science) (Lin.1992 ; Yager and Tamir. 1993) และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Creativity) เพิ่มขึ้น (Penick and Yager.1993 ; Yager and Tamir.1993) จึงทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลในการแก้ปัญหาดีกว่าการสอนแบบเดิมที่ยึดเนื้อหา

วิชาเป็นหลักและยึดครูเป็นศูนย์กลาง ทำให้ผู้เรียนไม่เห็นความสัมพันธ์ของวิชาที่เรียนกับโลกของความจริง (อัญชลี สารรัตน์. 2542 : 27 - 31) กิจกรรมการสอนตามแนวความคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (เสาวรัตน์ ภัทรจิตินันท์ (2541 : บทคัดย่อ)

2.2 กิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ได้นำกระบวนการกลุ่มมาใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่มในด้านการกระทำ (Action) ความรู้สึก (Feeling) และความคิด (Thinking) เพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมรับผิดชอบจนเกิดการพัฒนาตนเองในด้านการแสวงหาความรู้และการปรับ ตนเองให้อยู่ได้ในสังคม ซึ่งคะแนนของกลุ่มและใบประเมินการทำงานของ กลุ่มมีแนวโน้มสูงขึ้นดังที่ดอยซ์ (Deutsch.1962 : 275 - 319) ได้กล่าวว่าหลักการเรียนรู้แบบ กระบวนการกลุ่มเกิดจากแหล่งความรู้ที่หลากหลายสร้างสรรค์บรรยากาศในการทำงาน ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสดงความรู้สึกนึกคิด เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง ซึ่งมีผลต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตทุกด้านของผู้เรียนและสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมศรี จันทร์รุ่งมณีกุล (2539 : 122 - 130) พบว่ากระบวนการกลุ่มช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด ปฏิสัมพันธ์ มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก และสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการ สอนที่ส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดทักษะการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เกิดความคิด รวบรวมและการใช้ความรู้จากหลาย ๆ วิชามาผสมผสานกันแน่นให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วย ตนเอง รู้จักการตัดสินใจ รู้จักการแก้ปัญหา นอกจากนั้นยังมีการอภิปรายร่วมกัน เพื่อเพิ่ม ความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความ สามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น ดังนั้นจึงควรมีการแนะนำการสอนแบบบูรณาการ

ตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ให้ครูผู้สอน เพื่อให้เป็นแนวทางในการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและยังสอดคล้องกับสภาพสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม มีการแบ่งกลุ่มเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการทำงานกลุ่มร่วมกัน ในการวิจัยครั้งนี้ ในระยะแรกผู้เรียนยังมีการปฏิบัติงานกลุ่มที่ยังไม่ถูกต้อง ไม่มีความรับผิดชอบในตนเองและไม่รับบทบาทหน้าที่ของตนเอง ถึงแม้ว่าจะมีการกำหนดหน้าที่ในแผนปฏิบัติการก็ตาม ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องเป็นผู้ช่วยเหลือในการแบ่งกลุ่ม ต้องคอยแนะนำที่ถูกต้องในการทำกิจกรรมกลุ่ม ให้รู้จักแบ่งหน้าที่กัน มีความอดทนและรักษาเวลา รวมทั้งควรให้มีการประเมินผลการทำงาน กลุ่มจะทำให้การปฏิบัติงานกลุ่มได้ผลดีมากยิ่งขึ้น

1.3 ในการเสนอผลงานของกลุ่ม ผู้เรียนที่เรียนเก่ง พุดเก่ง มักจะเป็นตัวแทนของกลุ่มในการเสนอผลงานเสมอ ส่วนคนขี้อาย พุดน้อย จะไม่ยอมทำหน้าที่นี้ ครูผู้สอนที่จะนำ การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม โดยใช้กระบวนการกลุ่ม ไปใช้ควรให้ผู้เรียนแต่ละคนหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันเพื่อให้แต่ละคนได้รู้หน้าที่ของตนเองได้ดีมากขึ้น ทำให้บทบาทของผู้เรียนที่เคยกระทำในตอนแรกลดบทบาทลงไป มีการยอมรับคนอื่นมากขึ้น และผู้เรียนมีความมั่นใจในตนเองมากยิ่งขึ้น

1.4 การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถามและต้องการหาคำตอบจากความต้องการของตนเองเป็นสำคัญ โดยที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติขั้นตอนในการเรียนด้วยตนเอง ตัวผู้สอนมิได้หมดความสำคัญ ตรงกันข้ามครูผู้สอนต้องศึกษาค้นคว้าความรู้ตลอดเวลาเพื่อนำประเด็นปัญหาในสังคมมาใช้เป็นสื่อกระตุ้น ผู้สอนควรขอคำแนะนำจากครูอาจารย์ต่างสาขาวิชาเพราะการสอนแบบบูรณาการเป็นการสอนแบบผสมผสานจากวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องอันเกิดจากคำถามของผู้เรียนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นและเห็นความสำคัญของวิชาที่เรียน นอกจากนี้ตัวผู้สอนต้องเป็นผู้คอยชี้แนะ เชื่อมโยงความรู้ ให้กำลังใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเอง รู้จักรับผิดชอบในตนเอง และในกลุ่มครูผู้สอนจึงต้องเข้าใจในบทบาทหน้าที่ของตนเอง จึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5 การสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้มีการฝึกฝนคุณลักษณะต่าง ๆ ที่พึงประสงค์หลายประการ เช่น ได้รู้จักการแก้ปัญหา คิดหาเหตุผล การตัดสินใจด้วยตนเอง การแสดงความคิดเห็น การทำงานร่วมกับผู้อื่น การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และการเป็นผู้นำผู้ตามที่ดี การสอนในลักษณะนี้เป็นการสอนที่ปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อบุคลิกภาพประชาธิปไตย ที่ครูวิทยาศาสตร์ควรนำไปพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับการปกครองในระบอบประชาธิปไตยของประเทศไทย ทำให้ผู้เรียนวิทยาศาสตร์มีความรู้ความเข้าใจในบทบาทของตนและเป็นพลเมืองที่ดีในอนาคต

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะในการสื่อความหมาย และทักษะในการตัดสินใจ ของผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม

2.2 ควรทำการวิจัย ช้่าเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นต่าง ๆ

2.3 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับวิชาวิทยาศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ

2.4 ควรสร้างคู่มือหรือบทเรียนเพื่อทำการวิจัยประกอบการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ สำหรับผู้สอนและผู้เรียน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนิษฐา ปิ่นสุวรรณ. (2531). การศึกษาประสิทธิภาพผลการเสริมแรงต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านเจตคติ และการปฏิบัติงานเยี่ยมบ้านของนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (พยาบาลสาธารณสุข). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. (2523). จิตวิทยาการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2541). "สาระความรู้ที่ได้รับจากการสัมมนาทางวิชาการ เพื่อนำเสนอผลการวิจัย / ผลงานทางวิชาการเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้," เอกสารพัฒนากระบวนการเรียนรู้ อันดับที่ 7 โครงการปฏิรูปกระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: กรุงเทพมหานคร.
- _____. (2542). รายงานผลการประเมินคุณภาพการศึกษานักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. กรุงเทพฯ : ศุภสภา.
- _____. (2543). การพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : การศาสนา.
- กองวิจัยทางการศึกษา กรมวิชาการ. (2542). การสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาศักยภาพของเด็กไทย ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้. กรุงเทพฯ : ศุภสภา
- กันยารัตน์ ฤทธิ์บำรุง. (2531). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาร่วมกันทั้งห้อง เป็นกลุ่มย่อยและแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. (2528). "วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน," เอกสารประกอบการสอนศึกษา 361 ระเบียบวิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- กาญจนา ลาภรว. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่างกัน โดยเน้นการสอนสาธิตแบบไม่ชี้แนวทางและการสอนสาธิตแบบชี้แนวทาง. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา คุณารักษ์. (2527). หลักสูตรและการพัฒนา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม.

- กิตติ กล่อมเกลี้ยง. (2532). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยมีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐานกับไม่มีการใช้สถานการณ์ฝึกกำหนดปัญหาและตั้งสมมติฐาน. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ รรยปรกรณ์ เนื่องฤทธิ์. (2538). การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์และความตระหนักในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนแบบวิทยาศาสตร์ - เทคโนโลยี - สังคม กับการสอนตามคู่มือของ สสวท. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ จิตนา ราชรองเมือง. (2516). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการคิดแบบสืบสวนวิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลอง ภิรมรัตน์. (2521). กระบวนการกลุ่ม คู่มือประกอบการเรียนวิชา 325 หลักสูตรสภาการฝึกหัดครูพุทธศักราช 2519. ภูเก็ต : วิทยาลัยครูภูเก็ต.
- / จันทนา ภาคบงกช. (2528). เอกสารประกอบการสอนวิชาประถม 523 ปัญหาและกลวิธีการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. อัดสำเนา.
- ชัยวัฒน์ เจนวนิชย์. (2522). หลักเคมี 1. กรุงเทพฯ : กราฟิการ์ต.
- ชีพร ตปนิยากร. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่เรียนด้วยวิธีแบบร่วมมือและวิธีเรียนปกติ. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (ศึกษาศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ ดุษฎี สิตลวรารค์. (2538, มกราคม-มีนาคม). "บูรณาการในหลักสูตรและการสอน," สารพัฒนาหลักสูตร. 14.(120) : 59 - 61.
- ✓ ดันหยง อิมมาก. (2537). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ให้ข้อมูลป้อนกลับด้วยกระบวนการแก้ปัญหากับการสอนตามคู่มือ. ปรินุญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทิตนา แคมมณีและคณะ. (2522). *กลุ่มสัมพันธ์ : ทฤษฎีและแนวปฏิบัติเล่ม 1*.
กรุงเทพฯ : บุรพาการพิมพ์.
- ทิตนา แคมมณี. (2535). "การพัฒนากระบวนการคิด," *รายงานการประชุมเรื่อง
สู่แนวทางใหม่ของการเรียนวิจัยทางพยาบาลศาสตร์ ระหว่างวันที่ 25 - 27
พฤศจิกายน 2535 ณ ห้องประชุมประชุม ตึกอำนวยการชั้น 3 โรงพยาบาลตำรวจ*.
จัดโดยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์. อุดมศึกษา.
- เทอด แก้วศิริ. (2541). *เอกสารประกอบการสอนวิชาหลักสูตรและการสอนเคมี*. กรุงเทพฯ :
โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน. อุดมศึกษา.
- ✓ เทียน ทองแก้ว. (ม.ป.ป.). "การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมกลุ่ม (COOPERATIVE
LEARNING) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสอน," *เอกสารรวมบทความเรื่อง "การเรียนรู้
ร่วมกลุ่ม" CO - PERATIVE LEARNING*. นครศรีธรรมราช. อุดมศึกษา.
- ทนต์ ศิริชัย. (2529). *การศึกษาความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดและผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนรู้วิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการสอนแบบ
บูรณาการ*. ปรินทิพนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ นฤมล ยุทธาคม. (2542, กันยายน-ธันวาคม). "การจัดการประสบการณ์เรียนรู้วิชา
วิทยาศาสตร์ โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม
(Science, Technology and Society - STS Model)," *ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*.
14 (3).
- ✓ นันทเดช โชคถาวร. (2532). *การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเน้นการสอน
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา*. ปรินทิพนิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ บัญชา กัลยาวัน. (2534, มิถุนายน-ตุลาคม). "การศึกษาแบบเอส ที เอส (STS
Education)," *สีมาจารย์*. 7 (11) : 56 - 61.
- ✓ บันลือ พงษ์วัน. (2524). *หลักสูตรและบูรณาการทางการสอน*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ✓ ประวิตร ชูศิลป์. (2524). "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่," *เอกสาร **
การนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 233. กรุงเทพฯ : หน่วยการศึกษานิเทศ กรมการฝึกหัดครู.
- ประเสริฐ ศรีโพธิ์. (2521). *อนันท์ริยเคมี*. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.
- _____. (2528). *เทคนิคทางเคมี*. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.

- ปราณี เกษมศรี ณ อุทยา. (2523). *เคมีทั่วไป*. กรุงเทพฯ :ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ✓ ผกา สัตยธรรม. (2524). *เทคนิคการสอนอย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับผู้สนใจในการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ✓ พงษ์ชัย ศรีจันทร์. (2542, เมษายน - มิถุนายน). "วิสัยทัศน์ของครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ยุค 2000," *สสวท.* 27(105) : 23 – 28.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พรรณพิศ วาณิชการ. (2528 , กรกฎาคม - กันยายน). "การทำงานแบบกลุ่ม," *วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์*. หน้า 135 - 137.
- ✓ พัทธรินทร์ ธารีรัฐการพ์. (2535). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษา โดยการเน้นการสอนแบบเทคนิคการศึกษากรณีตัวอย่าง*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ✓ มังกร ทองสุคดี. (2522). *การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มานิช ถาอ้าย (2541). *ความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดเห็นของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลมาจากการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- ✗ รพีพร โตไทยะ. (2540). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบแก้ปัญหาตามแนววิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร..
- รัชฎาพร ชูสกุล. (2538). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้ในการสอนโดยวิทยาศาสตร์เพื่อป้องกันกับการสอนตามแผนการสอนของกรมวิชาการ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- รุ่งชีวา สุขดี. (2531). การศึกษาผลการฝึกออกแบบการทดลองในการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการวัดผลและวิจัยทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ✓ วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2533). เพื่อพัฒนาการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัชร ชาดกิตติคุณวงศ์. (2537). ปฏิบัติการเคมี 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วาสนา แสงคำ. (2542) . การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติต่อบุคคลิกภาพประชาธิปไตยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแนวบูรณาการ (สารัตถิชาเบล). ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. : กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิทยา ทวีทรัพย์. (2532). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์กับการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรพิทยานุกูล จ. อุดรธานี. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2526) . “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคำถามที่นำไปสู่ลักษณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์,” ในเอกสารประกอบการสัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์ พ.ศ.2526. กรุงเทพฯ. ม.ป.พ. อัดสำเนา.
- ✓ _____ . (2543). “เป้าหมายการสอนวิทยาศาสตร์,” ในเอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2543. กรุงเทพฯ : ม.ป.พ. อัดสำเนา.
- ✓ สมจิต สวธนไพบุลย์. (2527). สมรรถภาพการสอนของครู. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- _____ . (2535). ธรรมชาติวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรการสอน. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมทรง ไชยวัด. (2538). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดกลุ่มที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.

สมศรี จันทร์รุ่งมณีกุล. (2539). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วย “สิ่งที่อยู่รอบตัวเรา” และเจตคติต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนตามแนวคิดพัฒนาที่ยั่งยืน. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

สายฝน ลิ้ตนาวลี. (2540) . การออกแบบหน่วยการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ เพื่อการสอนเป็นคณะและการเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อม. สำหรับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. เชียงใหม่ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

สายหยุด สมประสงค์ (2523) . ยุทธศาสตร์การคิด. กรุงเทพฯ : โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการหน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2534). “คู่มือครู,” รูปแบบการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5:ชุดกิจกรรมและฝึกทักษะกระบวนการกลุ่ม. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม ต้นแบบการเรียนรู้ทางด้านหลักทฤษฎีและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : โครงการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน สำนักงานฯ.

_____. (2541). วิกฤตการณ์วิทยาศาสตร์ศึกษาของไทย. กรุงเทพฯ : อรุณสภา.

_____. (2542). แนวการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : อรุณสภา.

_____. (2542). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ : อรุณสภา.

สุจินต์ วิศวรวิธานนท์. (2536). “ การจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนร่วมมือกัน,” ในประมวลสาระชุดวิชาการพัฒนาหลักสูตรและวิทยวิธีทางการสอน หน่วยที่ 10. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช .

_____. (2537). “ การจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความร่วมมือ,” ในประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 11. นนทบุรี : สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

✓ สุนีย์ คล้ายนิล. (2535. เมษายน-มิถุนายน). “ไปให้ไกลกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์,” สสวท. 20 (78) : 8 - 16.

สุพล บุญทรง. (2523). กลุ่มสัมพันธ์หรือกระบวนการกลุ่ม เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชา ศษ. 325. คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูนครสวรรค์.

- สุภาววรรณ ด้านสกุล. (2539). การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและ
การพึ่งพาตนเองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรม
ตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับการสอนตามคู่มือการจัดกิจกรรม. ปรินิพนธ์
กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ๓
✳️ สุมานัน รุ่งเรืองธรรม. (2526). กลวิธีสอน. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ๑
✳️ สุมิตร คุณากร. (2518). หลักสูตรและการสอน หลักการและแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตร
แบบต่าง ๆ ขบวนการเปลี่ยนแปลงและขบวนการกลุ่ม. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.
- สุวัฒน์ มุททเมธา. (2523). การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุรพล ประยงค์พันธ์. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้น กลุ่มตามความสามารถและเรียน
ด้วยตนเองเป็นกลุ่ม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- เสน่ห์ ทิมสุกใส. (2542). พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต. โปรแกรมวิชา
การประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- เสริมศรี เสวตามร และ สาลี งามศิริ . (2521, กรกฎาคม - สิงหาคม). “ วิเคราะห์วิธีสอน
แบบ Inquiry,” ครุศาสตร์. ฉบับพิเศษ : 68 - 69.
- เสียง ชูสกุล. (2525). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนเป็นกลุ่ม รายบุคคลและเรียนตามแผนการสอนของ สสวท.
ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
ถ่ายเอกสาร.
- ๑
✳️ เสาร์รัตน์ ภัทรจิตินันท์. (2542). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ตามแนว
ความคิดของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม/ทฤษฎีสร้างความรู้ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อัดสำเนา.
- ✳️ หอมนวล ใจชื้อ. (2529). การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะแสวงหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง
นักเรียนกับนักเรียน และระหว่างครูกับนักเรียน. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.

- อุบล แสงทอง. (2531). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการเรียนรู้เพื่อรู้และการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นกลุ่ม. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- อุดม ศรีโยธา และพิมล เรือนวัฒนา. (2521). เคมีทั่วไปเล่ม 1. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- อรรถวราภรณ์ นิยะโต. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความรับผิดชอบต่องานของตนเองและความรับผิดชอบต่องานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาสังคมศึกษาโดยใช้การสอนแบบบูรณาการกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัญชลี สารรัตน์. (2542 , ธันวาคม). "การศึกษาแบบบูรณาการ," วิชาการ. 2 (12) : 27 - 31.
- อำนวย เลิศชัยนดี. (2523). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความสามารถทางการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา. วิทยานิพนธ์ ศศ.ด. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✕ อำพวรรณ ทิวไผ่งาม. (2541) . ผลการสอนและบรรยากาศการเรียนวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสังคม / ทฤษฎีการสร้างความรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . จัดสำเนา.
- Bloom , Benjamin A. (1956). *Texanomy of Education Objectives Handbook I : Cognitive Domain*. New York : David McKay Company.
- Bryant , Jr. , Napoleon Adebola, et al. (1995). *Science Anytime : Teacher's Guide*. Orlands : Harcourt Brace and Company.
- Butts, David. (1965). *The Teaching of Science a Self - Directed Planning Guide*. New York : Harper & Row Publisher.
- Carin , Arthur A. (1993). *Teaching Modern Science*. 6 th ed. New York : Merri , an imprint of Mzcmillian Publishing Company.
- Cratton, Kemp C. (1970). "Perspectives on the Group Process," *Houghton Mifflin Company*. Boston.
- Davis , Keith. (1962). *Human Relations at Work*. New York : McGraw Hill Company.

- Deutch, M. (1962). "Cooperative and trust : Some theoretica; mptes," in M.R. Jones (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*. Lincoln, N.E. : University of Nebraska Press : 275 - 319.
- Fan, Chung Teh. (1952). *Item Analysis Table*. New Jersey : Princeton.
- Finley and others. (1992). " Science Technology and Society," *Science Education*. 76 (3) : 270 - 272.
- Gabrielle, Ralpa B. (1972, April). "A Study of the Characteristics of Pre-Service Teachers Identified on an Experimental Instrument as High or Low in Problem - Solving Ability," *Dissertation Abstracts International*. 32 : 5650 - A.
- Gaier, E.L. (1953). "The Role of Knowledge in Problem - Solving," *Progressive Education*. So : 138 - 141.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. New York : Mc Graw - Hill Book.
- Gulley, Halbert E. (1960). *Discussion, Conference and Group Proces*. New York : Holt, Richart and Winston, Include.
- Iskander, Srinni Murtinah. (1992). "An evaluation of the Science- Technology-Society Approach to Science Teching," *Dissertation Abstracts International*. 53(1) : 114 - A -115A.
- John, K.W. (1966.) "A Comparision of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science : Traditional and Structured Problem- Solving," *Dissertation Abstracts International*.
- Joyce, G. & Weil, M. (1986). *Model of Teaching*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice - Hall.
- Madizabal, Ampars S. and others. (1970). *Method and Principles of Teaching*. Quezon City. Alemar - Phoenix.
- Legorreta, Corolyn Marie. (1988, November). "A study of selecsted factors in high school science curricula relating to science technology and society," *Dissertation Abstracts International*. 49 (5) : 254.
- Lillge, S.A. (1973, January). "A Description of a Group - Learning Experience," *Science Education*. 60 (2) : 51 - 55.

- Lin, Chin - Tand. (1992). "Evaluating the Effectiveness of an in Service. Teacher Education Program : The Iowa Chautauqua Program," *Unpublished Doctoral Dissertation*. The University of Iowa : Iowa City.
- Mackinnu. (1992). "Comparison of Learning Outcomes Between Classes Taught with a Science - Technology - Society (STS) Approach and a Textbook Oriented Approach," *Dissertation Abstracts International*. 52(7) : 2486 - A - 2490 - A.
- Mahan Luther A. (1970, October) "Which Extreme Variant of the Problem-Solving Method of Teaching Should be More Characteristic of the Many Teacher Variations of Problem-Solving Teaching," *Science Education*. 54 : 309 - 316.
- Maridith, C.E. (1962 - April) "Development of Problem Solving Skill in High School Physical Science," *Dissertation Abstracts International*. 10 : 3350
- Morgan , Chifferd T. (1978). "Thinking and Problem Sovling," *A Brief Induction to Psychology*. 2nd ed. New Delhi : Tata McGraw - Hill Co.
- National Science Teachers Association (NSTA). (1993). *Science /Technology/Society : A new effort for providing appropriate Science for all. In Yager, Robert E. (Ed.) What research says to the Science, Technology Society movement. (vol7)*. Washington Dc.
- Norton, R.T. (1972 - July) "A Developmental Study in Assessing Children's Ability to Solve Problems in Science," *Dissertation Abstracts International*. 23(1) : 204 - A.
- Owens, T. R. (1990). *Applied biology / chemistry pilot test report*. (Published report). Portland , OR : Northwest Regional Educational Laboratory.
- Page, G.T. and Thomas, J.B. . (1977). *International Distionary of Education*. New York : Kogan Page, London / Nichol Publishing.
- Pederson , J. E. (1993). *The effects of seience , technology and society issues , implemented as a cooperative controversy , on attilude toward science , anxiety toward science, problem solving perceptions and achivements in secondary science*. Unpublished doctoral dessertation. Unversity of Nebraska. Lincoln.
- Piajet , J. (1962). *The Origins of Intelligence in Children*. New York : W.W. Norion.

- Piniek, John E. and Yager, Robert E. (1993). *Student Growth in Creative skills in Middle school Science*. Science Education.
- Ronald J. Bonnstetter and Jon E. Pederson. (1993). "The Jurisprudential Inquiry Model for Sts," in *the Science, Technology, Society Movement*. Chapter 9. p. 59 - 60. America.
- Rosenthal , Dorothy B .(1989) . " Two Approach to Science - Technology - Society (STS) Science Education ," *New Trends in Investigate*. Science Teaching volume VI , UNSSCO : 44 - 48 .
- Slavin, Robert E. (1995). *Cooperative Learning : Theory , Research, and Practice*. 2nd ed. Bonton : Allyn and Bacon.
- Sharan, Shlomo. (1980, February). "Cooperative Learning in Small Groups ; Recent Methods and Effects on Achievement, Attitude, and Ethnic Relations," *Review of Educational Research*. 50(2) : 241 - 271.
- Stollburg , R.J. (1956 - September). "Problem - Solving , The Process Games in Science Teaching," *Science Teacher*. 23 (5) : 225 - 228.
- Sund, Robert B. (1976). *Piaget for Education A multimedia Program*. Ohio : Charles E. Merrill Company, A Bell & Howell Company.
- Webb, Noreen Marie. (1978, June). "Learning in Individual and Small Group Sethings," *Dissertation Abstracts*. 38(12) : 7248 - A.
- Weir , John Joseph . (1974 , April) . "Problem Solving in Everybody's Problem," *Science Teacher*. 41 (4) : 16 - 18.
- Yager, Robert E. (1990). "Science , Technology , Society : Trends in the Integration of Science Education," *New Trends in Intergrated Science Technology Volume VI*. UNESCO.
- Yager, Robert E. and Tamir, Pinches. (1993). *STS Approach : Resons. Intentions, Accomplishments, and Outcomes*. Science Education. 77(6) : 640 - 643.
- Young, Carolyn. (1972, December). "Team Learning," *Science Education*. 62 (2) : 630 - 634.

Zehr , Eric Edward. (1992). "Analysis of Student Scores in Five Domains of Science Education For concordance Across Domains and Growth Whithin Domain Related to Abillity of Teachers to Choose application Items During an S/T/S Intervention," *Dissertation Abstracts International*. 53(1) : 116 - A.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-สังคม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว 431) เรื่องสารและ
การเปลี่ยนแปลง

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตัวอย่างแผนการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม

ครั้งที่ 1 คาบที่ 1 – 5

เวลา 250 นาที

เรื่อง สารและสมบัติของสาร

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความคิดรวบยอด

1. สารแต่ละชนิดมีสมบัติต่างกัน
2. สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุ และสารประกอบเป็นการจัดจำพวกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์
3. คุณสมบัติของสารที่ต่างกันสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วผู้เรียนสามารถ

1. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุ และสารประกอบได้
2. จัดจำพวกสารที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดได้
3. จำแนกได้ว่าสารชนิดใดเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์จากสารเนื้อเดียว
4. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุและสารประกอบได้
5. บอกความแตกต่างของธาตุและสารประกอบได้
6. ตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ต่อตน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม
7. ร่วมกันนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม

เนื้อหา

1. การแบ่งประเภทและคุณสมบัติของสาร
2. สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม
3. สารละลาย สารบริสุทธิ์
4. ธาตุ สารประกอบ

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	สื่อ	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
ขั้นสงสัย (10 นาที) - ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนหลังจากนั้นนำภาพเหตุการณ์จากวีดิทัศน์ เรื่อง “น้ำดื่มบรรจุขวด” ของกระทรวงสาธารณสุข ให้ผู้เรียนทั้งห้องศึกษา (ทั้งช่วง 1-2 นาที) - ผู้สอนถามผู้เรียนว่า “น้ำดื่มบรรจุขวดที่เห็นมีลักษณะใส่ผู้เรียนมีความมั่นใจหรือไม่ว่ามีความสะอาดและปลอดภัยจริง” - ผู้เรียนอาจตอบว่า - มั่นใจ - ไม่มั่นใจ - ผู้สอนถามผู้เรียนว่าขั้นตอนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดจากวีดิทัศน์มีการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปเกี่ยวข้องอย่างไร - ผู้เรียนตอบว่า - มีการใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค - ใช้ไส้กรอง เพื่อให้สารตกตะกอน - ใช้แสงอุลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อโรค - ใช้เครื่องจักรบรรจุหีบห่อ - ใช้เครื่องจักรบรรจุน้ำเป็นขวดเพื่อใช้สำหรับดื่ม ฯลฯ - ผู้สอนให้ความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหมายถึงอะไร มีผลกระทบต่อนตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อมอย่างไร - ผู้สอนแจกใบความรู้ชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงให้แก่ผู้เรียนทุกคน	- ภาพเหตุการณ์ วีดิทัศน์ของ กระทรวงสาธารณสุข	- เสนอภาพเหตุการณ์ จากวีดิทัศน์ - ตั้งคำถาม	- คิดหาคำตอบ
	- ใบความรู้ชุดที่ 1		

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	สื่อ	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
2. <u>ขั้นวางแผน</u> (10 นาที) - แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆละ 5-6 คน โดยผู้เรียนที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน ผู้สอนกำหนดเกณฑ์การทำงานโดยถือว่าผลงานของสมาชิกคือผลงานกลุ่ม การจัดและการประเมินผลเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง - ผู้เรียนรับแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปศึกษาและอภิปรายวางแผนตามข้อสรุปของกลุ่ม 3. <u>ค้นคว้าหาคำตอบ</u> (60 นาที) - ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายความรู้เรื่องสารและสมบัติของสารตามใบความรู้ชุดที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง - ผู้เรียนส่งตัวแทนมารับสารเคมีและอุปกรณ์เพื่อทำการทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 และ 2 รับสารเคมี คือ น้ำกลั่น กลุ่มที่ 3 และ 4 รับสารเคมี คือ น้ำหวานสีแดง กลุ่มที่ 5 และ 6 รับสารเคมี คือ ทองแดง กลุ่มที่ 7, 8 และ 9 รับสารเคมี คือ เปอร์ดัส เชื่อมเปอร์มังกานेट อุปกรณ์การทดลองที่ใช้ศึกษาสมบัติของสารแต่ละชนิดให้เป็นไปตามข้อตกลงกลุ่ม โดยผู้สอนจัดเตรียมอุปกรณ์ตามที่กลุ่มเลือกในแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ผู้สอนแนะนำการใช้สารเคมีและอุปกรณ์โดยให้คำนึงถึงความปลอดภัยและอันตรายที่เกิดขึ้นในขณะทดลอง	- แผนปฏิบัติการชุดที่ 1 - อุปกรณ์และสารเคมี	- ตกลงการทำงาน และการประเมินผล - เตรียมอุปกรณ์และสารเคมี - แนะนำการใช้สารเคมีและอุปกรณ์	- ระดมสมองและอภิปราย คิดวิเคราะห์หาคำตอบ - ทดลอง

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	สื่อ	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
- ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามที่กลุ่ม ออกแบบการทดลองตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และบันทึกผลการทดลอง 4. ขั้นสะท้อนความคิด (10 นาที) - ผู้เรียนภายในกลุ่มร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ ได้จากการทดลองตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน - ผู้สอนช่วยเหลือผู้เรียนแต่ละกลุ่มโดยการแนะ นำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาช่วยประกอบ การตัดสินใจ เพื่อนำไปทำตามแผนปฏิบัติ การชุดที่ 1 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน 5. ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (60 นาที) - ผู้เรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการ ทดลองที่ได้ตามเวลาที่กำหนดโดยใช้เวลา ประมาณกลุ่มละ 5-6 นาที - ผู้สอนสุ่มถามผู้เรียนแต่ละกลุ่มเพื่อนำเสนอ ผลการอภิปรายจากคำถามวิเคราะห์ผลการ ทดลองและอภิปรายร่วมกัน ดังนี้ - น้ำกลั่นเป็นสารบริสุทธิ์จะมีวิธีการตรวจ สอบอย่างไรและทราบได้อย่างไรว่าเป็น สารบริสุทธิ์ - ผู้เรียนช่วยกันคิดและตอบคำถามดังนี้ - น้ำกลั่นเป็นสารบริสุทธิ์เพราะมีจุดเดือดคง ที่โดยการวัดอุณหภูมิขณะเดือดจะพบว่ามี ค่าคงที่ที่ 98 องศาเซลเซียสในช่วงวินาทีที่ 150 ถึงวินาทีที่ 330 - ผู้สอนถามผู้เรียนต่อไปว่า - น้ำหวานสีแดงเป็นสารบริสุทธิ์หรือสาร ละลายและจะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร	- แผนปฏิบัติการ ชุดที่ 1	- สังเกตการณ์ - แนะนำเชื่อมโยง ความรู้ - อภิปราย เชื่อมโยง ความรู้	- ทดลอง - ระดมสมอง อภิปราย - ตัดสินใจ ทำ ตามข้อตกลง กลุ่ม - รายงานผลการ ทดลอง - อภิปรายและ คิดวิเคราะห์

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	สื่อ	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
● ผู้เรียนตอบว่า - น้ำหวานสีแดงเป็นสารละลายเพราะมีน้ำตาลทรายและสีแดงละลายอยู่ในน้ำสามารถตรวจสอบได้โดยนำไปเผาจะเห็นคราบสีขาวปนแดงติดอยู่ที่จานหลุมโลหะ ● ผู้สอนถามผู้เรียนต่อไปว่า - ทองแดงเป็นโลหะมีวิธีการตรวจสอบได้อย่างไร ● ผู้เรียนตอบว่า - เมื่อนำเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าไปแตะที่โลหะทองแดง จะเห็นหลอดไฟสว่างขึ้นแสดงว่ามีอิเล็กตรอนวิ่งจากขั้วลบไปบวกและโลหะสามารถนำไฟฟ้าได้ ● ผู้สอนถามผู้เรียนต่อไปว่า - เพอร์ิตัสเซียมเปอร์มังกาเนตจัดเป็นธาตุหรือสารประกอบ เพราะเหตุใด ● ผู้เรียนตอบว่า - เพอร์ิตัสเซียมเปอร์มังกาเนตเป็นสารประกอบเพราะเมื่อได้รับความร้อนจะสลายตัวให้องค์ประกอบอื่นออกมาหลายชนิด เช่น ก๊าซออกซิเจน เมื่อนำรูปที่ติดไฟแล้วดับไปจ่อใกล้ปากหลอดทดลองขณะเผาเพอร์ิตัสเซียมเปอร์มังกาเนตจะเห็นจุดวาบไฟเกิดขึ้น ● ผู้สอนชมเชยผู้เรียนที่สามารถตอบคำถามและช่วยกันทำการทดลองจนสำเร็จเป็นอย่างดี		เชื่อมโยงความ	คิดวิเคราะห์

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	สื่อ	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
ผู้สอนช่วยเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ว่ามีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างไรโดยเฉพาะเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีเพื่อนำไปประยุกต์ได้ในชีวิตจริงและเข้าถึงความรับผิดชอบที่ผู้เรียนควรมีถ้าหาสารเคมีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและสิ่งแวดล้อมในชั้นวางแผนเพื่อนำไปปฏิบัติตามที่กลุ่มตกลง			
ผู้สอนแจกใบงานชุดที่ 1 ให้แก่ผู้เรียนทุกคนไปทำเป็นการบ้านและให้ผู้เรียนทำงานตามข้อตกลงกลุ่มที่วางแผนไว้โดยนำวิธีการ และผลงานมาเสนอแก่เพื่อนกลุ่มอื่นได้รับรู้	- ใบงานชุดที่ 1		
6. <u>ขั้นนำไปปฏิบัติ (100 นาที)</u> - ผู้สอนแจกใบประเมินกลุ่มให้แก่ผู้เรียนตามที่ตกลงก่อนที่กลุ่มจะส่งตัวแทนออกมาเสนอวิธีการและผลงาน - ตัวแทนกลุ่มนำผลงานและวิธีการเผยแพร่ความรู้มาเสนอแก่เพื่อน ๆ หน้าชั้นเรียน - กลุ่มผู้เรียนประเมินกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่ม - ผู้สอนประเมินผู้เรียนแต่ละกลุ่ม หลังจากนั้นแจกใบผู้เรียนประเมินผู้สอนแก่ผู้เรียนทั้งห้อง - ผู้เรียนแต่ละคนประเมินผู้สอน - ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายสรุปความรู้ที่กลุ่ม ๆ มาเสนอ	- ใบประเมินกลุ่มผู้เรียน - ผลงานกลุ่ม - ใบประเมินกลุ่มผู้เรียน - ใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียน - ใบผู้เรียนประเมินผู้สอน	- สังเกตการณ์ - ประเมินการทำงานกลุ่ม - อภิปราย	- เสนอผลงานและวิธีการ - ประเมินการทำงานกลุ่ม - ประเมินผู้สอน - อภิปราย

กิจกรรมการสอนแบบบูรณาการตามแบบ วิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคม	สื่อ	บทบาทผู้สอน	บทบาทผู้เรียน
- ผู้สอนเสนอความคิดเห็นในการทำงานกลุ่ม และกระตุ้นให้กลุ่มผู้เรียนนำความรู้ไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม จากนั้นให้ผู้เรียนช่วยกันปรบมือเพื่อเป็นกำลังใจแก่ตนเองและเพื่อน ๆ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติกิจกรรม - ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้จากแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ไปเผยแพร่ตามที่รายงานหน้าชั้นเรียน (ทำนอกเวลาเรียน) - ผู้เรียนรับแบบทดสอบชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงทำมาส่งในห้องเรียนตามเวลาที่กำหนด	- แบบทดสอบชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง	- เสริมแรง	- คิดวิเคราะห์ผล การวางแผน ปฏิบัติการ - เผยแพร่ ความรู้ - ทำแบบ ทดสอบชุดที่ 1

สื่อการเรียนการสอน

1. วิธีการ

ใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการตามแบบวิทยาศาสตร์ – เทคโนโลยี – สังคมควบคู่กับการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดด้วยการใช้กระบวนการกลุ่ม

2. วัสดุที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

- 2.1 วิดีทัศน์เรื่อง “น้ำดื่มบรรจุขวด” ของกระทรวงสาธารณสุข
- 2.2 แผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน
- 2.3 ใบความรู้ชุดที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
- 2.4 ใบประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1

- 2.5 ใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- 2.6 ใบผู้เรียนประเมินผู้สอนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- 2.7 ใบงานชุดที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
- 2.8 แบบทดสอบชุดที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
- 3. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนประกอบด้วย
 - 3.1 สารเคมี และอุปกรณ์ตามที่กำหนด
 - 3.2 เครื่องฉายข้ามศีรษะ
 - 3.3 ปากกาเขียนแผ่นใส
 - 3.4 ผลงาน / ชิ้นงานของผู้เรียน

การประเมินผล

- 1. การปฏิบัติกิจกรรมจากใบประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- 2. การปฏิบัติกิจกรรมจากใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- 3. การปฏิบัติกิจกรรมจากใบผู้เรียนประเมินผู้สอนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- 4. ใบงานชุดที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
- 5. แบบทดสอบชุดที่ 1 เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง
- 6. แผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน

**แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาเคมี (ว 431) เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง**

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ เวลา 60 นาที ผู้เรียนควรทำให้ครบทุกข้อ
2. คำถามทั้งหมดเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย X ในช่อง ก ข ค ง หรือ จ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงช่องเดียวในแต่ละข้อ
3. ถ้าผู้เรียนต้องการเปลี่ยนเครื่องหมาย X ที่ผู้เรียนได้ใส่ไว้แล้วก็ให้ขีดฆ่าเครื่องหมาย X เดิมทิ้งเสียก่อนเป็น ✖ แล้วทำเครื่องหมาย X ในช่องที่ผู้เรียนเลือกใหม่
4. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใด ๆ ลงในแบบทดสอบ
5. เมื่อผู้ควบคุมการสอบบอกว่าหมดเวลา ให้ผู้เรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

1. ถ้าต้องการจัดให้โซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อยู่ในกลุ่มเดียวกัน คุณสมบัติของสารในข้อใดที่เหมือนกัน

ก. สถานะ
ข. จุดเดือด
ค. การละลายน้ำ
ง. ความหนาแน่น
จ. ความเป็นกรด – เบส

2. นายรังสีได้จัดสารออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1	น้ำเกลือ	แอมโมเนียมคลอไรด์	น้ำปูนใส
กลุ่มที่ 2	กรดไฮโดรคลอริก	กรดซัลฟิวริก	กรดไนตริก
กลุ่มที่ 3	ก๊าซคลอรีน	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ก๊าซไฮโดรเจน
กลุ่มที่ 4	สังกะสี	โซเดียม	ตะกั่ว

ถ้ากำหนดคุณสมบัติของสารดังนี้

- a. สถานะ
b. การนำไฟฟ้า
c. ความเป็นกรด – เบส
d. ความเป็นโลหะ และ อโลหะ

ข้อใดเป็นการจัดสารได้สอดคล้องตามคุณสมบัติของสารได้ถูกต้อง

- ก. 1 กับ c , 2 กับ d
ข. 3 กับ a , 4 กับ b
ค. 1 กับ d , 3 กับ a
ง. 2 กับ a , 4 กับ c
จ. 3 กับ a , 4 กับ c

3. สารในข้อใดที่จัดกลุ่มได้สอดคล้องกับคุณสมบัติของสาร

ก. น้ำเกลือ	สังกะสี	ลวดทองแดง	ใช้สถานะเป็นเกณฑ์
ข. น้ำตาลทราย	เกลือแกง	จุนสี	ใช้การนำไฟฟ้าเป็นเกณฑ์
ค. โซดาไฟ	น้ำปูนใส	น้ำสบู่	ใช้ความเป็นกรด – เบส เป็นเกณฑ์
ง. เพชร	ฟิวส์	นาก	ใช้การนำความร้อนเป็นเกณฑ์
จ. คาร์บอนไดออกไซด์	เอทานอล	ลูกเหม็น	ใช้การละลายน้ำเป็นเกณฑ์

4. สารต่อไปนี้

นมสด น้ำโซดา อากาศ ทิงเจอร์ไอโอดีน

น้ำคลอง ควันบุหรี่ โพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต คอนกรีต

ถ้าจัดจำแนกสารเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสารเนื้อเดียว และกลุ่มสารเนื้อผสม สารใดควรจัดเป็นกลุ่มสารเนื้อเดียวกันทั้งหมด

ก. นมสด น้ำคลอง อากาศ

ข. ทิงเจอร์ไอโอดีน คอนกรีต ควันบุหรี่

ค. น้ำโซดา อากาศ โพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต

ง. คอนกรีต ควันบุหรี่ โพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต

จ. อากาศ น้ำคลอง โพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต

5. ของเหลวใสไม่มีสี 3 ชนิด คือ x , y และ z เมื่อนำสาร x ผสมกับสาร y เกิดสารสีเขียวแต่ถ้า นำสาร x ผสมกับสาร z ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อนำสาร y มาผสมกับสาร z ปรากฏว่า ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง ข้อสรุปของสาร x , y และ z ควรเป็นข้อใด

ก. x , y และ z เป็นสารต่างชนิดกัน

ข. x , y และ z เป็นสารชนิดเดียวกัน

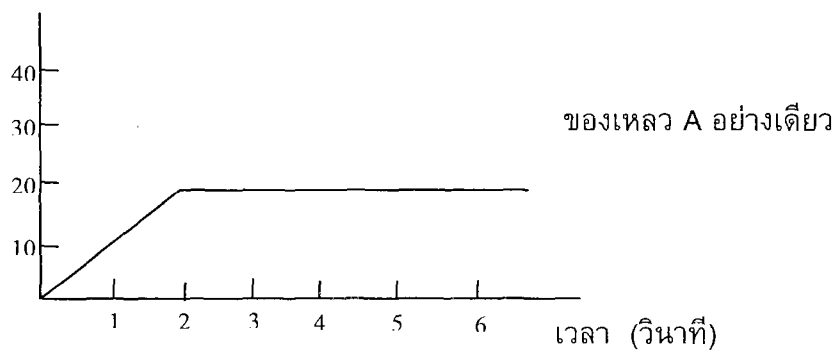
ค. x และ z เป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ x และ y เป็นสารต่างชนิดกัน

ง. x และ y เป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ x และ z เป็นสารต่างชนิดกัน

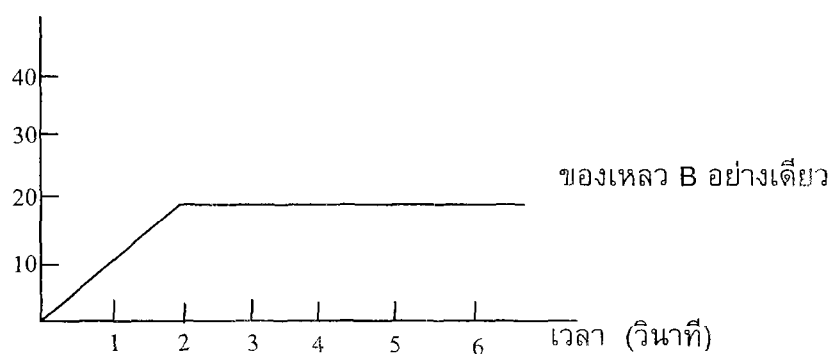
จ. y และ z เป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ x และ y เป็นสารต่างชนิดกัน

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 6

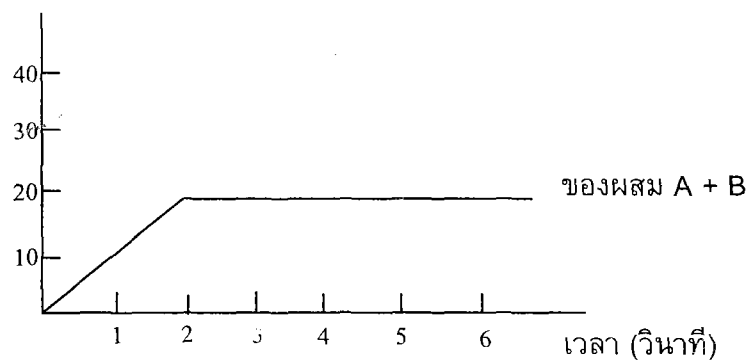
จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา เมื่อให้ความร้อนแก่ของเหลว A, B ได้ผลดังนี้
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



6. ข้อใดสรุปถูกต้อง

- ก. สารผสม A + B เป็นสารละลาย
- ข. สารผสม A + B จะไม่รวมเป็นสารเนื้อเดียวกัน
- ค. สาร A เป็นสารละลาย แต่สาร B เป็นสารบริสุทธิ์
- ง. สาร A เป็นสารบริสุทธิ์ แต่สาร B เป็นสารละลาย
- จ. สาร A และสาร B เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถาม ข้อ 7

ชนิดของสาร	จุดหลอมเหลว (°C)
x	60 – 61
y	70 – 74
z	50 – 55

7. สารใดควรเป็นสารบริสุทธิ์มากที่สุด

- ก. x
- ข. y
- ค. z
- ง. x และ y
- จ. y และ z

8. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สารละลายเป็นสารเนื้อเดียว
 2. ของผสมอาจจะมีลักษณะเป็นสารเนื้อเดียว หรือสารเนื้อผสมก็ได้
 3. ทองเหลือง น้ำทะเล น้ำโซดา จัดเป็นสารเนื้อผสมประเภทสารละลาย
 4. ของเหลวใส เมื่อนำไประเหยแห้ง ปรากฏว่าไม่มีอะไรเหลืออยู่เลย แสดงว่าเป็นสารบริสุทธิ์
- คำกล่าวข้อใดถูกต้อง

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

9. ขวดใบหนึ่งมีสารละลายใสบรรจุอยู่ 100 cm^3 บนฉลากข้างขวดมีข้อความดังนี้

NaCl	20%
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	30%
NaOH	1%
KCl	2%

สารละลายใสในขวดนี้มีสารใดเป็นตัวทำละลาย

- NaCl
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
 - NaOH
 - KCl
 - H_2O
10. ข้อใดต่อไปนี้เป็นสมบัติของสารแขวนลอย เมื่อกรองด้วยกระดาษกรองและกระดาษเชลโลเฟน
- อนุภาคของสารลอดผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเชลโลเฟน
 - อนุภาคของสารไม่สามารถลอดผ่านได้ทั้งกระดาษกรองและกระดาษเชลโลเฟน
 - อนุภาคของสารผ่านกระดาษกรองได้เพียงบางส่วน แต่ไม่ผ่านกระดาษเชลโลเฟน
 - อนุภาคของสารไม่สามารถผ่านกระดาษกรองได้ แต่ผ่านกระดาษเชลโลเฟนได้เพียงบางส่วน
 - ถูกทั้งข้อ ค. และ ง.
11. เมื่อส่องศรี ทำทอดมันปลาทรายเสร็จ นำกะทะไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำยาล้างจานจะเห็นน้ำที่ล้างมีลักษณะขุ่นขาว เรียกของเหลวลักษณะนี้ว่า
- ซอล
 - คอลลอยด์
 - สารละลาย
 - แอโรซอล
 - สารแขวนลอย
12. ถ้าน้ำมันผสมกับน้ำจะละลายเป็นสีขาวขุ่นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อนำน้ำมันพืชมาผสมกับน้ำจะไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน คำอธิบายข้อใดถูกต้อง
- โมเลกุลของไขมันในนมมีขนาดเล็กจึงละลายน้ำได้
 - โมเลกุลของกรดอะมิโนมีขนาดใหญ่จึงละลายน้ำได้
 - นมมีเคซีนทำหน้าที่ประสานให้โมเลกุลของไขมันและน้ำรวมกันได้
 - เติมสารโฮโมจิไนส์ในกระบวนการทำนมผงทำให้นมผงละลายน้ำได้
 - นมประกอบด้วยกรดอะมิโนจึงละลายน้ำได้ แต่น้ำมันพืชไม่มีกรดอะมิโนจึงไม่ละลายน้ำ

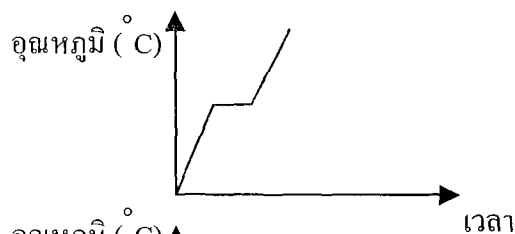
13. วิธีใดที่จะบอกได้ว่าตัวอย่างน้ำนมเปรี้ยวรสส้ม(สีส้ม)กับสารละลายโพแทสเซียมโครเมตสีส้มไม่ใช่สารเดียวกันได้เร็วที่สุด
- นำสารตัวอย่างไปหาจุดเดือด
 - นำสารตัวอย่างไปกรองด้วยกระดาษกรอง
 - นำสารตัวอย่างไประเหยดูสิ่งที่หลงเหลืออยู่
 - นำไฟฉายส่องผ่านเข้าไปสังเกตปรากฏการณ์ทินดอลล์
 - นำสารตัวอย่างไปกรองด้วยกระดาษเซลโลเฟน น้ำนมเปรี้ยวรสส้มจะกรองไม่ได้
14. พิจารณาปรากฏการณ์ธรรมชาติต่อไปนี้
- เมื่อแสงไฟจากรถยนต์ส่องกระทบกลุ่มหมอกในเวลากลางคืนจะเห็นลำแสง
 - การแสดงสีเสียงเวลาถึงงานกลางคืน จะใช้สปอตไลท์ส่องไปสู่บริเวณต่าง ๆ จะมองเห็นลำแสงของสปอตไลท์
 - การเปิดช่องเล็ก ๆ ให้แสงจากภายนอกผ่านลอดช่องเข้ามาในห้องที่มีมืด จะไม่เห็นลำแสง
 - ในเวลากลางคืน เมื่อส่องไฟฉายผ่านไปในอากาศหลังจากฝนตกใหม่ ๆ จะไม่เห็นลำแสง
- คำถามข้อใดถูกต้อง
- ข้อ 1 และ 2
 - ข้อ 3 และ 4
 - ข้อ 2 และ 3
 - ข้อ 1 และ 4
 - ข้อ 2 และ 4
15. เมื่อทดลองกรองสารผสม 3 ชนิด พบว่าเป็นดังนี้
- สารผสมชนิดที่ 1. กรองผ่านกระดาษกรองได้ทั้งหมด แต่ไม่สามารถผ่านเซลโลเฟน
 - สารผสมชนิดที่ 2. กรองผ่านเซลโลเฟนได้บางส่วนเหลือผ่านกระดาษกรองได้
 - สารผสมชนิดที่ 3. ไม่สามารถกรองผ่านทั้งกระดาษกรองและเซลโลเฟน
 - สารผสมชนิดที่ 4. กรองผ่านกระดาษกรองและเซลโลเฟนได้
- สารผสมใดบ้างที่มีคอลลอยด์ผสมอยู่ด้วย
- ชนิดที่ 1 และ 2
 - ชนิดที่ 1 และ 3
 - ชนิดที่ 1 และ 4
 - ชนิดที่ 2 และ 3
 - ชนิดที่ 3 และ 4

16. เมื่อนำของเหลวใสชนิดหนึ่งจำนวน 100 cm^3 มาต้มจนเดือดกลายเป็นไอ สามารถเขียนความสัมพันธ์ ดังภาพ อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)

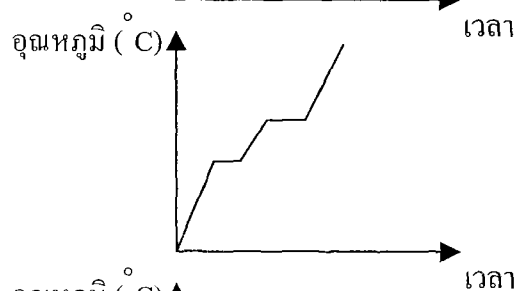


ถ้านำของเหลวเดิมมาปริมาณ 200 cm^3 ทดลองเหมือนเดิมจะได้กราฟแบบข้อใด

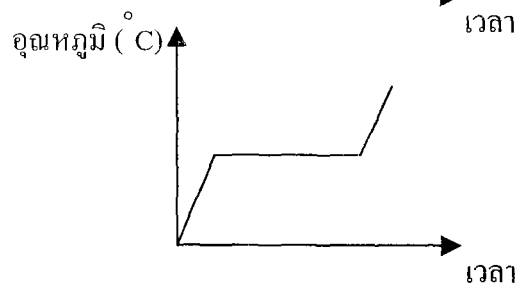
ก.



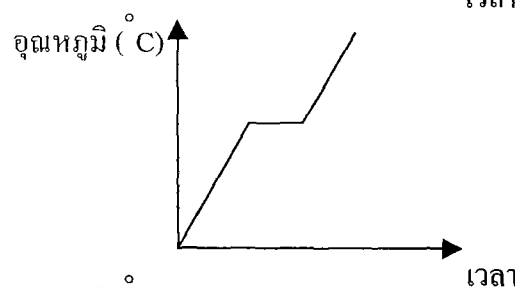
ข.



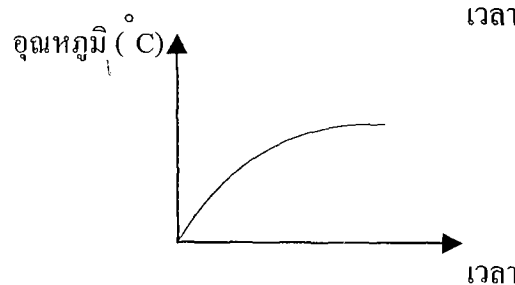
ค.



ง.



จ.



17. ถ้านำสาร 3 ชนิด ได้แก่สาร A, B และ C มาทำการทดลองได้ผลดังนี้

การทดลอง	ผลการทดลอง		
	A	B	C
1. การละลายน้ำ	สารละลายใสไม่มีสี	สารละลายสีฟ้า	สารละลายใสไม่มีสี
2. นำมาระเหยจนแห้ง	ของแข็งสีขาว	ของแข็งสีฟ้า	ไม่มีสารตกค้าง

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. A และ C เป็นสารละลาย B เป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. A และ C เป็นสารประกอบ B เป็นสารบริสุทธิ์
 - ค. A และ B เป็นธาตุ C เป็นสารละลาย
 - ง. B และ C เป็นสารประกอบ A เป็นสารบริสุทธิ์
 - จ. A และ B เป็นสารละลาย C เป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์
18. ถ้ามีนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบธาตุชนิดหนึ่ง แล้วใช้ชื่อของเขาตั้งชื่อว่า Nantanium สัญลักษณ์ของธาตุใดที่เหมาะสมในการตั้งชื่อธาตุนี้
- ก. N
 - ข. Na
 - ค. NA
 - ง. Nn
 - จ. Nt
19. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของธาตุดีบุก สารหนูและพลวง ตามลำดับ
- ก. Sn Pb As
 - ข. Pb As Sn
 - ค. As Sn Sb
 - ง. Sn As Sb
 - จ. Pb Sn As
20. การทดลองนำสาร A 10 กรัม 20 กรัม และ 40 กรัม ใส่ลงในน้ำ 100 กรัม ที่ละลายแล้ววัดอุณหภูมิ ขณะเดือด การทดลองนี้เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อใด
- ก. ชนิดของสาร มีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ข. ความเข้มข้นของสาร มีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ค. ความบริสุทธิ์ของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - ง. ปริมาตรของน้ำมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร
 - จ. ปริมาณความร้อนมีผลต่ออุณหภูมิขณะเดือดของสาร

21. ถ้าผู้เรียนนำสารชนิดหนึ่งที่มีสีม่วงมากรองด้วยกระดาษกรอง ปรากฏว่าสารดังกล่าวลอดผ่านกระดาษกรองได้หมดไม่มีสารตกค้าง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สารสีม่วงเป็นคอลลอยด์
2. สารสีม่วงเป็นสารละลาย
3. สารสีม่วงเป็นสารแขวนลอย

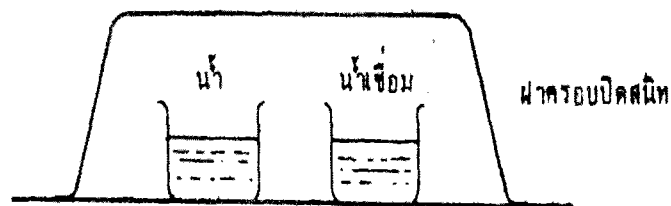
ข้อความใดตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับสถานการณ์มากที่สุด

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

22. ในการสกัดน้ำมันรำด้วยเฮกเซน ผู้เรียนคาดว่าผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะอย่างไร

- ก. น้ำมันรำอยู่ชั้นบน เฮกเซนอยู่ชั้นล่าง
- ข. น้ำมันรำอยู่ชั้นล่าง เฮกเซนอยู่ชั้นบน
- ค. น้ำมันรำละลายในเฮกเซน
- ง. น้ำมันรำแยกออกมาจนบริสุทธิ์
- จ. น้ำมันรำระเหยเป็นไอออกมาพร้อมเฮกเซน

23. จากรูปต่อไปนี้ในตอนแรกของเหลวตั้งทิ้ง 2 ชนิด มีปริมาตรเท่ากันทั้งไว้ 2 ชั่วโมง



ในเวลาต่อมาผู้เรียนคาดว่าจะเกิดอะไรขึ้นในบีกเกอร์ทั้งสอง

- ก. น้ำตาลจะตกผลึกจากน้ำเชื่อม
- ข. ปริมาตรของน้ำในบีกเกอร์ซ้ายมือจะเพิ่มขึ้น
- ค. ปริมาตรของน้ำเชื่อมจะเพิ่มขึ้นส่วนน้ำในบีกเกอร์ซ้ายมือจะลดลง
- ง. ปริมาตรของน้ำเชื่อมจะคงที่ส่วนน้ำในบีกเกอร์ซ้ายมือจะลดลง
- จ. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรในภาชนะทั้งสอง

24. ข้อความเกี่ยวกับการแยกสาร ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. การกลั่นลำดับส่วนเปรียบเหมือนกับการกลั่นซ้ำ ๆ หลายครั้ง
- ข. การกลั่นธรรมดาไม่สามารถแยกสารเบนซีนและทูลีนออกจากกันให้บริสุทธิ์ได้
- ค. โครมาโทกราฟีเป็นวิธีการแยกสารโดยอาศัยสมบัติของสารในเรื่องการละลายและถูกดูดซับ
- ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย ตัวทำละลายที่ใช้ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารและเป็นสารที่ระเหยง่าย
- จ. การตกผลึกเป็นวิธีการแยกของแข็งออกจากของเหลวโดยอาศัยความสามารถในการละลาย สารใดละลายได้ดีจะตกผลึกออกมาก่อน

25. ถ้าจุดเดือดต้องการสกัดน้ำมันหอมระเหยออกจากดอกกุหลาบ จุดเดือดควรเลือกวิธีการใดสำหรับการทดลองนี้

- ก. การสกัดด้วยน้ำ
- ข. การกลั่นด้วยไอน้ำ
- ค. การกลั่นลำดับส่วน
- ง. การสกัดด้วยตัวทำละลาย
- จ. โครมาโทกราฟี

26. เมื่อนำของผสมที่ประกอบด้วยสาร P , Q และ R มาแยกโดยใช้โครมาโทกราฟีกระดาษและตัวทำละลายที่เหมาะสมได้ผลดังนี้

สาร	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (cm)
P	8	10
Q	6	10
R	4	10

ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. สาร P ถูกดูดซับได้น้อยที่สุด สาร R ถูกดูดซับได้ดีที่สุด
- ข. สาร P ถูกดูดซับได้ดีที่สุด สาร R ถูกดูดซับได้น้อยที่สุด
- ค. สาร Q ถูกดูดซับได้ดีปานกลาง สาร R ละลายในตัวทำละลายได้ดีที่สุด
- ง. สาร P ละลายในตัวทำละลายได้ดีที่สุด สาร Q ละลายในตัวทำละลายได้ปานกลาง
- จ. ข้อ ก. และ ง. ถูก

27. สารละลายชนิดหนึ่งมีสาร ก. และ สาร ข. ละลายปนกันอยู่ สารทั้งสองมีสมบัติดังนี้

สาร	สถานะ	จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$)	การนำไฟฟ้า	การละลายน้ำ	การเปลี่ยนสี กระดาษลิตมัส
สาร ก	ของเหลว	105	น้ำ	ละลาย	น้ำเงิน $\rightarrow$ แดง
สาร ข	ของเหลว	120	น้ำ	ละลาย	แดง $\rightarrow$ น้ำเงิน

จากข้อมูลดังกล่าว ท่านควรจะเลือกวิธีใดต่อไปนี้ในการแยกสาร ก และ สาร ข. ออกจากกัน

- ก. การระเหย
 - ข. การกลั่น
 - ค. การกลั่นลำดับส่วน
 - ง. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
 - จ. วิธีโครมาโทกราฟี
28. ของผสมชนิดหนึ่งมีคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ปนอยู่กับแคลเซียมคาร์บอเนต วิธีใดเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ใช้ในการแยกแคลเซียมคาร์บอเนตให้บริสุทธิ์
- ก. ใส่ น้ำ - อุ่น - กรอง - นำไประเหยแล้วทำให้แห้ง
 - ข. ใส่ น้ำ - อุ่น - กรอง - ล้างตะกอนที่ได้แล้วทำให้แห้ง
 - ค. ทำให้บางส่วนระเหย - เอาสารละลายไปทำให้แห้ง
 - ง. ทำโครมาโทกราฟีแล้วสกัดด้วยตัวทำละลาย
 - จ. อุ่นกับน้ำ - กรอง - ทำให้แห้ง
29. การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำเกี่ยวข้องกับกระบวนการใด
- ก. การทำน้ำมันพืช
 - ข. การทำน้ำตาลทราย
 - ค. การทำผงชูรส
 - ง. การทำน้ำหอม
 - จ. การทำน้ำปลา

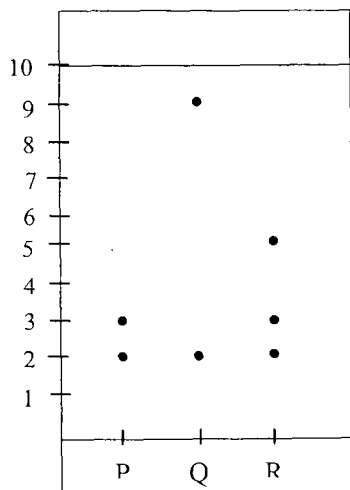
30. ในการทดลองนำของเหลวสีแสด ก. มาทำโครมาโทกราฟี โดยใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ 1% เป็นตัวทำละลาย และใช้กระดาษกรองเป็นตัวดูดซับ ได้ผลการทดลองดังตาราง

สีตัวอย่าง	สีที่แยกได้	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)	R_f
สีแสด ก.	1. สีแดง	1.2	0.08
	2. สีเหลือง	4.5	0.30

ระยะทางที่ตัวทำละลายสีแดงเคลื่อนที่มีค่าเท่าไร

- ก. 10
 - ข. 15
 - ค. 20
 - ง. 25
 - จ. 30
31. สารละลายชนิดหนึ่ง สามารถแยกองค์ประกอบด้วยวิธีโครมาโทกราฟี ได้สาร X,Y,Z ตามลำดับ ซึ่งมีค่า R_f เท่ากับ 0.2 , 0.4 , 0.8 ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
- ก. สาร X ละลายได้น้อยที่สุด แต่ถูกดูดซับดีที่สุด
 - ข. สาร Z มีสมบัติในการละลายและการถูกดูดซับดีที่สุด
 - ค. สาร X ละลายได้ดีกว่าและถูกดูดซับได้มากกว่าสาร Y
 - ง. สาร X ละลายได้ดีกว่าแต่ถูกดูดซับได้น้อยกว่าสาร Z
 - จ. ลำดับความสามารถในการถูกดูดซับของสารจากมากไปน้อยคือ $Z > Y > X$

32. เมื่อนำสาร P , Q และ R มาแยกด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบกระดาษได้ผลดังภาพ



สารใดมีองค์ประกอบของสารเท่ากัน

- ก. P
- ข. Q
- ค. R
- ง. P และ Q
- จ. Q และ R

33. การทดลองแยกสารที่มีสีโดยวิธีโครมาโทกราฟี ครั้งหนึ่งได้ผลดังนี้

สารประกอบ	ระยะทางที่สารประกอบเคลื่อนที่ (cm)	ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (cm)
A	12	15
B	9	15
C	6	15
D	10	15

สารผสมชุดใดที่สามารถแยกออกจากกันได้ดีที่สุด

- ก. A และ B
- ข. B และ C
- ค. C และ D
- ง. A และ C
- จ. A และ D

34. การที่จะพิจารณาว่าระบบใดเป็นปิดหรือระบบเปิด จะต้องพิจารณาที่สิ่งใดสำคัญที่สุด

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

35. ขณะที่น้ำแข็งหลอมเหลวเป็นน้ำ ใช้ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวเท่ากับ 334.8 kJ/kg หมายความว่าอย่างไร

- ก. น้ำแข็ง 1 กิโลกรัม 0°C เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 1 กรัม ที่ 0°C ใช้พลังงาน 334.8 kJ
- ข. น้ำแข็ง 1 กรัม 0°C เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 1 กิโลกรัมที่ 0°C ใช้พลังงาน 334.8 kJ
- ค. น้ำแข็ง 1 กิโลกรัม 0°C เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 1 กิโลกรัม 0°C ใช้พลังงาน 334.8 kJ
- ง. น้ำแข็ง 1 กิโลกรัม ดูดความร้อนเข้ามาเพื่อกลายเป็นน้ำ 1 กิโลกรัม มีการเปลี่ยนระดับพลังงานเท่ากับ 334.8 kJ / kg
- จ. น้ำแข็ง 1 กิโลกรัม คายความร้อนเข้ามาเพื่อกลายเป็นน้ำ 1 กิโลกรัม มีการเปลี่ยนระดับพลังงานเท่ากับ 334.8 kJ / kg.

ใช้ข้อมูลต่อไปตอบคำถามข้อ 36

ใส่สาร A, B, C, D และ E อย่างละ 2 กรัม ลงในหลอดทดลอง 5 หลอด ตามลำดับ แต่ละหลอดบรรจุน้ำ 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่อุณหภูมิห้องเขย่าจนสารละลายหมด บันทึกการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของสารดังตาราง

หลอดที่	สาร	อุณหภูมิของน้ำ ($^{\circ}\text{C}$)	อุณหภูมิของสารละลาย ($^{\circ}\text{C}$)
1	A	25	-10
2	B	25	19
3	C	25	25
4	D	25	50
5	E	25	44

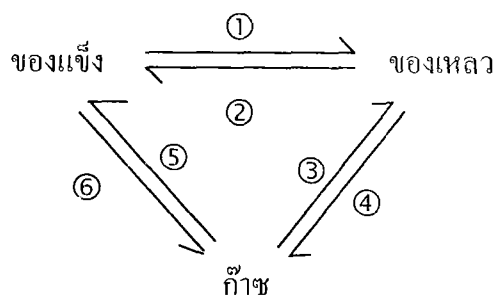
36. การเปลี่ยนแปลงในหลอดใดเป็นประเภทดูดความร้อน

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

37. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ข้อ	การทดลอง	ประเภทของการเปลี่ยนแปลงในระบบ
ก.	ละลายโซเดียมคลอไรด์ลงในน้ำ	การเปลี่ยนสถานะ
ข.	วัตถุอุณหภูมิการละลายของน้ำแข็ง	การละลาย
ค.	ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำ อุณหภูมิหลังการละลายลดลง	ปฏิกิริยาเคมี
ง.	การจุดเทียนไข	การละลาย
จ.	เผาหลอดแมกนีเซียมแล้วลวกไหม้ติดไฟ	ปฏิกิริยาเคมี

38. จากแผนภาพต่อไปนี้พลังงานชั้นใดบ้างเป็นพลังงานดูดความร้อน



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

39. การใช้พลังงานประเภทใด ที่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษน้อยที่สุดเมื่อนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน
- ก. พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์
 - ข. พลังงานจากถ่านหิน
 - ค. พลังงานจากแสงอาทิตย์
 - ง. พลังงานจากฟืนและถ่าน
 - จ. พลังงานจากก๊าซธรรมชาติ
40. น้ำมันดิบมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ
- ก. คาร์บอนและไนโตรเจน
 - ข. คาร์บอนและไฮโดรเจน
 - ค. ไนโตรเจนและออกซิเจน
 - ง. คาร์บอน ไนโตรเจน และ ออกซิเจน
 - จ. คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และ ออกซิเจน

@@@@@@@@@@@@@@@@

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว 431)

เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

1	ค	21	ง
2	ข	22	ค
3	ค	23	ค
4	ค	24	จ
5	ก	25	ข
6	จ	26	ก
7	ก	27	ค
8	ก	28	ข
9	จ	29	ง
10	ข	30	ข
11	ข	31	ก
12	ค	32	ง
13	ง	33	ง
14	ง	34	จ
15	ก	35	ง
16	ค	36	ก
17	จ	37	จ
18	ง	38	ค
19	ง	39	ค
20	ข	40	ข

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้เป็นแบบปรนัยซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์และตัวคำถาม ให้ผู้เรียนตอบคำถามในขอบเขตข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่กำหนดให้ตามสถานการณ์เท่านั้น ในหนึ่งสถานการณ์จะประกอบไปด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ ผู้เรียนต้องตอบให้ครบทุกข้อ คำถามในข้อหนึ่ง ๆ จะตรวจให้คะแนนข้อละ 1 คะแนนเท่านั้น
2. แบบทดสอบมีทั้งหมด 5 สถานการณ์ ข้อคำถามทั้งหมด 20 ข้อ รวมคะแนนเต็ม 20 คะแนนใช้เวลา 20 นาที
3. ให้ผู้เรียนกาเครื่องหมาย X ทับข้อที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้ ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงคำตอบให้ขีดเส้น X ที่คำตอบเดิม แล้วกา X ลงในข้อที่ต้องการ
4. คิดให้รอบคอบก่อนตอบ ถ้ามีปัญหาให้ถามครู อาจารย์ผู้คุมสอบ
5. เมื่อหมดเวลาให้ผู้เรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบ

สถานการณ์ 1

เรื่องฤทธิ์ เป็นเด็กนักเรียนที่ขยันและชอบอ่านหนังสือทบทวนทุกครั้งหลังจากช่วยงานที่บ้านเสร็จวันหนึ่งขณะที่กำลังอ่านหนังสืออยู่หลอดไฟได้ดับลง เมื่อตรวจสอบว่าไส้หลอดไฟขาด เขาจึงไปซื้อหลอดไฟซึ่งมีเพียงขนาด 10 วัตต์ มาใช้แทนเมื่ออ่านหนังสือไปได้ครึ่งชั่วโมง เขาเริ่ม ปวดศีรษะทั้งๆ ที่ไม่เคยมีอาการอย่างนี้มาก่อน

1. ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร
 - ก. เรื่องฤทธิ์ชอบอ่านหนังสือ
 - ข. ไฟดับขณะอ่านหนังสือ
 - ค. เรื่องฤทธิ์ต้องไปซื้อหลอดไฟใหม่
 - ง. เรื่องฤทธิ์ปวดศีรษะ
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร
 - ก. สายตาเรื่องฤทธิ์เริ่มสั้น
 - ข. แสงสว่างไม่เพียงพอ
 - ค. เรื่องฤทธิ์มีความเครียดในการอ่านหนังสือมาก
 - ง. สายตาของเรื่องฤทธิ์ไม่ชินกับความสว่างของหลอดไฟดวงใหม่
3. ผู้เรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
 - ก. อ่านหนังสือให้น้อยลง
 - ข. เปลี่ยนหลอดไฟให้สว่างขึ้น
 - ค. เรื่องฤทธิ์ควรใส่แว่นสายตาเวลาอ่านหนังสือ
 - ง. เรื่องฤทธิ์ควรหยุดพักสายตาเวลาอ่านหนังสือ
4. จากการที่ผู้เรียนได้เสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
 - ก. เรื่องฤทธิ์มีสุขภาพดีขึ้น
 - ข. เรื่องฤทธิ์หายจากปวดศีรษะ
 - ค. ในห้องมีแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอ่านหนังสือ
 - ง. เรื่องฤทธิ์ปวดศีรษะน้อยลงเนื่องจากการพักสายตาระหว่างอ่านหนังสือ

สถานการณ์ 2

ลุงเพียรมีอาชีพทำนาข้าว ไร่นาข้าวของลุงเพียรติดกับไร่นาข้าวของลุงฉลาด เมื่อต้นปี เขาสังเกต ที่นาของลุงฉลาดมีผงสีขาว ตกเป็นทางอยู่รอบคันไร่ เขาจึงเดินเข้าไปที่คันไร่นั้น ปรากฏว่าผงสีขาวหายไปและเมื่อหยิบดินมาดูพบว่าสีของดินมีสีเทา ไม่เป็นสีเหลืองน้ำตาล เหมือนที่ไร่ของตัวเอง ลุงเพียรจึงเดินไปตามลุงฉลาดว่าผงสีขาวที่อยู่รอบไร่คืออะไร ลุงฉลาด บอกว่าเป็นปูนขาว ใช้โรยเพื่อปรับสภาพของดิน ทำให้ดินสมบูรณ์ขึ้น

5. ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

- ก. ทำไมลุงฉลาดจึงใส่ปูนขาว
- ข. ดินของลุงเพียรมีปัญหา
- ค. ผลผลิตข้าวที่ได้ของลุงเพียรต่ำ
- ง. ทำไมดินจึงเปลี่ยนเป็นสีเทา

6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

- ก. ดินในนาของลุงเพียรเป็นดินเปรี้ยว
- ข. ดินในนาของลุงเพียรเป็นดินเค็ม
- ค. ดินในนาของลุงเพียรมีแร่เหล็กมาก
- ง. ดินในนาของลุงเพียรมีเชื้อแบคทีเรีย

7. ผู้เรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์ได้อย่างไร

- ก. ขอบปูนขาวจากลุงฉลาดมาตรวจวิเคราะห์ว่ามีธาตุอะไร
- ข. ขอดินจากลุงฉลาดมาตรวจวิเคราะห์ว่าขาดธาตุอะไร
- ค. นำดินที่ไร่ลุงเพียรและลุงฉลาดมาตรวจวิเคราะห์ว่าแตกต่างกันอย่างไร
- ง. นำดินที่ไร่ลุงเพียรมาตรวจและใส่ปูนขาวที่หลังเพื่อเปรียบเทียบกับดินที่ใช้อยู่

8. จากการที่ผู้เรียนได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- ก. ทำให้ทราบว่าปูนขาวประกอบด้วยธาตุอะไรจะได้ซื้อใส่ที่ไร่ลุงเพียร
- ข. ดินในนาของลุงเพียรมีความเป็นกรดลดลงเหมาะในการทำนาข้าว
- ค. ดินในนาของลุงเพียรมีความเค็มลดลงเหมาะในการทำนาข้าว
- ง. ดินในนาของลุงเพียรมีเชื้อแบคทีเรียลดลงเหมาะในการทำนาข้าว

สถานการณ์ 3

คุณจิตจอตกรทั้งไว้บนสนามปูนหน้าโรงเรียนแห่งหนึ่งตอนเที่ยงตรง ก่อนลงจากรถ เขาได้ไขกระจกรถขึ้นทั้งหมดหลังจากเขาได้ไปติดต่อทำธุระที่ห้องปกครองในโรงเรียนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อกลับมาที่รถ พบว่ากระจกรถด้านข้างแตกเป็นรอยร้าว จากการสอบถามผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงก็ทราบว่าไม่มีใครทุบหรือขว้างกระจกรถเขาเลย เมื่อเปิดเข้าไปในรถก็สังเกตเห็นเนยที่วางอยู่ในรถเยิ้มเหลว

9. ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

- ก. ใครเป็นคนทุบกระจกรถ
- ข. ทำไมแสงแดดทำให้กระจกรถแตก
- ค. กระจกรถแตกเพราะอะไร
- ง. ทำไมเนยจึงเกิดการเยิ้มเหลว

10. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. เนยได้รับความร้อนจึงเกิดการเยิ้มเหลว
- ข. โรงเรียนแห่งนี้ขาดร่มไม้
- ค. กระจกรถได้รับความร้อนจึงหดตัวทำให้กระจกรถแตก
- ง. อุณหภูมิของอากาศภายในสูงขึ้นจึงขยายตัวดันให้กระจกรถแตก

11. ผู้เรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- ก. ใช้วัสดุทำกระจกรถให้หนาขึ้น
- ข. ปลุกต้นไม้เพื่อให้มีร่มไม้ไว้จอตกร
- ค. ทำช่องระบายอากาศภายในรถออกมาข้างนอก
- ง. เปิดเครื่องปรับอากาศทิ้งไว้ในรถเพื่อลดอุณหภูมิ

12. จากการที่ผู้เรียนได้เสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. กระจกรถทนทานไม่แตกง่าย
- ข. อุณหภูมิของอากาศภายในรถลดลง
- ค. รถยนต์ที่จอดได้ต้นไม้กระจกไม่แตก
- ง. เครื่องปรับอากาศทำให้อุณหภูมิภายในรถลดลง

สถานการณ์ 4

บริเวณบ่อน้ำทิ้งของโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ เป็นที่กักเก็บน้ำเสียจากโรงงาน น้ำในบ่อมีสีค่อนข้างดำ ขุ่น และมีกลิ่นที่เหม็นมาก วันหนึ่งสตรีสังเกตเห็นพนักงานของโรงงานกลุ่มหนึ่งนำผักตบชวา มาใส่ไว้ในบ่อน้ำทิ้งนั้น เวลา 3 เดือนต่อมาก็ได้นำปลามาเลี้ยงไว้ในบ่อน้ำทิ้งนั้น ปรากฏว่า น้ำในบ่อน้ำทิ้งมีลักษณะใสขึ้นและกลิ่นไม่เหม็น

13. ปัญหาจากสถานการณ์คืออะไร

- ก. ทำไม่ต้องนำผักตบชวามาใส่แทนสารเคมี
- ข. ทำไมน้ำในบ่อน้ำทิ้งจึงเน่าเสียส่งกลิ่นเหม็น
- ค. ผักตบชวามีผลอย่างไรต่อน้ำเสีย
- ง. น้ำในบ่อมีกลิ่นเหม็นได้อย่างไร

14. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

- ก. มีสารพิษตกค้างในบ่อน้ำเสียมาก
- ข. โรงงานกักเก็บน้ำเสียนานเกินไป น้ำจึงเสียส่งกลิ่นเหม็น
- ค. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสียโดยใช้วิธีธรรมชาติบำบัดน้ำเสีย
- ง. เชื้อแบคทีเรียจะกำจัดจุลินทรีย์ ในบ่อน้ำทิ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะเวลา 15 วัน

15. ผู้เรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร

- ก. ให้โรงงานติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสีย
- ข. ใช้สารเคมีบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยน้ำทิ้ง
- ค. ปล่อยเชื้อแบคทีเรียไปกำจัดสารพิษในบ่อน้ำทิ้ง
- ง. นำปลามาเลี้ยงในบ่อที่มีผักตบชวา และบ่อที่ไม่มีผักตบชวา สังเกตผล

16. จากการที่ผู้เรียนได้เสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. น้ำใสขึ้นและมีกลิ่นน้อยลง
- ข. น้ำจะใสขึ้นเมื่อแบคทีเรียกำจัดจุลินทรีย์ในน้ำ
- ค. ทำให้ทราบว่าทั้งผักตบชวาและปลาช่วยบำบัดน้ำเสียได้
- ง. ทำให้ทราบว่าน้ำในบ่อน้ำทิ้งจะใสขึ้นเมื่อโรงงานติดตั้งเครื่องบำบัดน้ำเสีย

สถานการณ์ 5

บรูพาได้สังเกตดูว่า กระเทียมที่เขาปลูกมีหนอน แมลงและเพลี้ยมากัดกิน จึงใช้น้ำยาที่ผลิตจากสะเดามาฉีดพ่นให้แก่ต้นกระเทียมทุก ๆ 3 วัน ปรากฏว่าต้นกระเทียมใบเติบโตดีขึ้น ไม่พบหนอน แมลง และเพลี้ย แต่เขาก็ต้องแปลกใจอีกครั้ง เมื่อใบของต้นกระเทียมเติบโตเกินไป ไม่ค่อยมีหัวกระเทียม ทั้งๆ ที่ต้นกระเทียมก็แข็งแรงดี ไม่มีหนอน แมลง และเพลี้ยมารบกวน

17. ปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

- ก. กระเทียมที่นำมาปลูกพันธุ์ไม่ดี
- ข. ใบกระเทียมเติบโตเร็วเกินไป
- ค. ต้นกระเทียมแข็งแรงดี แต่ไม่ค่อยลงหัว
- ง. การลงหัวของกระเทียมขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำยาสะเดา

18. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์คืออะไร

- ก. หนอน แมลงและเพลี้ยมากัดกินกระเทียม
- ข. หัวกระเทียมมีขนาดเล็กลง
- ค. น้ำยาที่ผลิตจากสะเดาไม่เหมาะที่จะนำมากำจัดหนอน แมลงและเพลี้ย
- ง. การใช้น้ำสะเดาฉีดซ้ำกันหลายครั้งเกินไป

19. ผู้เรียนจะแก้ปัญหาในสถานการณ์อย่างไร

- ก. คัดเลือกกระเทียมพันธุ์ดี ๆ มาปลูก
- ข. เด็ดใบกระเทียมให้เหลือเล็กน้อยจะช่วยให้กระเทียมหัวโตขึ้น
- ค. ใส่ปุ๋ยและปรับสภาพของดินให้เหมาะสมต่อการปลูกกระเทียม
- ง. ไม่ฉีดน้ำสะเดาซ้ำ ๆ หลายครั้ง เพราะต้องการลดการเติบโตของใบ

20. จากการที่ผู้เรียนได้เสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ ผลที่ได้เป็นอย่างไร

- ก. ผลผลิตของกระเทียมมีมากขึ้น
- ข. ได้กระเทียมพันธุ์ใหม่ที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม
- ค. หัวกระเทียมมีขนาดเท่าเดิมไม่มีหนอน แมลง และเพลี้ยมารบกวน
- ง. หัวกระเทียมมีขนาดใหญ่กว่าเดิม

@@@@@@@@@@@@

**เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

1	ง	11	ข
2	ข	12	ค
3	ข	13	ก
4	ค	14	ค
5	ก	15	ง
6	ก	16	ก
7	ง	17	ค
8	ข	18	ง
9	ค	19	ง
10	ง	20	ค

ภาคผนวก ข

เอกสารประกอบแผนการเรียนรู้หน่วยที่ 1

- แผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน
- ตัวอย่างแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน ที่แสดงแนวทางหรือผลการปฏิบัติของผู้เรียน
- ใบความรู้ชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
- ใบงานชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
- เฉลยใบงานชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
- แบบทดสอบชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
- เฉลยแบบทดสอบชุดที่ 1 เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง
- ใบประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- ใบผู้เรียนประเมินผู้สอนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- ใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
- ตัวอย่างอนุทิน (reflect) ของผู้เรียน

เอกสารประกอบการเรียนหน่วยที่ 1

แผนปฏิบัติการชุดที่ 1

เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน



ชื่อกลุ่ม ชั้น ม. 4 /

ประธานกลุ่ม	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
รองประธานกลุ่ม	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
เลขานุการกลุ่ม	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
สมาชิก	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
สมาชิก	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
สมาชิก	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่



คำชี้แจง

แผนปฏิบัติการที่ผู้เรียนจะดำเนินการต่อไปนี้จะประสบความสำเร็จในการปฏิบัตินั้น ผู้เรียนควรทำการศึกษา จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้วผู้เรียนสามารถ

1. จัดจำพวกสารที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดได้
2. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุและสารประกอบได้
3. จำแนกได้ว่า สารชนิดใดเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์จากสารเนื้อเดียว
4. บอกความแตกต่างของธาตุและสารประกอบได้
5. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุและสารประกอบได้
6. ตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อตน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม
7. ร่วมกันนำความรู้ที่ได้จากบทเรียนไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนจัดกลุ่ม ๆ ละ 6 คน
2. แต่งตั้งประธาน รองประธาน และเลขานุการกลุ่ม
3. สมาชิกที่เหลือให้ประธานแบ่งหน้าที่ โดยเป็นไปตามข้อตกลงกลุ่ม
4. ร่วมมือกันระดมความคิด ทดลอง และค้นคว้าหาความรู้และวางแผนปฏิบัติร่วมกันตามข้อตกลงกลุ่ม
5. ส่งตัวแทนกลุ่มรายงานหน้าชั้นเรียนตามเวลาที่กำหนด
6. ประเมินผลงานของเพื่อนและผู้สอนตามใบประเมิน
7. นำผลที่รายงานออกไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม

ชั้นวางแผน



คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เป็นความรู้บริสุทธิ์เป็นหลักของความรู้ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สรุปหรือมีผู้สรุปรวบรวมไว้แล้ว

เทคโนโลยี หมายถึง วิทยาศาสตร์ประยุกต์เป็นการนำความรู้หรือหลักของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นในทุก ๆ ด้าน เทคโนโลยีอาจเป็นสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการที่ทำของเดิมให้ดีขึ้น

สังคม หมายถึง การดำรงอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตโดยเน้นถึงผู้เรียน ชุมชนและสิ่งแวดล้อม



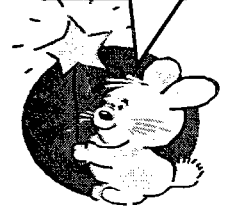
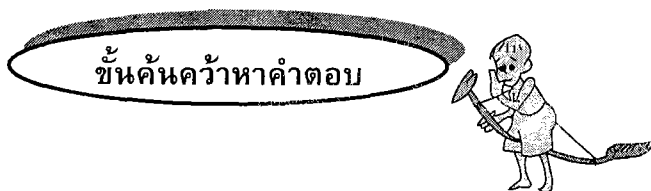
- ๘ แนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเลือกศึกษา โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคืออะไร และมีวิธีการเผยแพร่อย่างไรถ้ากลุ่มจะนำไปปฏิบัติ

⌚ ผลที่ผู้เรียนคาดว่าจะได้รับเมื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปเผยแพร่
ต่อตนเอง

ต่อชุมชน

ต่อสิ่งแวดล้อม

ถ้าไม่แน่ใจใน
การตัดสินใจ
เราควรทำการ
ศึกษาและ
ทดลองก่อนนำ
ความรู้ไปเผยแพร่
นะคะ



⌚ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม ธาตุและสารประกอบมีอะไรบ้าง ยกตัวอย่างมา 10 ชนิด

- | | |
|---------|----------|
| 1 | 6 |
| 2 | 7 |
| 3 | 8 |
| 4 | 9 |
| 5 | 10 |

⌚ สารตัวอย่างที่ยกมาทั้ง 10 ชนิดถ้าจะจัดสารดังกล่าวให้เป็นหมวดหมู่จะใช้เกณฑ์ใดในการจัด เพราะเหตุใดจึงแบ่งเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

🕒 สารบริสุทธิ์แตกต่างจากสารละลายอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบคำอธิบาย

[illegible]

⌚ บอกวิธีการทดลองธาตุและสารประกอบมาอย่างละ 1 ชนิด พร้อมยกตัวอย่างประกอบกรอธิบาย

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

⌚ จากความรู้เรื่องสาร และสมบัติของสารให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง โดยส่งตัวแทนกลุ่มออกมารับสารและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 และ 2 รับสารเคมี คือ	น้ำกลั่น	20	cm ³
กลุ่มที่ 3 และ 4 รับสารเคมี คือ	น้ำหวานสีแดง	20	cm ³
กลุ่มที่ 5 และ 6 รับสารเคมี คือ	ทองแดงขนาด 0.5 X 5 cm	1	ชิ้น
กลุ่มที่ 7, 8 และ 9 รับสารเคมี คือ	โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	1	กรัม

⌚ เมื่อกลุ่มได้รับสารเคมี ให้ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามข้อตกลงกลุ่ม เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาเสนอให้เพื่อน ๆ รับรู้

อ้อ ! อย่าลืมบันทึกผลการทดลองของกลุ่มอื่นด้วยล่ะ
เพื่อจะได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์นะครับ



- ❖ สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่ คาดเดาเอาไว้ล่วงหน้า มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นนี้ จะถูกหรือผิดก็ได้จะทราบจากข้อมูลที่ได้หลังจากการทดลอง ซึ่งจะนำมาสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้
- ❖ ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือที่ต้องการพิสูจน์ ดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่
- ❖ ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย
- ❖ ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน



⌚ สารเคมี คือ

ปัญหา คือ

สมมติฐาน

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรควบคุม

⌚ อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่อะไรบ้าง (ให้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ต้องการเลือกอุปกรณ์ที่นำมาทดลอง)

- | | | |
|--|---|------|
| ☐ 1. หลอดทดลองขนาดกลาง | 1 | หลอด |
| ☐ 2. หลอดทดลองขนาดใหญ่ | 1 | หลอด |
| ☐ 3. หลอดแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 20 cm | 1 | อัน |
| ☐ 4. จุกยางเสียบหลอดแก้วชนิด 2 รู | 1 | อัน |
| ☐ 5. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³ | 1 | อัน |
| ☐ 6. ตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม | 1 | ชุด |
| ☐ 7. ที่หนีบหลอดทดลอง | 1 | อัน |
| ☐ 8. ขาดังพร้อมที่จับหลอดทดลอง | 1 | ชุด |
| ☐ 9. จานหลุมโลหะ | 1 | อัน |
| ☐ 10. หลอดหยด | 1 | อัน |
| ☐ 11. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³ | 1 | อัน |
| ☐ 12. ถ้วยกระเบื้อง | 1 | อัน |
| ☐ 13. ชูบ | 1 | ดอก |
| ☐ 14. ไมค์ไฟ | 1 | กลัก |
| ☐ 15. กระดาษทราย ขนาด 5 X 4 cm | 1 | แผ่น |
| ☐ 16. อุปกรณ์ตรวจการนำไฟฟ้า | 1 | ชุด |
| ☐ 17. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 | อัน |



🕒 ผู้เรียนเขียนวิธีการทดลองตามที่ได้ออกแบบเพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่กลุ่มตกลงไว้ให้ละเอียด รัดกุม และสามารถปฏิบัติได้เป็นข้อ ๆ

[illegible]

ให้ผู้เรียนทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้และจะบันทึกผลการทดลองอย่างไร

☐

ตาราง

ข้อความ

[illegible]

⌚ จากผลการทดลองที่ได้ผู้เรียนจะสรุปผลการทดลองอย่างไรเพื่อให้ครอบคลุมสมมติฐานที่ตั้งไว้

⌚ จากข้อสรุปผลการทดลองผู้เรียนสามารถเสนอข้อมูลในรูปของ

☐

ตาราง

☐

กราฟ

☐

แผนภาพ

ข้อมูลที่นำเสนอ

ชั้นสะท้อนความ



ดูซิ ! เราจะคิด
เหมือนกันหรือเปล่า

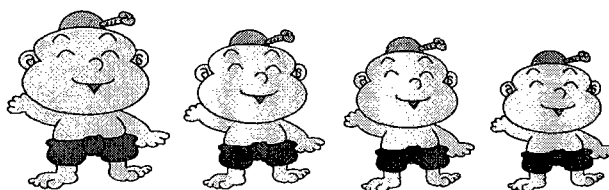
 ความรู้ที่ได้จากข้อสรุปผลการทดลองภายในกลุ่มมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

[illegible]

ความรู้ที่ได้จากการศึกษา ลองย้อนไป
พิจารณาแนวทางและวิธีการเผยแพร่ที่จะ
ปฏิบัติตามข้อตกลงกลุ่มนี้จะ.....



ชั้นนำไปปฏิบัติ



ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลงาน / รายงานมาเสนอแก่เพื่อน ๆ หลังจากนั้นนำไปเผยแพร่ตาม
ข้อตกลงกลุ่ม

ตัวอย่างแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 เรื่องสารในชีวิตประจำวัน
 ที่แสดงแนวทางหรือผลการปฏิบัติของผู้เรียน

แผนปฏิบัติการชุดที่ 1

เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน



ชื่อกลุ่ม ชั้น ม. 4 /

ประธานกลุ่ม	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
รองประธานกลุ่ม	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
เลขานุการกลุ่ม	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
สมาชิก	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
สมาชิก	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่
สมาชิก	ชื่อ	นามสกุล	เลขที่



คำชี้แจง

แผนปฏิบัติการที่ผู้เรียนจะดำเนินการต่อไปนี้จะประสบความสำเร็จในการปฏิบัตินั้น ผู้เรียนควรทำการศึกษา จุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรม เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและปฏิบัติ ดังต่อไปนี้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทเรียนนี้แล้วผู้เรียนสามารถ

1. จัดจำพวกลักษณะที่กำหนดให้เป็นหมวดหมู่และระบุเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดได้
2. บอกความหมายของสารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม สารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุและสารประกอบได้
3. จำแนกได้ว่า สารชนิดใดเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์จากสารเนื้อเดียว
4. บอกความแตกต่างของธาตุและสารประกอบได้
5. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล และสรุปได้ว่าสารบริสุทธิ์ที่เป็นธาตุและสารประกอบได้
6. ตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อตน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม
7. ร่วมกันนำความรู้ที่ได้จากบทเรียนไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนจัดกลุ่ม ๆ ละ 6 คน
2. แต่งตั้งประธาน รองประธาน และเลขานุการกลุ่ม
3. สมาชิกที่เหลือให้ประธานแบ่งหน้าที่ โดยเป็นไปตามข้อตกลงกลุ่ม
4. ร่วมมือกันระดมความคิด ทดลอง และค้นคว้าหาความรู้และวางแผนปฏิบัติร่วมกันตามข้อตกลงกลุ่ม
5. ส่งตัวแทนกลุ่มรายงานหน้าชั้นเรียนตามเวลาที่กำหนด
6. ประเมินผลงานของเพื่อนและผู้สอนตามใบประเมิน
7. นำผลที่รายงานออกไปเผยแพร่ตามข้อตกลงกลุ่ม



⌚ จากภาพเหตุการณ์ที่ผู้เรียนได้ศึกษาจากวิดีโอเรื่อง “น้ำดื่มบรรจุขวด” มีข้อสงสัยใดบ้าง

1. ถ้าผู้บริโภคดื่มน้ำดื่มบรรจุขวดที่ไม่สะอาดจะเกิดผลอย่างไรต่อร่างกาย
2. จะมีวิธีการตรวจสอบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดมีความสะอาดได้อย่างไร
3. ขวดพลาสติกที่นำมาบรรจุน้ำดื่มบรรจุขวด มีผลต่อการบรรจุน้ำดื่มหรือไม่
4. วิธีการสังเกตว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่ดื่มมีความสะอาดและปลอดภัยทำได้อย่างไร
5. ขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำดื่มบรรจุขวดมีวิธีการกำจัดอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดผลต่อสิ่งแวดล้อม

⌚ ปัญหาที่ผู้เรียนสนใจมากที่สุดคืออะไร สาเหตุของปัญหาที่เลือกเกิดจากอะไร

.....

ปัญหาที่เลือก คือ

.....

ขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำดื่มบรรจุขวดมีวิธีการกำจัดอย่างไรเพื่อไม่ให้เกิดผลต่อสิ่งแวดล้อม

.....

สาเหตุของปัญหาเกิดจาก

.....

มีการนำขวดพลาสติกมาใช้ในการบรรจุน้ำดื่มกันมากและมีการทิ้งขวดพลาสติกที่ใช้แล้วในถังขยะมากมายทำให้เกิดความสกปรกและเสี่ยงต่อปริมาณในการกำจัด

.....

.....

.....

.....

หมดข้อสงสัยแล้วใช่ไหมจะ.....?
เรามาวางแผนกันต่อดีกว่า



ชั้นวางแผน



คำแนะนำสำหรับผู้เรียน

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในธรรมชาติ และวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ เป็นความรู้บริสุทธิ์เป็นหลักของความรู้ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้สรุปหรือมีผู้สรุปรวบรวมไว้แล้ว

เทคโนโลยี หมายถึง วิทยาศาสตร์ประยุกต์เป็นการนำความรู้หรือหลักของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นในทุก ๆ ด้าน เทคโนโลยีอาจเป็นสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการที่ทำของเดิมให้ดีขึ้น

สังคม หมายถึง การดำรงอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตโดยเน้นถึงผู้เรียน ชุมชนและสิ่งแวดล้อม



- ๘ แนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนเลือกศึกษา โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคืออะไร และมีวิธีการเผยแพร่อย่างไรถ้ากลุ่มจะนำไปปฏิบัติ

แนวทางแก้ปัญหาโดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ

ทางวิทยาศาสตร์

นำขวดพลาสติกที่บรรจุน้ำดื่มชนิดต่าง ๆ มาทดสอบโดยการเผา คำนวณที่เกิดขึ้นเอากระดาษติดมีสุมนำไปอัง ถ้าเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงแสดงว่ามี กรดไฮโดรคลอริก (HCl) เกิดขึ้นจากการเผาพลาสติกชนิดนั้นคือ PVC เพราะสามารถสลายตัวได้ด้วยความร้อน และมี คลอรีน (Cl) เป็นองค์ประกอบจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการบริโภคและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ทางด้านเทคโนโลยี

ควรมีการออกแบบเตาเผาชนิดพิเศษที่ใช้กำจัดพลาสติกชนิดที่เป็น PVC โดยเฉพาะเพื่อไม่ให้ คลอรีน (Cl) ปนเปื้อนในอากาศ หรือนำพลาสติกที่ใช้แล้วมาดัดแปลงทำเป็นสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น ทำเป็น ที่แขวนต้นไม้ ทำเป็นที่รดน้ำต้นไม้ เป็นต้น

วิธีการเผยแพร่

ทำแผ่นพับเสนอความรู้เกี่ยวกับพลาสติกและวิธีการทดสอบพลาสติกอย่างง่าย

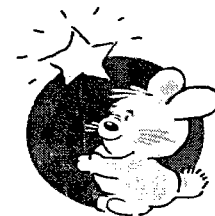
๕ ผลที่ผู้เรียนคาดว่าจะได้รับเมื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปเผยแพร่
 ต่อตนเอง ทำให้ได้รับความรู้เพิ่มขึ้น และมีความระมัดระวังในการนำพลาสติกมาใช้ เพราะ
 พลาสติกย่อยสลายยากใช้เวลานานและมีสารตกค้าง

ต่อชุมชน ทำให้คนในชุมชนมีสุขภาพดีขึ้น และเพิ่มเศรษฐกิจให้ชุมชน

ต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ไม่เกิดมลภาวะเป็นพิษต่อดินและอากาศ และมีทัศนียภาพที่น่าดู

ถ้าไม่แน่ใจใน
 การตัดสินใจ
 เราควรทำการ
 ศึกษาและ
 ทดลองก่อนนำ
 ความรู้ไปเผยแพร่
 นะจ๊ะ

ขั้นค้นคว้าหาคำตอบ



๕ สารเนื้อเดียว สารเนื้อผสม ธาตุและสารประกอบมีอะไรบ้าง ยกตัวอย่างมา 10 ชนิด

- | | |
|-----------------|--|
| 1. เหมียวบาท | 6. ทองแดง |
| 2. เอทานอลในน้ำ | 7. น้ำเชื่อม |
| 3. น้ำหวานสีแดง | 8. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) |
| 4. เพชร | 9. กรดเกลือ (HCl) |
| 5. คอนกรีต | 10. ไฮโดรเจน |

๕ สารตัวอย่างที่ยกมาทั้ง 10 ชนิดถ้าจะจัดสารดังกล่าวให้เป็นหมวดหมู่จะใช้เกณฑ์ใดในการจัด
 เพราะเหตุใดจึงแบ่งเช่นนั้น

1. ใช้สถานะ โดยดูจากลักษณะภายนอก ได้แก่

ของแข็ง เช่น เหมียวบาท , ทองแดง , เพชร , คอนกรีต , โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ของเหลว เช่น เอทานอลในน้ำ น้ำหวานสีแดง น้ำเชื่อม กรดเกลือ

ก๊าซ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน ก๊าซออกซิเจน

2. การนำไฟฟ้า โดยสังเกตจากการนำไฟฟ้า ได้แก่

การนำไฟฟ้า เช่น เหมียวบาท เอทานอลในน้ำ น้ำหวานสีแดง ทองแดง น้ำเชื่อม กรดเกลือ

การไม่นำไฟฟ้า เช่น เพชร คอนกรีต KMnO_4

๘ สารบริสุทธิ์แตกต่างจากสารละลายอย่างไร ยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบชนิดเดียวกันทั้งหมด เช่น เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) , เกลือแกง (NaCl) , กรดเกลือ (HCl)

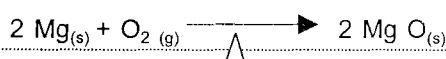
สารละลาย คือ สารเนื้อเดียวประกอบด้วยตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย มี 3 สถานะ คือ

1. ของแข็ง เช่น เหรียญบาท ประกอบด้วย Cu 75% Ni (25%)
2. ของเหลว เช่น แอลกอฮอล์เช็ดแผล ประกอบด้วย แอลกอฮอล์ 70% น้ำ 30%
3. ก๊าซ เช่น อากาศ ประกอบด้วย N_2 78% , O_2 21% , CO_2 และ ฝุ่นละอองปริมาณเล็กน้อย

๘ บอกวิธีการทดลองธาตุและสารประกอบมาอย่างละ 1 ชนิด พร้อมยกตัวอย่างประกอบการอธิบาย

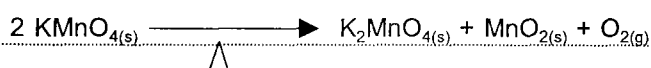
ตัวอย่างวิธีการทดลองธาตุ เช่น Mg

การทดลองธาตุ นำธาตุมาเผา มวลจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากรวมตัวกับ O_2 ในอากาศ เช่น เผา Mg ในอากาศ ดังสมการ



ตัวอย่าง วิธีการทดลองสารประกอบ เช่น

การทดลอง เมื่อนำสารประกอบมาเผา มวลจะลดลงเนื่องจากเกิดการสลายตัวให้ก๊าซบางชนิด เช่น การเผา $KMnO_4$ ดังสมการ



⌚ จากความรู้เรื่องสาร และสมบัติของสารให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง โดยส่งตัวแทนกลุ่มออกมารับสารและอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1 และ 2 รับสารเคมี คือ	น้ำกลั่น	20	cm ³
กลุ่มที่ 3 และ 4 รับสารเคมี คือ	น้ำหวานสีแดง	20	cm ³
กลุ่มที่ 5 และ 6 รับสารเคมี คือ	ทองแดงขนาด 0.5 X 5 cm	1	ชิ้น
กลุ่มที่ 7 , 8 และ 9 รับสารเคมี คือ	โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต	1	กรัม

⌚ เมื่อกลุ่มได้รับสารเคมี ให้ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองตามข้อตกลงกลุ่ม เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาเสนอให้เพื่อน ๆ รับรู้

อ้อ ! อย่าลืมบันทึกผลการทดลองของกลุ่มอื่นด้วยละ เพื่อจะได้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์นะครับ



- ❖ สมมติฐาน หมายถึง คำตอบที่ คาดเดาเอาไว้ล่วงหน้า มักเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นนี้จะถูกหรือผิดก็ได้จะทราบจากข้อมูลที่ได้หลังจากการทดลอง ซึ่งจะนำมาสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้
- ❖ ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือที่ต้องการพิสูจน์ ดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผล เช่นนั้นจริงหรือไม่
- ❖ ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย
- ❖ ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนกัน มิเช่นนั้น อาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน



๘ สารเคมี คือ โพลีเอทิลีนเพอร์ฟลอร์เอท

ปัญหา คือ สารโพลีเอทิลีนเพอร์ฟลอร์เอท เป็นสารประกอบหรือไม่

สมมติฐาน ถ้าสารโพลีเอทิลีนเพอร์ฟลอร์เอทเป็นสารประกอบเมื่อได้รับความร้อนแล้วจะสลายตัวให้สารใหม่

ตัวแปรต้น โพลีเอทิลีนเพอร์ฟลอร์เอท

ตัวแปรตาม การเปลี่ยนแปลงเมื่อได้รับความร้อน

ตัวแปรควบคุม ปริมาณ KMnO_4 , ปริมาณความร้อน , เวลาในการเผา

๘ อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ได้แก่อะไรบ้าง (ให้ทำเครื่องหมาย

✓ หน้าข้อความที่ต้องการเลือกอุปกรณ์ที่นำมาทดลอง)

- | | | |
|--|---|-------|
| ☐ 1. หลอดทดลองขนาดกลาง | 1 | หลอด |
| ☒ 2. หลอดทดลองขนาดใหญ่ | 1 | หลอด |
| ☐ 3. หลอดแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm ยาว 20 cm | 1 | อัน |
| ☐ 4. จุกยางเสียบหลอดแก้วชนิด 2 รู | 1 | อัน |
| ☒ 5. บีกเกอร์ขนาด 250 cm^3 | 1 | อัน |
| ☒ 6. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม | 1 | ชุด |
| ☒ 7. ที่หนีบหลอดทดลอง | 1 | อัน |
| ☐ 8. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง | 1 | ชุด |
| ☐ 9. จานหลุมโลหะ | 1 | อัน |
| ☐ 10. หลอดหยด | 1 | อัน |
| ☐ 11. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3 | 1 | อัน |
| ☐ 12. ถ้วยกระเบื้อง | 1 | อัน |
| ☒ 13. รูป | 1 | ดอก |
| ☒ 14. ไม้ขีดไฟ | 1 | กลั๊ก |
| ☐ 15. กระดาษทราย ขนาด 5 X 4 cm | 1 | แผ่น |
| ☐ 16. อุปกรณ์ตรวจการนำไฟฟ้า | 1 | ชุด |
| ☐ 17. เทอร์โมมิเตอร์ | 1 | อัน |



๘ ผู้เรียนเขียนวิธีการทดลองตามที่ได้ออกแบบเพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่กลุ่มตกลงไว้ให้ละเอียด รัดกุม และสามารถปฏิบัติได้เป็นข้อ ๆ

1. เคาโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 1 กรัม ในหลอดทดลองขนาดใหญ่ เมื่อสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง ให้นำรูปที่ติดไฟแล้วดับเหลือถ่านแดงไปจ่อในหลอดทดลอง เฝานานประมาณ 2 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
2. เพิ่มปริมาณโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 2 กรัม ในหลอดทดลองขนาดใหญ่แล้วนำรูปที่ติดไฟแล้วดับเหลือถ่านแดงไปจ่อในหลอดทดลอง เพิ่มเวลาในการเผาเป็น 5 นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล

ให้ผู้เรียนทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้และจะบันทึกผลการทดลองอย่างไร

☐

ตาราง

☒

ข้อความ

1. เมื่อเคาโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 1 กรัม นำรูปที่ติดไฟจนเหลือถ่านแดงไปจ่อในหลอดทดลองนาน 1 นาที ปลายรูปจะสว่างขึ้น สารที่เกิดขึ้นหลังจากการเผามีลักษณะเป็นผงสีดำปนเขียว
2. เมื่อเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมเปอร์มังกาเนตเป็น 2 กรัม แล้วนำรูปที่ติดไฟจนเหลือถ่านแดงไปจ่อในหลอดทดลองนาน 5 นาที ปลายรูปจะติดไฟสว่างขึ้นนานกว่าใส่โพแทสเซียมเปอร์มังกาเนต 1 กรัม สารที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาจะมีลักษณะเป็นผงสีดำปนเขียว

⌚ จากผลการทดลองที่ได้ผู้เรียนจะสรุปผลการทดลองอย่างไรเพื่อให้ครอบคลุมสมมติฐานที่ตั้งไว้

โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นสารประกอบเมื่อได้รับความร้อน จะสลายตัวให้สารใหม่ คือ ก๊าซ
ออกซิเจนก๊าซที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ไฟติด

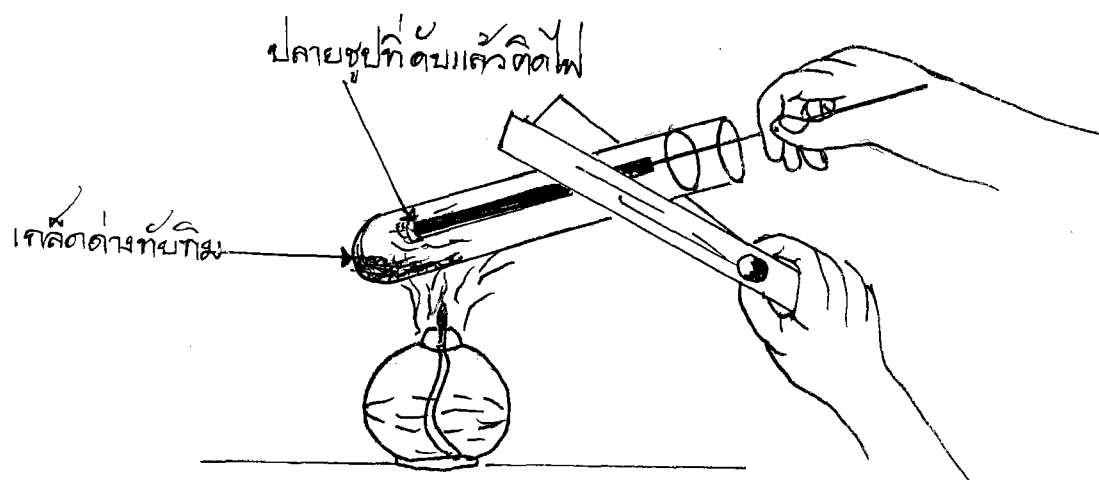
⌚ จากข้อสรุปผลการทดลองผู้เรียนสามารถเสนอข้อมูลในรูปของ

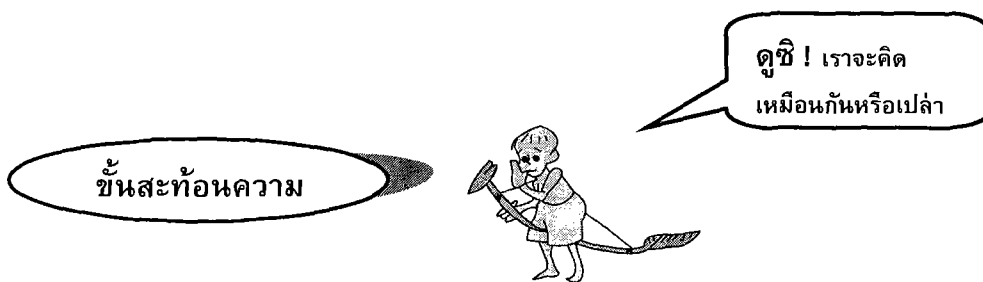
☐ ตาราง

☐ กราฟ

☒ แผนภาพ

ข้อมูลที่น่าเสนอ





⌚ ความรู้ที่ได้จากข้อสรุปผลการทดลองภายในกลุ่มมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอย่างไร

โพลีเอทิลีนเปอร์มังกาเนตเป็นสารประกอบและจัดเป็นสารบริสุทธิ์ มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันคือ

สารเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางปฏิกิริยาเคมีสารบางชนิดอาจเป็นอันตราย ถ้าจัดเก็บไม่ถูกต้อง เนื่องจากได้รับความร้อนอาจให้สารที่ช่วยให้ไฟติดเกิดการลุกไหม้ได้ง่าย ถ้าผู้ใช้ขาดความระมัดระวัง แต่คุณสมบัติของสารบางชนิดอาจนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น โพลีเอทิลีนเปอร์มังกาเนต สามารถนำมอล้างแผลหรือล้างผักให้สะอาดได้ถ้าอยู่ในรูปของสารละลาย และใช้ปริมาณที่พอเหมาะ

ความรู้ที่ได้จากการศึกษา ลองย้อนไปพิจารณาแนวทางและวิธีการเผยแพร่ที่จะปฏิบัติตามข้อตกลงกลุ่มนี้จะ.....



ชั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์



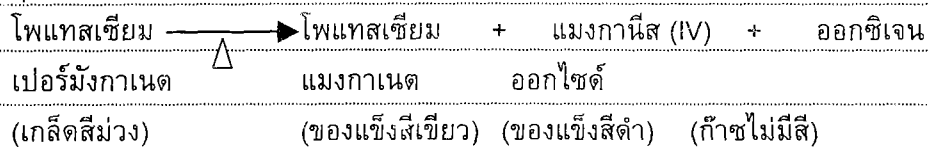
- ⌚ เมื่อผู้เรียนศึกษาค้นคว้าทดลองเรียบร้อยแล้ว ให้ส่งตัวแทนกลุ่มนำเสนอแนวทางและวิธีการที่จะปฏิบัติตามที่กลุ่มได้วางแผนไว้
- ⌚ ความรู้ที่ได้จากการนำเสนอของเพื่อนกลุ่มต่าง ๆ

1. น้ำกลั่นเป็นสารบริสุทธิ์ เพราะเมื่อนำมาระเหยแห้งจะไม่พบสารใดตกค้าง และอุณหภูมิของน้ำกลั่นจะคงที่

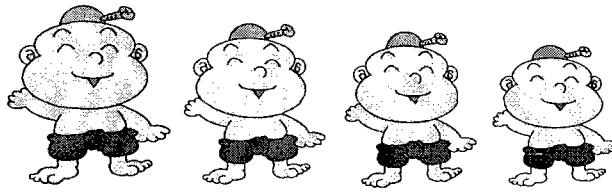
2. น้ำหวานสีแดงเป็นสารไม่บริสุทธิ์ เพราะเมื่อนำมาระเหยแห้งจะพบคราบสีแดงอยู่บนหลุมโลหะ และอุณหภูมิของน้ำหวานสีแดงไม่คงที่ แสดงว่ามีสารอื่นเจือปน

3. ทองแดงเป็นโลหะ สามารถนำไฟฟ้าเมื่อใช้อุปกรณ์ตรวจการนำไฟฟ้าพบว่าหลอดไฟจะสว่างขึ้น

4. โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเป็นสารประกอบ ประกอบด้วย ธาตุมากกว่า 1 ชนิด เช่น เหมะ โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะสลายให้องค์ประกอบ 3 ชนิด ได้แก่ สารสีเขียว คือ โฟแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สารสีดำ คือ แมงกานีส (IV) ออกไซด์ และก๊าซไม่มีสีช่วยให้เกิดการลุกไหม้ได้ดี คือ ก๊าซออกซิเจน ดังสมการ



ขั้นนำไปปฏิบัติ



ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำผลงาน / รายงานมาเสนอแก่เพื่อน ๆ หลังจากนั้นนำไปเผยแพร่ตาม
ข้อตกลงกลุ่ม

- ทำโปสเตอร์หรือแผ่นพับเผยแพร่ความรู้ เรื่องพลาสติกและวิธีการทดสอบพลาสติก
อย่างง่าย
- นำไปเผยแพร่ในเวลาพักเที่ยง โดยการแจกจ่ายแผ่นพับให้กับเพื่อน ๆ รุ่นน้อง และ
รุ่นพี่ในเวลาพักเที่ยง หรือนำไปแจกผู้ปกครองหลังเลิกเรียน

ใบความรู้ชุดที่ 1



เรื่อง สาร และ การเปลี่ยนแปลง

☼ สารต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเรา มีจำนวนมากเกินกว่าที่จะทำความรู้จักหรือศึกษาจดจำได้หมดเพื่อความสะดวก นักเคมีได้อาศัยสมบัติของสารที่คล้ายกันจัดเป็นสารกลุ่มเดียวกัน

สมบัติของสาร คือ ลักษณะเฉพาะตัวของสารที่บ่งแสดงว่า สารชนิดหนึ่งแตกต่างจากสารอีกชนิดหนึ่ง เช่น สถานะ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสาร ความเป็นกรด - เบส การละลาย การนำไฟฟ้า จุดหลอมเหลว และจุดเดือด ซึ่งอาจทราบได้จากการสังเกตหรือการทดลอง

เกณฑ์ที่ใช้ในการจัดจำพวกสารออกเป็นหมวดหมู่มีหลายเกณฑ์ ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายที่จะนำไปใช้ เช่น ใช้เนื้อสาร เป็นเกณฑ์ จะแบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

1. **สารเนื้อเดียว (Homogeneous Substance)** หมายถึง สารที่มองเห็นเป็นเนื้อเดียวกัน และมีสมบัติเหมือนกันตลอดทุกส่วน การสังเกตด้วยตาบางครั้งไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารเนื้อเดียว โดยเฉพาะสารที่เป็นของแข็ง ดังนั้นถึงต้องใช้วิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมบัติของสาร

สารละลาย (Solution) หมายถึง สารเนื้อเดียวประกอบด้วยตัวทำละลาย (Solvent) และตัวถูกละลาย (Solute) ซึ่งมี 3 สถานะ ได้แก่ของแข็ง เช่น เหยือกยาสูบ ประกอบด้วย ทองแดง 75% และนิกเกิล 25% ของเหลว เช่น แอลกอฮอล์เช็ดแผล ประกอบด้วย เอทานอล 70% และน้ำ 30% ก๊าซ เช่น อากาศประกอบด้วย ไนโตรเจน 78% ออกซิเจน 21% คาร์บอนไดออกไซด์, ไอ้ น้ำ และฝุ่นละอองปริมาณเล็กน้อย

☼ หลักในการพิจารณาตัวทำละลายและตัวถูกละลาย

1. ถ้าสารที่มารวมกันเป็นสารละลายมีสถานะต่างกัน สารที่มีสถานะเหมือนกับสารละลายจะเป็นตัวทำละลาย เช่น น้ำเชื่อม (น้ำ + น้ำตาลทราย) น้ำและน้ำเชื่อมต่างเป็นของเหลว น้ำจึงเป็นตัวทำละลาย ส่วนน้ำตาลทรายเป็นตัวถูกละลาย

2. ถ้าสารที่มารวมกันเป็นสารละลายมีสถานะเหมือนกัน สารที่มีปริมาณมากกว่าจะเป็นตัวทำละลาย ส่วนสารที่มีปริมาณน้อยกว่าจะเป็นตัวถูกละลาย เช่น แอลกอฮอล์ที่ใช้ฆ่าเชื้อโรค ประกอบด้วยเอทานอล (C_2H_5OH) 70% และน้ำ 30% มีน้ำเป็นตัวถูกละลาย ส่วนเอทานอลเป็นตัวทำละลาย

สารบริสุทธิ์ คือ สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบชนิดเดียวกันทั้งหมด เช่น เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) น้ำ (H_2O) เกลือแกง (NaCl) กรดเกลือ (HCl) เป็นต้น

สารบริสุทธิ์ ยังแบ่งออกเป็น ธาตุ และ สารประกอบ

ธาตุ (Element) หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่ประกอบด้วยอะตอมที่เหมือนกันและไม่สามารถแยกออกไปเป็นสารอื่นได้อีกโดยวิธีเคมีธรรมดา หน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุคือ อะตอม และเป็นหน่วยที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมี ธาตุที่อยู่ในธรรมชาติอาจอยู่ในรูปของอะตอมหรือโมเลกุลเช่น ฮีเลียม (He) โพแทสเซียม (K)

นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบธาตุมากกว่า 100 ธาตุ ธาตุบางชนิดมีสมบัติบางประการคล้ายคลึงกันและสมบัติบางประการแตกต่างกัน ถ้าใช้สมบัติทางกายภาพเป็นเกณฑ์จะแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

ก. โลหะ (Metals) เป็นธาตุที่มีสถานะเป็นของแข็ง ยกเว้นปรอท(Hg) ซึ่งมีสถานะเป็นของเหลว มีผิวเป็นมันวาว เหนียวสามารถตีเป็นแผ่นหรือดึงเป็นเส้นได้ นำไฟฟ้า นำความร้อนได้ดี มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง และมีช่วงอุณหภูมิระหว่างจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดกว้าง เช่น โลหะโซเดียม(Na) มีช่วงอุณหภูมิระหว่างจุดหลอมเหลวกับจุดเดือด 98°C ถึง 892°C

ตัวอย่างของธาตุโลหะได้แก่ โซเดียม(Na) ทองแดง(Cu) เงิน(Ag) ทองคำ(Au) ฯลฯ

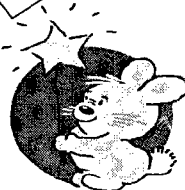
ข. อโลหะ (Non-metals) เป็นธาตุที่มีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวและก๊าซ มีสมบัติตรงข้ามกับโลหะคือ มีผิวด้าน เปราะทุบแล้วแตก ไม่นำไฟฟ้ายกเว้นคาร์บอน(C) ในรูปแกรไฟต์ ไม่นำความร้อน จุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำยกเว้นอโลหะที่มีโครงผลึกร่างตาข่าย เช่น เพชร แกรไฟต์ และซิลิคอน

ตัวอย่างธาตุอโลหะ เช่น ฟอสฟอรัส(P) ไฮโดรเจน(H) ออกซิเจน(O) คลอรีน(Cl) ฯลฯ

ค. กึ่งโลหะ (Metaloid) เป็นธาตุที่มีสมบัติก้ำกึ่งระหว่างโลหะกับอโลหะ คือ นำไฟฟ้าได้เล็กน้อยแต่นำไฟฟ้าได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูง มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวก่อนข้างสูงกว่าอโลหะและเป็นของแข็งที่เปราะ

ตัวอย่างธาตุกึ่งโลหะ เช่น โบรอน(B) อลูมิเนียม(AI) พลวง(Sb) อาร์เซนิก(As) ฯลฯ

ความรู้นี้เอาไปใช้ในชีวิตประจำวันได้มากมายเลย..... เพื่อนๆ คิดได้ไหมเอาไปใช้ทำอะไรได้บ้าง ?



ตารางเปรียบเทียบสมบัติของโลหะและอโลหะทางกายภาพ

สมบัติโลหะ	สมบัติอโลหะ
1. เป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติยกเว้นปรอท	1. มีได้ทั้งสามสถานะคือ ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
2. ผิวเป็นมันวาว	2. ผิวไม่เป็นมันวาว
3. นำความร้อนและนำไฟฟ้าได้ดีแต่อุณหภูมิสูงนำไฟฟ้าได้น้อยลง	3. ไม่นำความร้อนและไม่นำไฟฟ้า ยกเว้นคาร์บอนที่อยู่ในรูปแกรไฟต์ (graphite)
4. เหนียวสามารถทำให้เป็นแผ่นและทำเป็นเส้นได้	4. เปราะตึงเป็นเส้นหรือตีเป็นแผ่นบาง ๆ ไม่ได้
5. เคาะมีเสียงกังวาน	5. เคาะไม่มีเสียงกังวาน
6. มีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง	6. ส่วนมากมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวต่ำ
7. ช่องว่างของจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดห่างกันมาก	7. ช่องว่างของจุดหลอมเหลวกับจุดเดือดห่างกันน้อย
8. มีความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะสูง	8. มีความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะต่ำ
9. อยู่ทางซ้ายของตารางธาตุ	9. อยู่ทางขวาของตารางธาตุ

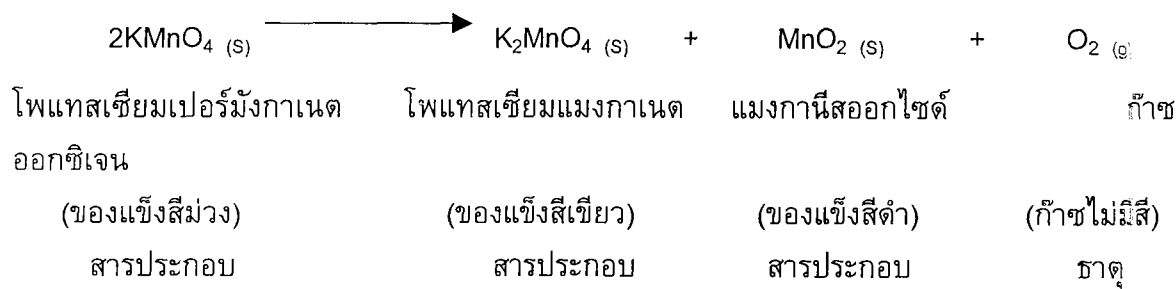
สารประกอบ (Compounds) หมายถึงสารบริสุทธิ์เนื้อเดียวกันล้วน ๆ ซึ่งประกอบด้วยธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปมารวมกันอยู่ด้วยแรงทางเคมีด้วยอัตราส่วนที่แน่นอน สารประกอบมีสมบัติต่างไปจากธาตุที่เป็นองค์ประกอบเดิม นอกจากนี้สารประกอบยังเป็นสารบริสุทธิ์ที่สามารถแยกสลายออกได้ ซึ่งการแยกสลายของสารประกอบให้เป็นองค์ประกอบย่อย ๆ จะต้องอาศัยพลังงาน เช่น พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น

ธาตุกับสารประกอบเหมือนกัน คือต่างก็เป็นสารบริสุทธิ์ และเป็นสารเนื้อเดียวกันเมื่อมองด้วยตาเปล่า

ธาตุกับสารประกอบต่างกันที่องค์ประกอบ ซึ่งสารประกอบสามารถสลายตัวต่อไปเป็นองค์ประกอบย่อยได้ แต่ธาตุไม่สามารถสลายตัวเป็นองค์ประกอบย่อยได้ต้องอาศัยวิธีการทางเคมีเข้าช่วย

สารประกอบเมื่อได้รับความร้อนหรือพลังงานเพียงพอสามารถแยกสลายให้สารชนิดใหม่ ซึ่งอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบใหม่ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (KMnO_4) มีชื่อทางการค้าว่าต่างทับทิม สมบัติบางประการของสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต สรุปได้ดังนี้

1. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต มีลักษณะเป็นของแข็งสีม่วงเข้ม ละลายน้ำได้สารละลายสีม่วงแดง
2. เมื่อเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตจะแยกสลายได้องค์ประกอบ 3 ชนิด ดังสมการ



3. เมื่อนำสารที่ได้หลังจากเผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตไปละลายน้ำได้ผลดังนี้

- โพแทสเซียมแมงกาเนต (K_2MnO_4) ละลายน้ำได้สารละลายสีเขียว
- แมงกานีส (IV) ออกไซด์ (MnO_2) ไม่ละลายน้ำ ตกตะกอนสีดำ
- ก๊าซออกซิเจน (O_2) เป็นก๊าซไม่มีสีมีสมบัติช่วยให้ไฟติด

ตารางเปรียบเทียบสมบัติของธาตุและสารประกอบ

ธาตุ (Element)	สารประกอบ (Compound)
1. เป็นสารเนื้อเดียว	1. เป็นสารเนื้อเดียว
2. เป็นสารบริสุทธิ์	2. เป็นสารบริสุทธิ์
3. ประกอบด้วยอะตอมของธาตุเพียงชนิดเดียว	3. ประกอบด้วยอะตอมของธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป
4. ไม่สามารถแยกออกไปเป็นสารอื่นได้อีกโดยวิธีเคมีธรรมดา	4. สามารถแยกออกไปเป็นธาตุได้โดยการแยกทางเคมี
5. เกิดขึ้นเองในธรรมชาติแต่มีบางธาตุที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น	5. เกิดจากการรวมตัวของธาตุตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปโดยปฏิกิริยาเคมี
6. หน่วยที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งยังรักษาสมบัติของธาตุไว้ได้คืออะตอมและเป็นหน่วยที่เข้าทำปฏิกิริยาเคมี	6. หน่วยโครงสร้างที่เล็กที่สุดของธาตุหรือสารประกอบที่สามารถอยู่ได้โดยอิสระและยังคงมีสมบัติของธาตุหรือสารประกอบนั้นๆ โดยสมบูรณ์ก็คือโมเลกุล
7. เมื่อนำธาตุมาเผาผลาญมักจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เช่น $2\text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{MgO}(\text{s})$	7. เมื่อนำสารประกอบมาเผาผลาญมักจะลดลงเนื่องจากเกิดการสลายตัวให้ก๊าซบางชนิด เช่น $2\text{KMnO}_4 \longrightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g})$

สารประกอบและสารละลายเหมือนกันคือ ต่างก็เป็นสารเนื้อเดียว แต่สารประกอบและสารละลายต่างกันตรงที่สารประกอบมีสมบัติแตกต่างจากสารเดิม แต่สารละลายมีสมบัติทำนองของสารเดิม นอกจากนี้ สารประกอบจะมีส่วนประกอบคงตัวแน่นอน ส่วนสารละลายนั้น มีส่วนประกอบไม่แน่นอน

ของผสม (Mixtures) เป็นสารไม่บริสุทธิ์ เกิดจากการผสมของสารต่าง ๆ ตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป โดยไม่จำกัดส่วนผสม ของผสมมีลักษณะและสมบัติต่าง ๆ คล้ายกับขององค์ผสมเดิม และอาจแยกออกเป็นของผสมเดิมได้ง่ายโดยวิธีการ ของผสมอาจแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

(ก) ของผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งได้แก่ สารละลาย เช่น อากาศ จัดได้เป็นทั้งของผสมและสารละลาย .

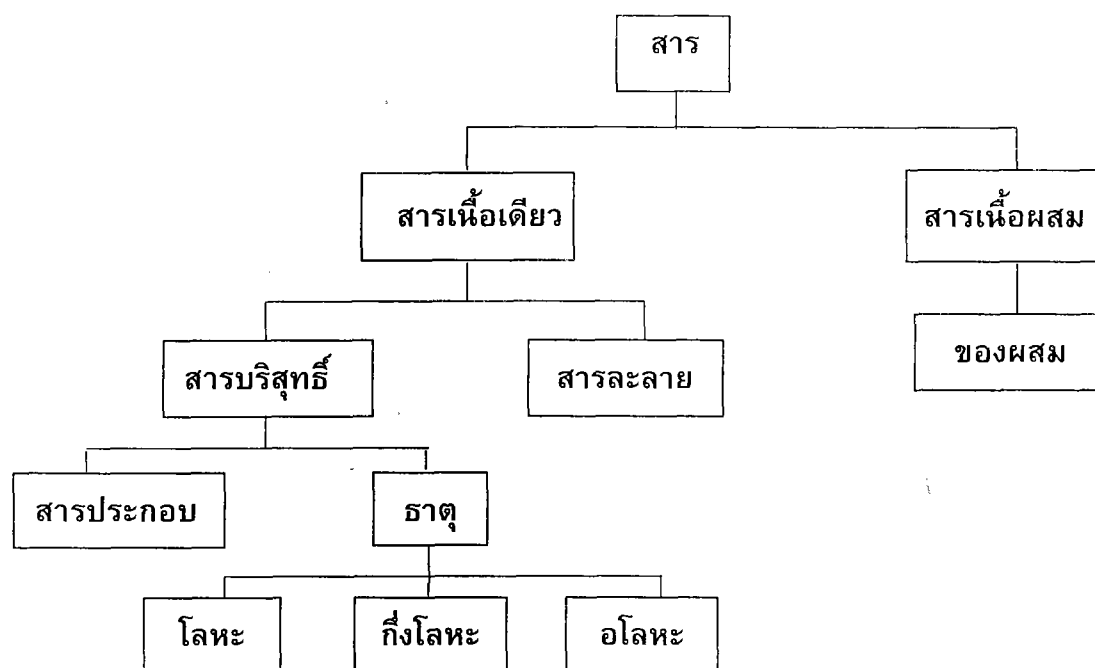
(ข) ของผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน เช่น ดินปืน น้ำมัน เป็นต้น

2. สารเนื้อผสม (Heterogeneous Substance) หมายถึง สารไม่บริสุทธิ์ที่มองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หรือมีสมบัติไม่เหมือนกันตลอดทุก ๆ ส่วน เพราะในแต่ละส่วนมีอัตราส่วนขององค์ประกอบไม่เหมือนกัน มีสมบัติของสารเดิมเหลืออยู่ สามารถแยกสารเดิมออกจากกันได้ง่าย บางชนิดสามารถมองเห็นความแตกต่างขององค์ประกอบเดิมได้

ตัวอย่างของสารเนื้อผสม เช่น ผริกกับเกลือ น้ำคลอง น้ำแป้ง ผงกำมะถันผสมผงเหล็กดิน คอนกรีต

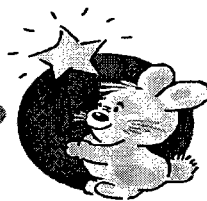
สารเนื้อผสม จะมีสารเนื้อผสมอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า สารเนื้อผสมประเภท คอลลอยด์ เช่น ควัน น้ำมัน (ระวัง ! มักมีการเข้าใจผิด คิดว่า สารชนิดนี้เป็นสารละลาย)

แผนภาพการจำแนกสารโดยใช้เนื้อสารเป็นเกณฑ์



ที่มา : สำราญ พฤกษ์สุนทร. เคมี ม.4 เล่ม 1 ว 431.6

การตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสาร



☼ การตรวจสอบสารชนิดใดเป็นสารบริสุทธิ์หรือไม่บริสุทธิ์นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสาร ความประหัดและความสะดวกเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างการตรวจสอบหรือแยกสารบริสุทธิ์มีดังนี้

1. วิธีการระเหยแห้ง ถ้าสารที่ต้องการตรวจสอบเป็นของเหลวเนื้อเดียว ขั้นแรกให้แบ่งของเหลวนั้นไประเหยจนแห้ง ถ้ามีของแข็งจะระเหยอยู่แสดงว่าเป็นสารละลาย แต่ถ้าไม่มีของแข็งเหลืออยู่ยังสรุปไม่ได้ เพราะอาจเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลายที่เกิดจากของเหลวหรือก๊าซละลายในของเหลวก็ได้ ต้องนำของเหลวไปหาจุดเดือดหรือสังเกตอุณหภูมิขณะเดือดต่อไป

2. ใช้วิธีหาจุดเดือดหรือสังเกตอุณหภูมิขณะเดือด ถ้าสารที่ต้องการทดสอบเป็นของเหลว เมื่อทดสอบโดยวิธีการระเหยแห้งไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์ ให้แบ่งของเหลวนั้นไปหาจุดเดือด

- ถ้าของเหลวมีจุดเดือดคงที่หรืออุณหภูมิขณะเดือดคงที่ แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นสารบริสุทธิ์ แต่ถ้าของเหลวมีอุณหภูมิขณะเดือดไม่คงที่ แสดงว่าของเหลวนั้นเป็นสารละลาย

- การที่สารบริสุทธิ์มีอุณหภูมิขณะเดือดคงที่เพราะมีองค์ประกอบเพียงอย่างเดียว ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไปองค์ประกอบก็ยังไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนสารละลายมีองค์ประกอบมากกว่าหนึ่งชนิด ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป อัตราส่วนของสารที่มีอยู่ในสารละลายจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยมีอัตราส่วนของสารที่มีจุดเดือดสูงต่อสารที่มีจุดเดือดต่ำสูงขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิขณะเดือดของสารละลายสูงขึ้น

3. ใช้วิธีหาจุดหลอมเหลวหรือจุดเยือกแข็ง จุดหลอมเหลว คือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นของเหลว ส่วนจุดเยือกแข็ง คือ อุณหภูมิที่สารเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นของแข็ง

- ☼ จุดหลอมเหลวและจุดเยือกแข็งของสารหนึ่งก็คือ อุณหภูมิเดียวกัน

- ☼ ถ้าสารที่ต้องการทดสอบว่าเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์มีสถานะเป็นของแข็ง ควรใช้วิธีหาจุดหลอมเหลว

- ☼ ถ้าเป็นสารบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมเหลวคงที่และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวไม่เกิน 2° C

- ☼ ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลว คือ ช่วงอุณหภูมิตั้งแต่สารเริ่มหลอมเหลวจนกระทั่งหลอมเหลวหมด

ระวัง ! ถ้าเป็นสารละลาย (สารไม่บริสุทธิ์) จุดหลอมเหลวจะไม่คงที่และมีช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง สารที่ไม่บริสุทธิ์นอกจากจะมีจุดหลอมเหลวไม่คงที่แล้วยังมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ที่เป็นองค์ประกอบในสารบริสุทธิ์นั้น

เหตุผล ที่ช่วงอุณหภูมิของการหลอมเหลวของสารละลายหรือสารไม่บริสุทธิ์มีช่วงของ

อุณหภูมิของการหลอมเหลวกว้าง เพราะของแข็งแต่ละชนิดปนกันอยู่หลอมเหลวไม่พร้อมกัน

✿ การหาจุดหลอมเหลวของสารนอกจากใช้พิสูจน์ว่าเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารไม่บริสุทธิ์แล้วยังสามารถใช้พิสูจน์ได้ว่าเป็นสารชนิดเดียวกันได้หรือไม่ คือ ถ้าสาร 2 ชนิดมีจุดหลอมเหลวไม่เท่ากัน แสดงว่าเป็นสารต่างชนิดกัน ถ้ามีจุดหลอมเหลวเท่ากันยังสรุปไม่ได้ ต้องนำของแข็งทั้งสองชนิดนั้นมาผสมกันแล้วหาจุดหลอมเหลวใหม่ ถ้ายังมีจุดหลอมเหลวเท่าเดิมแสดงว่าเป็นสารชนิดเดียวกัน แต่ถ้ามีจุดหลอมเหลวลดลงแสดงว่าเป็นสารต่างชนิดกัน

ถ้าสารที่ต้องการทดสอบว่าเป็นสารบริสุทธิ์หรือสารละลาย (สารไม่บริสุทธิ์) เป็นของเหลว นอกจากใช้วิธีการหาจุดเดือดแล้วยังสามารถใช้วิธีหาจุดเยือกแข็งก็ได้ คือ ถ้ามีจุดเยือกแข็งคงที่แสดงว่าเป็นสารบริสุทธิ์ ถ้ามีจุดเยือกแข็งไม่คงที่แสดงว่าเป็นสารละลาย

✿ การหาจุดเยือกแข็งของของเหลว ถ้าต้องการพิสูจน์ว่าของเหลวตัวอย่าง 2 ชนิด เป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ ให้หาจุดเยือกแข็งของของเหลวแต่ละชนิด ถ้ามีจุดเยือกแข็งต่างกันแสดงว่าเป็นของเหลวต่างชนิดกัน ถ้ามีจุดเยือกแข็งเท่ากันให้นำของเหลวทั้ง 2 ชนิด มาผสมกันแล้วหาจุดเยือกแข็งอีกครั้ง ถ้าจุดเยือกแข็งยังคงเท่าเดิมแสดงว่าเป็นของเหลวชนิดเดียวกัน ถ้ามีจุดเยือกแข็งลดลงแสดงว่าเป็นของเหลวต่างชนิดกัน

การเขียนสัญลักษณ์ของธาตุ

จอห์น ดอลตัน นักเคมีชาวอังกฤษเป็นคนแรกที่เสนอให้ใช้รูปภาพเป็นสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุ เพื่อให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงกันดังตัวอย่าง

ธาตุไฮโดรเจน สัญลักษณ์ 

สังกะสี สัญลักษณ์ 

ธาตุออกซิเจน สัญลักษณ์ 

ทองแดง สัญลักษณ์ 

ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้พบธาตุต่าง ๆ ไม่น้อยกว่า 105 ธาตุแล้ว การใช้ภาพจึงเป็นการไม่สะดวก ในศตวรรษที่ 19 โจนส์ จาคอบ เบอร์ซีเลียส นักเคมีชาวสวีเดน ได้เสนอให้ใช้ตัวอักษรแทนชื่อธาตุและเป็นที่ยอมรับกันจนถึงปัจจุบัน

✿ การเขียนสัญลักษณ์แทนชื่อธาตุในปัจจุบัน นักเคมีตกลงกันให้ใช้ตัวอักษรตัวแรกของชื่อธาตุในภาษาอังกฤษหรือภาษาละติน โดยเขียนด้วยอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ และถ้าอักษรตัวแรกซ้ำกัน ก็เพิ่มอักษรตัวถัดไปตัวใดตัวหนึ่งและเขียนด้วยอักษรตัวพิมพ์เล็ก

ตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุ :-

ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	ชื่อภาษาละติน	สัญลักษณ์ของธาตุ
อะลูมิเนียม	Aluminium	-	Al
เบริลเลียม	Beryllium	-	Be
คาร์บอน	Carbon	-	C
คลอรีน	Chlorine	-	Cl
ไฮโดรเจน	Hydrogen	-	H
แมกนีเซียม	Magnesium	-	Mg
ออกซิเจน	Oxygen	-	O
สังกะสี	Zinc	-	Zn
พลวง	Antimony	Stibium	Sb
ทองแดง	Copper	Cuprum	Cu
ทอง	Gold	Aurum	Au
เหล็ก	Iron	Ferrum	Fe
ตะกั่ว	Lead	Plumbum	Pb
ปรอท	Mercury	Hydragyrum	Hg
โพแทสเซียม	Potassium	Kalium	K
เงิน	Silver	Argentum	Ag
โซเดียม	Sodium	Natrium	Na
ดีบุก	Tin	Stannum	Sn

ธาตุมีสัญลักษณ์เป็นเครื่องหมายที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน สารประกอบเกิดจากการรวมตัวของธาตุ สารประกอบจึงมีสัญลักษณ์ด้วย เช่นเดียวกัน แต่เรียกว่าเคมีสูตร

สัญลักษณ์ของธาตุอาจหมายถึงอักษรย่อที่ใช้แทนชื่อธาตุทั้งหลายในตารางธาตุ อักษรย่อที่เขียนขึ้นนี้ นอกจากจะเป็นเครื่องหมายแทนชื่อธาตุแล้ว ยังมีความหมายอีก 2 ประการคือ

(1) แทน 1 อะตอมของธาตุ

(2) แทนมวลอะตอมของธาตุนั้น

เช่น เมื่อเขียนสัญลักษณ์ของธาตุเป็น Cl หมายความว่า :-

(1) เป็นสัญลักษณ์ของธาตุคลอรีน

(2) 1 อะตอมของคลอรีน

(3) มวลอะตอมของคลอรีน

✿ หลักการเขียนสัญลักษณ์ของธาตุมีหลักดังนี้

ก. ใช้อักษรตัวแรกของชื่อธาตุในภาษาอังกฤษ และเขียนด้วยตัวใหญ่ เช่น Boron ใช้ B , Carbon ใช้ C

ข. ถ้าอักษรตัวแรกไปซ้ำกับธาตุอื่น ก็ให้ใช้อักษรตัวที่ 2 เพิ่มขึ้นอีก แต่อักษรตัวที่ 2 ต้องเขียนด้วยตัวเล็ก เช่น Barium ถ้าใช้ B จะไปซ้ำกับ Boron ดังนั้น ต้องใช้ Ba

ค. ถ้าใช้อักษรตัวแรกกับตัวที่ 2 ก็ยังซ้ำกับธาตุอื่น ก็ต้องเลือกเอาอักษรตัวต่อไป เช่น Cadmium ถ้าใช้ C จะซ้ำกับ Carbon ถ้าใช้ Ca จะซ้ำกับ Calcium ฉะนั้นจึงใช้ Cd

ง. นอกจากจะใช้อักษรย่อจากชื่อในภาษาอังกฤษแล้ว ยังใช้อักษรย่อจากชื่อในภาษาละติน เช่น ทอง (gold) ใช้สัญลักษณ์ Au มาจากภาษาละติน Aurum หรือเงิน (silver) ใช้สัญลักษณ์ Ag มาจากภาษาละติน Argentum เป็นต้น

เราอาจแยกธาตุต่าง ๆ ออกเป็นหมวดหมู่ตามลักษณะของการตั้งชื่อได้ดังนี้ :-

1. ชื่อเก่า เป็นชื่อที่ใช้กันมานานแล้วสำหรับธาตุที่ค้นพบกันในสมัยโบราณมีรากศัพท์จากภาษาต่าง ๆ เช่น Carbon (ภาษาละติน Carbo) , Silver (ภาษาแองโกลแซกซอน Soelfer) , Zinc (ภาษากรีก Zink)

2. ชื่อตามสารที่เตรียมธาตุนั้นได้เป็นครั้งแรก เช่น aluminium (ภาษาละติน Alumen = สารส้ม) , Calcium (ภาษาละติน Calx = หินปูน) , Beryllium (ภาษาฝรั่งเศสโบราณ Beryl = แร่จำพวกมรกต)

3. ตามคุณสมบัติ มีรากศัพท์ภาษาต่าง ๆ เช่น Iodine (ภาษากรีก Idoes = สีม่วง) , Argon (ภาษากรีก argon = เฉื่อย) , Manganese (ภาษาละติน Magnes = แม่เหล็ก) , Fluorine (ภาษาละติน Fluo = ไหล) , Platinum (ภาษาสเปน Platina = เงิน) , Nickle (ภาษาสวีเดน Kopper nickel = ทองแดงปลอม) , Zirconium (ภาษาอาหรับ Zargum = สีทอง)

4. ชื่อเทพดาโบราณ เช่น tantalum (เทพนิยายกรีก Tantalus) , Vanadium (เทพนิยายสะแกนดิเนเวีย Vanadis เทพธิดาแห่งความงาม) , Thorium (เทพนิยายสะแกนดิเนเวีย Thor เทพเจ้าแห่งสงคราม)

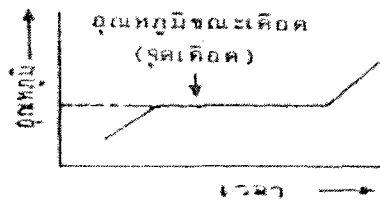
5. ชื่อตามประเทศของผู้ค้นพบ เช่น Polonium (Poland) , Gallium (Gallia ชื่อประเทศฝรั่งเศสในภาษาละติน) , Francium (France) , Germanium (Germany)

6. สถานที่ ที่มีธาตุนั้น เช่น Helium (ชื่อตาม Helios ภาษากรีกแปลว่าดวงอาทิตย์เพราะพบว่ามีธาตุนั้นบนดวงอาทิตย์ก่อน) , Berkelium และ Californium (ประดิษฐ์ขึ้นครั้งแรกที่มหาวิทยาลัย California ซึ่งตั้งอยู่ที่ Berkeley) , Erbium , Terbium , ytterbium และ yttrium (ชื่อตามตำบล Ytterby ในสวีเดน)

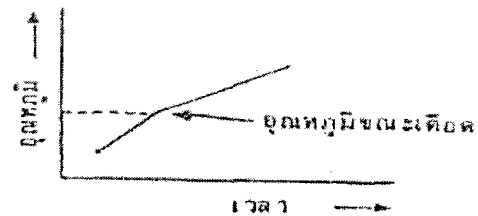
7. ชื่อตามดาว เช่น Uranium (ตามฤกษ์ Uranus) , Selenium (ภาษากรีก Se=ne ดวงจันทร์) , Cerium และ Palladium (ตาม Planetoid ชื่อ Ceres และ Pallas)



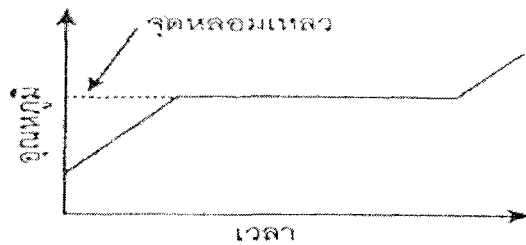
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของสารบริสุทธิ์และสารละลาย



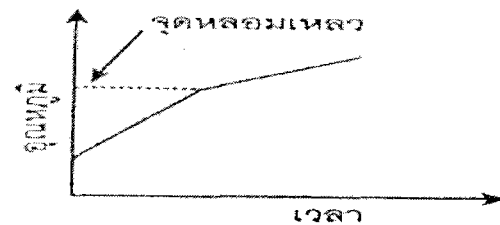
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
อุณหภูมิกับเวลาของสารบริสุทธิ์



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
อุณหภูมิกับเวลาของสารละลาย

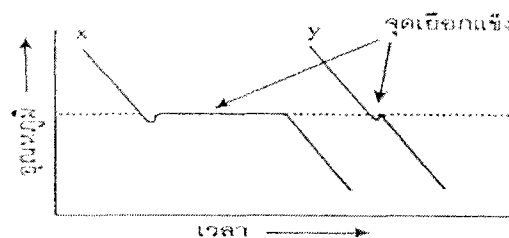


ก. สารบริสุทธิ์



ข. สารละลาย (สารไม่บริสุทธิ์)

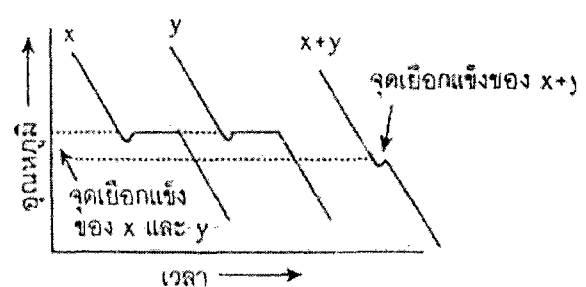
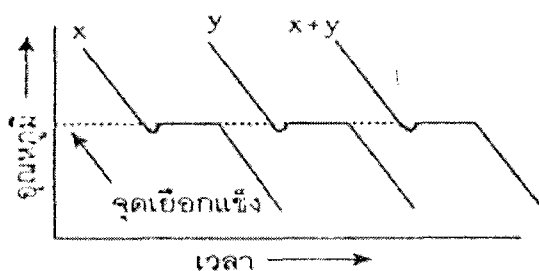
กราฟแสดงจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และของสารละลาย



กราฟแสดงจุดเยือกแข็งของสารบริสุทธิ์และสารละลาย

รูป ก.

รูป ข.



x และ y เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน

x และ y เป็นสารบริสุทธิ์ต่างชนิดกัน

ที่มา : สำราญ พงษ์สุนทร เคมี ม.4 ว 431.2535 : 18 - 20



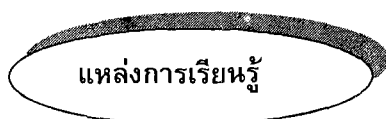
น้ำเสีย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 หมายถึง ของเหลวมวลสารที่ปะปนและปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น น้ำเสียอาจเกิดจาก

1. ชุมชน
2. อุตสาหกรรม
3. เกษตรกรรม
4. แหล่งกำเนิดอื่น ๆ เช่น น้ำฝน

ตัวอย่าง มาตรฐานการควบคุมน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม

ค่าความเป็นกรดและค่า (pH)	ค่ามาตรฐาน	5.5 – 9.0	
สารแขวนลอย	ค่ามาตรฐาน	≠50	มก./ล.
อุณหภูมิ	ค่ามาตรฐาน	≠40	°C
สีและกลิ่น	ค่ามาตรฐาน	ไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	
ค่า BOD	ค่ามาตรฐาน	≠20	มก./ล.
ค่า COD	ค่ามาตรฐาน	≠120	มก./ล.
โลหะหนัก (Hg)	ค่ามาตรฐาน	≠0.005	มก./ล.

ที่มา : องค์การจัดการน้ำเสีย . (2544) กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม : 20



ตามสบายกันได้
เต็มที่เลยขอให้
โชคดีนะจะ.....

♥ อินเทอร์เน็ตจากคอมพิวเตอร์

♥ เว็บไซต์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เว็บไซต์ของเด็กช่างซัก

โลกนักประดิษฐ์

ศาสตร์หลังข่าว

โนวออนไลน์

วิทยาศาสตร์รายวัน

โครงสร้างโมเลกุลในรูปแบบ 3 มิติ (Webmolecules)

เรียนวิทยาศาสตร์จากการปฏิบัติ (Nye Labs Onlines)

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

www.hhmi.org/coolscience

www.invent.org

www.whyfiles.news.wisc.edu

www.pbs.org/wgbh/nova

www.sciencedaily.com

www.molecules.com/vrmlmols

<http://nyelabs.kcts.org>

<http://www.moste.go.th>

กระทรวงสาธารณสุข	http://www.moph.go.th
กระทรวงอุตสาหกรรม	http://www.industry.go.th
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์	http://www.moac.go.th
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวทช.)	http://www.nstda.or.th
ศูนย์บริการสารสนเทศทางเทคโนโลยี	http://www.tiac.or.th
องค์การจัดการน้ำเสีย	http://www.wma.or.th
โครงการห้องสมุดดิจิทัล	http://web.ku.ac.th/schoolnet/
ห้องสมุด online ของไทย	http://arc.rint.ac.th/lib/thailib.html
สารานุกรมสำหรับเยาวชนไทย	http://kanchanapisek.or.th/kp6/index.html
ห้องสมุดความรู้เกษตร	http://www.doae.go.th/library1/index.html
สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	http://www.teenet.chula.ca.th/dbm/octane.asp

♥ หน่วยงาน

- ✿ กองความปลอดภัยโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
75/6 ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทร. 2024087 , 2024092
- ✿ กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม อาคารพหลโยธินเซ็นเตอร์ ชั้น 6 ถนนพหลโยธิน
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400 โทร. 6192200 , 6192300 – 4 ,
โทรสาร 6192297
- ✿ องค์การจัดการน้ำเสีย อาคารพหลโยธินเพลส ชั้น 15 ถนนพหลโยธิน เขตพญาไท
กรุงเทพฯ 10400 โทร. 6190700 โทรสาร 6190688
- ✿ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 5798515 , 5790111 ต่อ 1225 , โทรสาร 9412139
- ✿ การประปานครหลวง กระทรวงมหาดไทย 400 ถนนประชาชื่น เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ
10210 โทร. 5040123 , โทรสาร 5040204
- ✿ ศูนย์ประชาสัมพันธ์ “รวมพลังงานหาร 2” สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงาน
แห่งชาติ 121/1 - 2 ถนนเพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 6121555 ต่อ 204 และ 205
- ✿ ห้องสมุดและศูนย์ข่าวสารสิ่งแวดล้อมโลกสีเขียว 394/46 – 48 ซอยเพ็ญพัฒน์ 4
ถนนมหาราช เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทร. 6222250 – 2 , โทรสาร 6221618
- ✿ ห้องสมุดในโรงเรียน

♥ ครู – อาจารย์ ผู้รู้หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง

@@@@@@@@@@@@@@@@



ใบงานชุดที่ 1

เรื่อง สาร และการเปลี่ยนแปลง

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.4/.....

1. สารที่มองด้วยตาเปล่าเห็นมีลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน เรียกสารนี้ว่า ตัวอย่างเช่น
2. สารที่ถูกผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันตลอด อาจมีสารชนิดเดียวหรือหลายชนิดปนกันก็ได้ เรียกสารนี้ว่า ตัวอย่างเช่น
3. ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม โดยการเติมข้อความลงในตารางต่อไปนี้

สารเนื้อเดียว	สารเนื้อผสม
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.

ระวังนะจ๊ะ

มีสารเนื้อผสมอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่าสารเนื้อผสมประเภท คอลลอยด์ บางชนิดมีลักษณะเนื้อเดียว เนื่องจากอนุภาคมีขนาดเล็กใกล้เคียงสารละลาย ตัวอย่างสารเนื้อผสม ประเภทคอลลอยด์ เช่น ควัน นํ้านม ฯลฯ มักมีการเข้าใจผิดคิดว่าสารชนิดนี้เป็น สารละลาย ถ้าจะจัดจำพวกสารออกเป็นสารละลายบริสุทธิ์ และสารจะต้องใช้..... เป็นเกณฑ์ ถ้าสารที่เกิดจากบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันเป็นสารเนื้อเดียว จะเรียกว่า

ถ้าจะจัดจำพวกสารออกเป็นธาตุและสารประกอบ จะต้องใช้ เป็นเกณฑ์
ธาตุ หมายถึง.....

สารประกอบ หมายถึง.....

4. จากสารต่อไปนี้

ทองแดง (Cu)	น้ำโคลน	ด่างทับทิม (KMnO_4)	น้ำ (H_2O)	น้ำหมึก	น้ำแข็ง
น้ำอัดลม	ทิงเจอร์ไอโอดีน	สังกะสี (Zn)	ตะกั่ว (Pb)	ก๊าซหุงต้ม	อากาศ
น้ำมันพืช	กรดเกลือ (HCl)	เหรียญบาท	พริกกับเกลือ	เพชร (C)	

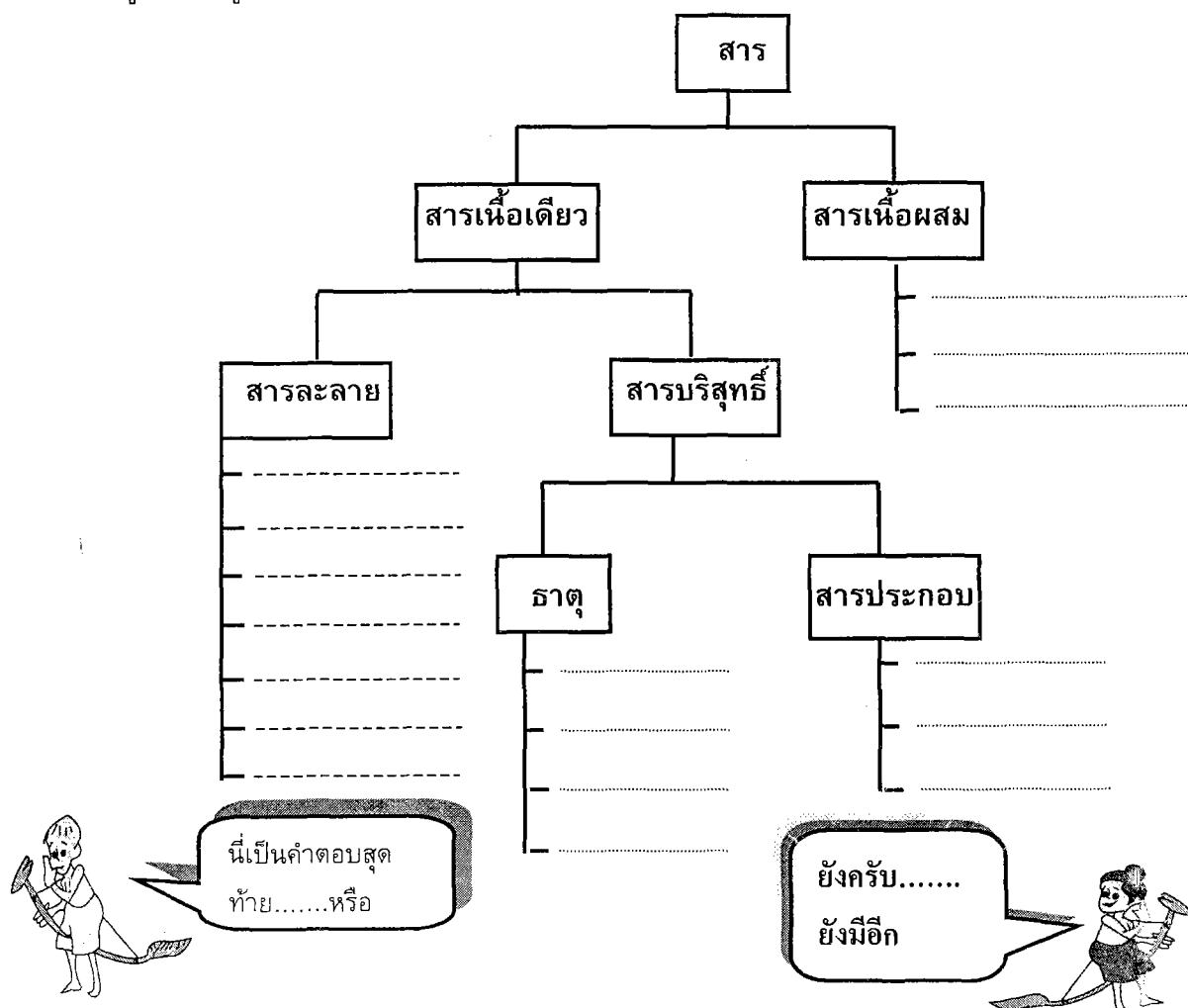
สารใดต่อไปนี้จัดเป็นสารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุและสารประกอบ

สารบริสุทธิ์ ได้แก่

ธาตุ ได้แก่

สารประกอบ ได้แก่

จากข้อ 4 ให้ผู้เรียนจัดสารเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ โดยการเติมประเภทของสาร และชื่อสารตัวอย่างลงในที่ว่างของสารแต่ละพวกในแผนภาพให้สมบูรณ์และถูกต้อง



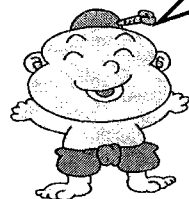
ถ้าผู้เรียนจัดสารโดยใช้คุณสมบัติตามตารางที่ให้จะจัดสารได้ อย่างไร

สาร	การจัดจำพวกลสารที่อุณหภูมิห้อง		
	สถานะ	การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า
น้ำโคลน			
สังกะสี (Zn)			
อากาศ			
น้ำหมึก			
กรดเกลือ (HCl)			
เหรียญบาท			
น้ำแข็ง			
ก๊าซหุงต้ม			
เพชร (C)			
น้ำ (H ₂ O)			

เหนื่อยไหม.....?

ทำอีกหน่อยนะจ๊ะจ๊ะ

จวนจะเสร็จแล้ววววว.....



ถ้านายต้นบันทึกผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางบันทึกผลการทดลองระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของของเหลว 2 ชนิด

สาร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ณ วินาที												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
ของเหลวที่ 1	32	55	54	86	99	100	100.5	101.5	101.5	101.0	101.0	101.0	101.0
ของเหลวที่ 2	34	52	70	85	85.5	86	87	88.5	91.5	93	95	97	100

ให้ผู้เรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยแกน X แทนเวลา
แกน Y แทนอุณหภูมิ

จากกราฟที่ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปของของเหลวทั้ง 2 ชนิด ว่าของเหลวใดเป็นสารบริสุทธิ์
และของเหลวใดเป็นสารละลาย เหตุใดจึงสรุปเช่นนั้น

ของเหลวชนิดที่ 1 เป็นสาร

เพราะ

ของเหลวชนิดที่ 2 เป็นสาร

เพราะ



ไฮโยเราทำเสร็จแล้วละ



ใบงานชุดที่ 1

เรื่อง สาร และการเปลี่ยนแปลง

ชื่อ.....นามสกุล.....เลขที่.....ชั้น ม.4/.....

4. สารที่มองด้วยตาเปล่าเห็นมีลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน เรียกสารนี้ว่า สารเนื้อผสม ตัวอย่างเช่น
 พริกกับเกลือ น้ำคลอง น้ำแกง น้ำแป้ง ผงกำมะถันผสมผงเหล็ก
5. สารที่ถูกผสมกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันตลอด อาจมีสารชนิดเดียวหรือหลายชนิดปนกันก็ได้ เรียกสารนี้ว่า สารเนื้อเดียว ตัวอย่างเช่น น้ำ น้ำเชื่อม เกลือแกง อากาศ นาก
6. ให้ผู้เรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของสารเนื้อเดียวและสารเนื้อผสม โดยการเติมข้อความลงในตารางต่อไปนี้

สารเนื้อเดียว	สารเนื้อผสม
1. ลักษณะเนื้อสารกลมกลืนเป็นเนื้อเดียวกันตลอด	1. ลักษณะเนื้อสารแยกกันอยู่เป็นส่วน ๆ ไม่กลมกลืนกัน
2. จะแยกสารออกจากกันโดยวิธีง่าย ๆ ไม่ได้	2. จะแยกสารออกจากกันโดยวิธีง่าย ๆ ได้
3. มีสมบัติเหมือนกันทุกส่วน	3. มีสมบัติไม่เหมือนกันทุกส่วน
4. การสังเกตด้วยตาบางครั้งไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นสารเนื้อเดียวกันหรือไม่	4. การสังเกตด้วยตาสามารถบอกได้ว่าเป็นสารเนื้อผสม

ระวังนะจ๊ะ

มีสารเนื้อผสมอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่าสารเนื้อผสมประเภท คอลลอยด์ บางชนิดมีลักษณะเนื้อเดียว เนื่องจากอนุภาคมีขนาดเล็กใกล้เคียงสารละลาย ตัวอย่างสารเนื้อผสม ประเภทคอลลอยด์ เช่น ควัน น้ำนม ฯลฯ มักมีการเข้าใจผิดคิดว่าสารชนิดนี้เป็น สารละลาย ถ้าจะจัดจำพวกสารออกเป็นสารละลายบริสุทธิ์ และสารจะต้องใช้ ความบริสุทธิ์ของสาร เป็นเกณฑ์ ถ้าสารที่เกิดจากบริสุทธิ์ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปมารวมกันเป็นสารเนื้อเดียว จะเรียกว่า สารละลาย

ถ้าจะจัดจำพวกสารออกเป็นธาตุและสารประกอบ จะต้องใช้ องค์ประกอบ เป็นเกณฑ์
 ธาตุ หมายถึง สารเนื้อเดียวบริสุทธิ์ที่มีองค์ประกอบเดียว
 สารประกอบ หมายถึง สารบริสุทธิ์ที่มีธาตุตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เป็นองค์ประกอบ

4. จากสารต่อไปนี้

ทองแดง (Cu)	น้ำโคลน	ด่างทับทิม (KMnO_4)	น้ำ (H_2O)	น้ำหมึก	น้ำแข็ง
น้ำอัดลม	ทิงเจอร์ไอโอดีน	สังกะสี (Zn)	ตะกั่ว (Pb)	ก๊าซหุงต้ม	อากาศ
น้ำมันพืช	กรดเกลือ (HCl)	เหรียญบาท	ฟริกกับเกลือ	เพชร (C)	

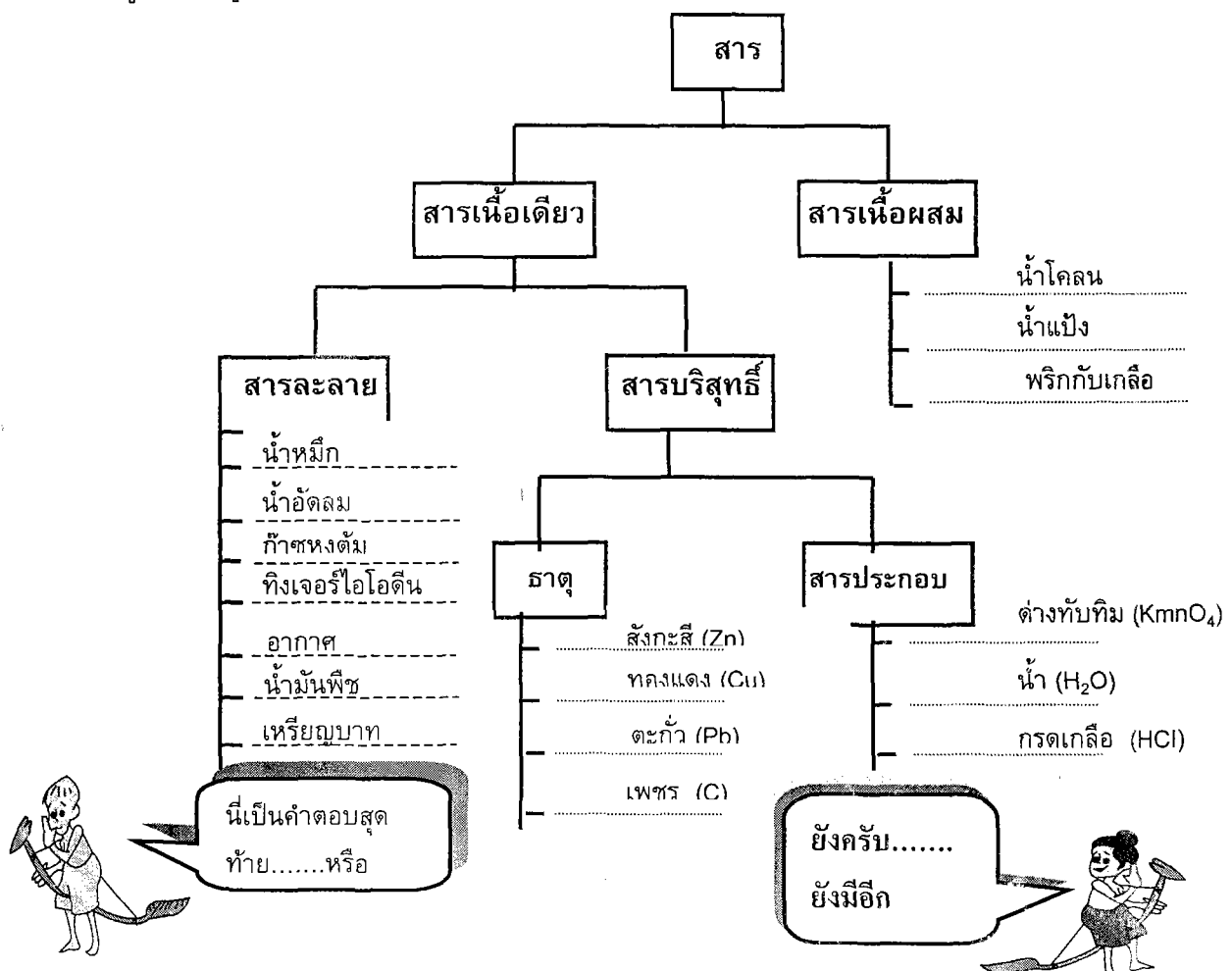
สารใดต่อไปนี้จัดเป็นสารละลาย สารบริสุทธิ์ ธาตุและสารประกอบ

สารบริสุทธิ์ ได้แก่ ธาตุและสารประกอบ

ธาตุ ได้แก่ สังกะสี (Zn), ทองแดง (Cu), ตะกั่ว (Pb), เพชร (C)

สารประกอบ ได้แก่ ด่างทับทิม (KMnO_4), น้ำ (H_2O), กรดเกลือ (HCl)

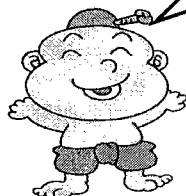
จากข้อ 4 ให้ผู้เรียนจัดสารเหล่านี้ออกเป็นพวก ๆ โดยใช้ลักษณะของเนื้อสารเป็นเกณฑ์ โดยการเติมประเภทของสาร และชื่อสารตัวอย่างลงในที่ว่างของสารแต่ละพวกในแผนภาพให้สมบูรณ์และถูกต้อง



ถ้าผู้เรียนจัดสารโดยใช้คุณสมบัติตามตารางที่ให้จะจัดสารได้ อย่างไร

สาร	การจัดจำพวกรสารที่อุณหภูมิห้อง		
	สถานะ	การนำไฟฟ้า	ไม่นำไฟฟ้า
น้ำโคลน	✓	✓	
สังกะสี (Zn)	✓	✓	
อากาศ	✓		✓
น้ำหมึก	✓	✓	
กรดเกลือ (HCl)	✓	✓	
เหรียญบาท	✓	✓	
น้ำแข็ง	✓	✓	
ก๊าซหุงต้ม	✓		
เพชร (C)	✓		✓
น้ำ (H ₂ O)	✓	✓	

เหนื่อยไหม.....?
ทำอีกหน่อยนะจ๊ะ
จวนจะเสร็จแล้วววว.....



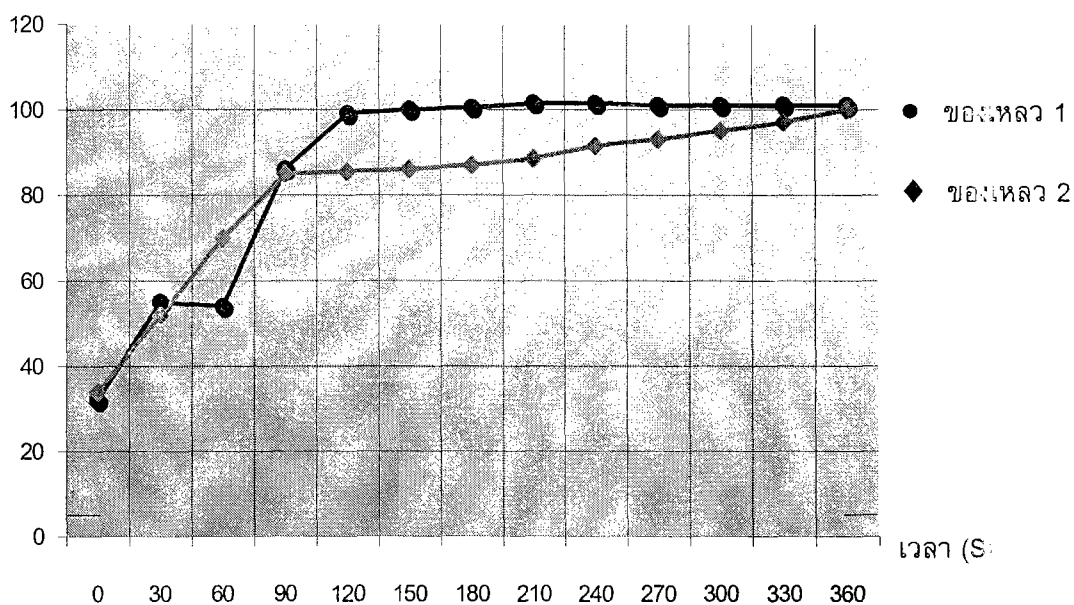
ถ้านายต้นบันทึกผลการทดลองได้ดังนี้

ตารางบันทึกผลการทดลองระหว่างอุณหภูมิกับเวลาของของเหลว 2 ชนิด

สาร	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ณ วินาที												
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
ของเหลวที่ 1	32	55	54	86	99	100	100.5	101.5	101.5	101.0	101.0	101.0	101.0
ของเหลวที่ 2	34	52	70	85	85.5	86	87	88.5	91.5	93	95	97	100

ให้ผู้เรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา โดยแกน X แทนเวลา
แกน Y แทนอุณหภูมิ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)



จากกราฟที่ผู้เรียนจะได้ข้อสรุปของของเหลวทั้ง 2 ชนิด ว่าของเหลวใดเป็นสารบริสุทธิ์
และของเหลวใดเป็นสารละลาย เหตุใดจึงสรุปเช่นนั้น

ของเหลวชนิดที่ 1 เป็นสาร บริสุทธิ์

เพราะ จุดเดือดมีอุณหภูมิคงที่

ของเหลวชนิดที่ 2 เป็นสาร ไม่บริสุทธิ์

เพราะ อุณหภูมิไม่คงที่



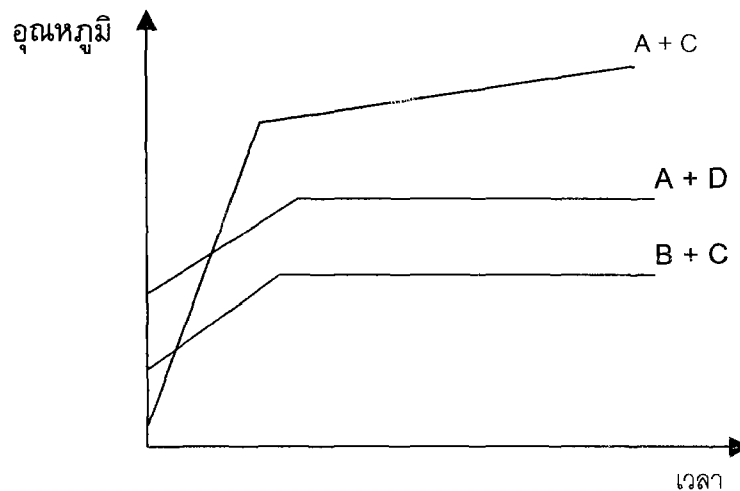
ไฮโยเราทำเสร็จแล้วละ

แบบทดสอบชุดที่ 1. เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

คำชี้แจง ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย (X) ทับตัวอักษร ก, ข, ค, ง และ จ ที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ถ้าต้องการจัดทองแดง น้ำเชื่อม และสารละลายต่างหัตถิม อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะต้องใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจัด
 - ก. การใช้สถานะ
 - ข. การนำไฟฟ้า
 - ค. การละลาย
 - ง. การเป็นสารเนื้อเดียวกัน
 - จ. สมบัติความเป็นกรด – เบส
2. ข้อใดต่อไปนี้จะแสดงว่าสารบริสุทธิ์เป็นธาตุ
 - ก. ทองแดง ทองเหลือง ทองคำ
 - ข. ตะกั่ว โซดาไฟ ดีบุก
 - ค. น้ำตาลทราย น้ำ กำมะถัน
 - ง. ออกซิเจน ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์
 - จ. พรอท ไอโอดีน ดีบุก
3. ข้อใดต่อไปนี้จะจัดเป็นสารละลายทั้งหมด
 - ก. เกลือแกง กำมะถัน นาก
 - ข. ด่างหัตถิม แมงกานีส น้ำคลอง
 - ค. น้ำแป้ง กรดเกลือ สังกะสี
 - ง. เหยี่ยวบาท แอลกอฮอล์เซ็ดแผล อากาศ
 - จ. น้ำอัดลม จุนสี ทิงเจอร์ไอโอดีน
4. ข้อความใดต่อไปนี้จะข้อใดไม่ถูกต้อง
 - ก. ธาตุทุกชนิดเป็นสารบริสุทธิ์
 - ข. สารเนื้อเดียวบางชนิดเป็นธาตุ
 - ค. สารละลายทุกชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
 - ง. สารประกอบบางชนิดเป็นสารเนื้อเดียว
 - จ. สารละลายมีเฉพาะของแข็งละลายในของเหลวเท่านั้น

5. ของเหลว A, B, C และ D เป็นของเหลวใสไม่มีสีเมื่อนำของเหลวมาผสมกันในอัตราส่วน 1 : 1 โดยปริมาตร ซึ่งจะรวมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำไปกลั่นหาอุณหภูมิขณะเดือดได้กราฟดังรูป



ข้อสรุปใดไม่ถูกต้อง

- ก. A ผสม C จัดเป็นสารละลาย
 - ข. A และ D เป็นสารบริสุทธิ์ชนิดเดียวกัน
 - ค. B และ D เป็นสารบริสุทธิ์ต่างชนิดกัน
 - ง. A ผสม D และ B ผสม C ต่างก็เป็นสารบริสุทธิ์
 - จ. เมื่อนำของเหลว B ผสม D มากล้น อุณหภูมิขณะเดือดคงที่ เพราะเป็นสารบริสุทธิ์
- ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6

ชนิดของสาร	จุดหลอมเหลว ($^{\circ}\text{C}$)
A	60 – 65
B	80 – 84
C	50 – 58
D	40 - 50

6. สารใดควรเป็นสารบริสุทธิ์มากที่สุด

- ก. A
- ข. B
- ค. C
- ง. D
- จ. C และ D

7. ขวดใบหนึ่งมีสารละลายไฮดรอกไซด์อยู่ 100 cm^3 บนฉลากข้างขวดระบุส่วนประกอบดังนี้
- | | | | |
|---------|---|---------|---------------------------|
| KCl 10% | $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 40% | NaOH 1% | NH_4Cl 5% |
|---------|---|---------|---------------------------|
- มีสารละลายในขวดนี้มีสารใดเป็นตัวทำละลาย
- KCl
 - $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$
 - NaOH
 - NH_4Cl
 - H_2O
8. ถ้าอาร์มต้องการทดสอบสมบัติของเหลวชนิดหนึ่งมีลักษณะใสไม่มีสีอาร์มควรตั้งสมมติฐานใดเพื่อให้สอดคล้องกับสารที่ต้องการทดสอบ
- ถ้าของเหลวเป็นสารบริสุทธิ์ดังนั้นอุณหภูมิขณะเดือดของสารคงที่
 - ถ้าของเหลวเป็นสารบริสุทธิ์ดังนั้นอุณหภูมิขณะเดือดของสารไม่คงที่
 - ถ้าของเหลวเป็นสารบริสุทธิ์ดังนั้นอุณหภูมิของจุดหลอมเหลวของสารจะกว้าง
 - ถ้าของเหลวเป็นสารบริสุทธิ์ดังนั้นช่วงอุณหภูมิของจุดเยือกแข็งของสารจะกว้าง
 - ถ้าของเหลวเป็นสารบริสุทธิ์ดังนั้นเมื่อนำไประเหยแห้งจะพบของแข็งเหลืออยู่
9. ข้อความใดต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง
- จุดเดือดกับจุดหลอมเหลวของธาตุโลหะแตกต่างกันมาก
 - ธาตุที่เป็นโลหะจะมีจุดหลอมเหลวสูงกว่าธาตุที่เป็นอโลหะเสมอ
 - ธาตุที่เป็นโลหะมีความหนาแน่นมากกว่าธาตุที่เป็นอโลหะเสมอ
 - ธาตุที่นำไฟฟ้าได้ คือ โลหะเท่านั้น
 - ก และ ค

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 10

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

10. สัญลักษณ์ของธาตุแคลิฟอร์เนียมเขียนอย่างไร

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

@@@@@@@@@@@@@@@@

เฉลยแบบทดสอบชุดที่ 1.
เรื่อง สารและการเปลี่ยนแปลง

1. ง
2. จ
3. ง
4. ง
5. จ
6. ข
7. จ
8. ก
9. ข
10. ง

ใบผู้เรียนประเมินผู้สอนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1

คำชี้แจง : การประเมินการสอนไม่มีผลใด ๆ กับผู้เรียนแต่จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สอนในการ นำไป
ปรับปรุง การสอนให้มีคุณภาพ เพื่อผลประโยชน์สำหรับผู้เรียนในด้านการเรียนการสอน

ชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่

ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงช่องตามความเป็นจริง

ข้อ	รายการประเมิน	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1.	จัดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.	การถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียน					
3.	สื่อที่ใช้กระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการ แสวงหาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี					
4.	เปิดโอกาสให้กับผู้เรียนมีส่วนร่วมใน กิจกรรมการเรียนการสอนอย่าง เหมาะสม					
5.	เตรียมอุปกรณ์การสอน , การทดลอง ได้อย่างเหมาะสม					
6.	ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติเรียนรู้จาก สถานการณ์จริง					
7.	ความรู้ที่ได้รับจากการเรียน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง					
8.	มีการประเมินผลอย่างยุติธรรม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ใบผู้สอนประเมินกลุ่มผู้เรียนตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1

เรื่อง

กลุ่มที่ถูกประเมิน

หัวข้อรายงานตามแผนปฏิบัติการ ชื่อ

ให้ผู้เรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตามความเป็นจริง

ข้อ	รายการประเมิน	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1.	มีการแบ่งงานและรับผิดชอบใน ขณะที่ค้นคว้าความรู้และทดลอง					
2.	การรายงานตรงตามจุดประสงค์					
3.	มีการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้เชื่อมโยงกับการ รายงาน					
4.	ความรู้ที่ได้สามารถนำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและ สิ่งแวดล้อม					
5.	การรายงาน / ชิ้นงาน มีการเตรียม การและทำได้สมบูรณ์					
6.	เวลาที่ใช้ในการนำเสนอทำได้ กระชับและเหมาะสม					
7.	สมาชิกภายในกลุ่มให้ความร่วมมือ และช่วยเหลือในหน้าที่รายงาน					
8.	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ผู้สอน ประเมิน

(นางสาวนันท์นัช จิระศึกษา)

วันที่ เดือน พ.ศ. (เวลา

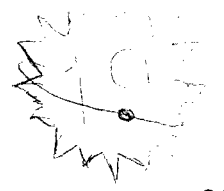
ตัวอย่างอนุทิน (reflect) ของผู้เรียน
เขียนสะท้อนความคิดแต่ละหน่วยการเรียนรู้
หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วย (Unit)

คำขวัญ

วิชาพล

ศักราช ๒๕๖๐

วันที่



UNIT ที่ 1.

ส. 4/5

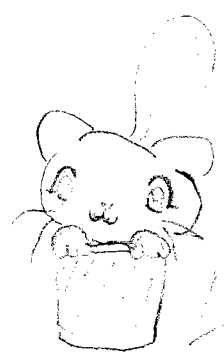
12.431

การเขียนหน่วย

ผมได้ตาม จำมากมาย ทั้งในตำราวิชาต่าง ๆ เทคโนโลยี และสิ่งอื่น ๆ
 ทำให้ผมมีความคิดมากมายอยู่ในหัวรวม ทั้งคำถามต่าง ๆ การเขียนแบบนั้น
 เป็นการเขียนที่ทำได้ยากเขียนไม่เข้าใจ การเขียนที่จะมาในสิ่งต่าง ๆ
 สอนเพื่อที่จะได้ สอนผ่านเท่านั้น แต่การเขียนแบบนั้นก็จะมีความรู้
 ความสามารถ ทักษะการทดลอง มากขึ้น

แต่

การสอนของอาจารย์ เป็นการสอน (คือ) ความรู้ และทักษะเทคโนโลยี
 สังคม และ สิ่งแวดล้อม ด้วย

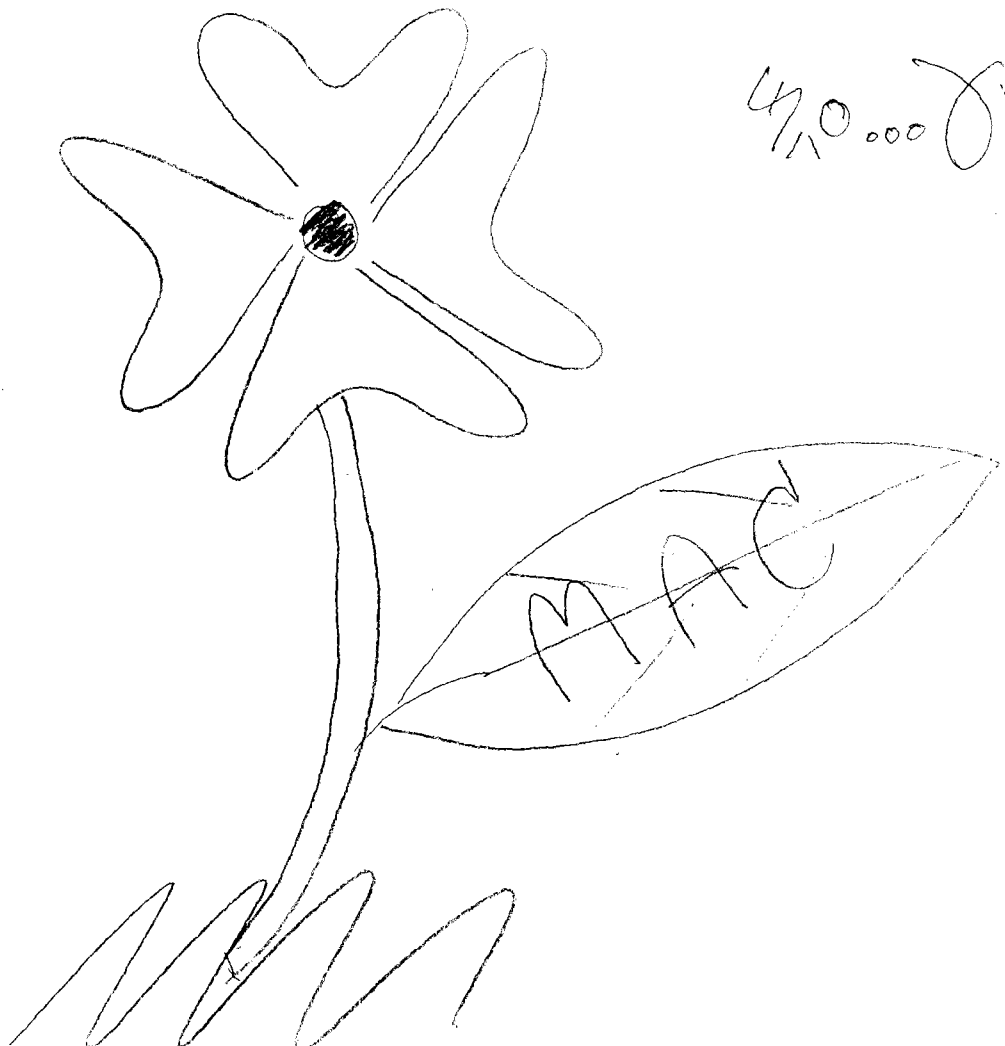


12.431

รักอาจารย์มาก ๆ



ทำนุบำรุงชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ส่งเสริมการบ้านที่ประสบกับ
น้ำท่วม อาจารย์ในท้องถิ่น ปัญหา ในการทำงานหลายอย่าง และเมื่อมีเงิน
มาถึงสาร คอลเลกต์ และสอน ทำให้รู้ถึงสารในสิ่งปะจําวัน
ว่าเช่นอย่างไร มีประโยชน์ โทษอย่างไร ชอบเพื่อนดูกลุ่ม ที่ออก
มาทำงาน สนุกมาก และยังได้รู้ความรู้อีกมาก จากไม่ได้รู้อะไรมา
มางอีกเท่าไร และอาจารย์ก็สอนเพิ่มเติมทำให้รู้สึกมากจน
อยากจะขอบคุณอาจารย์ค่ะ และก็จะไปหาอาจารย์ขึ้นถ้าว่างในหน้า
ด้วยนะคะ



(ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗୁଣଗୁଡ଼ିକର ସମୀକ୍ଷା)

UNIT 4

233

WARE

9. 11. 1979

2
am
--- 1/17

ทำในนามของข้าพเจ้า ๑๐๐% และได้รับ

[illegible][illegible][illegible]

Handwritten: ॥ श्री गुरु नारायण ॥

Adam

11/22/2019 9:00 AM

১৭৫৭/১৮৫৭ খ্রিঃ ১০০০ টাকা ৬০ টি ৬০০০০

၁။ အကျဉ်းချုပ်အားဖြင့် မြန်မာနိုင်ငံတော်၏ အခြေခံဥပဒေနှင့် အညီ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၂။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၃။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၄။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၅။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၆။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၇။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၈။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၉။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။
 ၁၀။ အမျိုးသမီးများ၏ အခွင့်အရေးများကို အထောက်အကူပြုရန် အစိုးရက အားထုတ်ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။

2018.07.18

ภาคผนวก ค

คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

คุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ตาราง 13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.61	.40	21	.75	.24
2	.59	.48	22	.58	.48
3	.67	.48	23	.76	.20
4	.75	.28	24	.62	.48
5	.76	.20	25	.75	.32
6	.42	.56	26	.68	.48
7	.62	.36	27	.78	.20
8	.60	.56	28	.56	.40
9	.53	.20	29	.77	.20
10	.61	.40	30	.63	.48
11	.68	.40	31	.74	.68
12	.66	.44	32	.71	.20
13	.72	.44	33	.66	.64
14	.67	.52	34	.72	.20
15	.72	.36	35	.42	.32
16	.34	.20	36	.72	.32
17	.68	.32	37	.68	.24
18	.71	.28	38	.65	.72
19	.76	.28	39	.54	.20
20	.56	.20	40	.63	.60

ตาราง 14 ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

ข้อที่	p	q	ข้อที่	p	q
1	.61	.24	21	.75	.22
2	.59	.24	22	.58	.20
3	.67	.22	23	.76	.25
4	.75	.20	24	.62	.23
5	.76	.20	25	.75	.20
6	.42	.24	26	.68	.22
7	.62	.24	27	.78	.20
8	.60	.24	28	.56	.25
9	.53	.24	29	.77	.20
10	.61	.22	30	.63	.23
11	.68	.22	31	.74	.20
12	.66	.22	32	.71	.21
13	.72	.20	33	.66	.22
14	.67	.22	34	.72	.20
15	.72	.20	35	.42	.24
16	.34	.22	36	.72	.20
17	.68	.22	37	.68	.22
18	.71	.21	38	.65	.23
19	.76	.20	39	.54	.25
20	.56	.25	40	.63	.23

คุณภาพแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ตาราง 15 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	.72	.36	11	.55	.80
2	.66	.56	12	.71	.20
3	.78	.40	13	.63	.64
4	.74	.20	14	.72	.40
5	.65	.52	15	.68	.40
6	.75	.20	16	.69	.60
7	.69	.56	17	.63	.68
8	.36	.60	18	.76	.32
9	.72	.50	19	.67	.40
10	.73	.36	20	.49	.60

ตาราง 16 ค่า p , q และ pq ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	.72	.28	.20	11	.55	.45	.25
2	.66	.34	.22	12	.71	.29	.21
3	.78	.30	.21	13	.63	.37	.23
4	.74	.26	.20	14	.72	.28	.20
5	.65	.35	.23	15	.68	.32	.22
6	.75	.25	.20	16	.69	.31	.21
7	.69	.31	.21	17	.63	.37	.23
8	.36	.64	.23	18	.76	.24	.20
9	.72	.28	.20	19	.67	.33	.20
10	.73	.27	.20	20	.49	.51	.22

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$\sum pq = 8.70$$

$$\sum x = 2601$$

$$\sum x^2 = 70343$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_t^2 &= \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{(100 \times 70343) - (2601)^2}{100 \times 99} \\ &= \frac{7034300 - 6765201}{9900} \\ &= \frac{269099}{9900} \\ &= 27.18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\ &= \frac{40}{40-1} \left[1 - \frac{8.70}{27.18} \right] \\ &= \frac{40}{39} [1 - 0.32] \\ &= \frac{40}{39} (0.68) \\ &= 1.03 \times 0.68 \\ &= 0.70 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson)

$$\sum pq = 4.29$$

$$\sum x = 1325$$

$$\sum x^2 = 18867$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_t^2 &= \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{(100 \times 18867) - (1325)^2}{100 \times 99} \\ &= \frac{1886700 - 1755625}{9900} \\ &= \frac{131075}{9900} \\ &= 13.24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \\ &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.29}{13.24} \right] \\ &= \frac{20}{19} [1 - 0.32] \\ &= \frac{20}{19} (0.68) \\ &= 1.05 \times 0.68 \\ &= 0.71 \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน
และหลังเรียน

ผลการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 17 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ชื่อ - สกุล		ก่อนเรียน X_1	หลัง X_2	D	D ²
1	ด.ญ.มัลลิกา	มูอำหมัดอาลี	18	26	8	64
2	นายปกรณ์	แดงเพียร	14	25	11	121
3	ด.ช.อรรถพล	ขุนรัตน์	16	29	13	169
4	ด.ญ.เพญจรัตน์	ปิยะพันธุ์วงศ์	13	25	12	144
5	ด.ญ.ศิริรัตน์	พรหมดวงดา	17	27	10	100
6	นายสรวิศ	ภาคอรุณ	7	20	13	169
7	ด.ญ.ภัทรนันท์	ล้อมวัง	7	17	10	100
8	น.ส.ใจดี	จันทร์นิม	16	25	9	81
9	นายจักรพันธ์	สุวรรณณี	14	22	8	64
10	นายนิธิกิจ	สุริยโสภา	15	25	10	100
11	ด.ช.ณัฐพล	ชำนาญศิลป์	12	24	12	144
12	ด.ญ.พัชรนันท์	เงินแถบ	16	30	14	196
13	ด.ญ.กิงกาญจน์	เงินพดด้วง	16	30	14	196
14	ด.ช.ดนัยภัทร	พันธ์สวัสดิ์	17	26	9	81
15	ด.ญ.จิตติรัตน์	ปฤษฎานนท์	14	30	16	256
16	ด.ญ.จุฑามาศ	จิระสิทธิชัยกุล	16	32	16	256
17	ด.ช.ชาญวิทย์	ลิ้มประเสริฐ	15	25	10	100
18	นายเพชร	เจริญดี	9	24	15	225
19	ด.ช.รัชพล	ศรีมหาเอก	17	30	13	169
20	ด.ช.อานนท์	บุญทองโท	15	23	8	64
21	ด.ช.กฤษณ์	วรสุทธิพิศิษฐ์	15	29	14	196
22	ด.ช.สุภาส	จำปาทอง	9	22	11	121
23	ด.ช.วิศรุต	ศรีสุริวงศ์	17	22	5	25
24	ด.ช.สรรเพชญ	สัทธรรมพงษ์	16	21	5	25
25	น.ส.วรินทร์ยุภา	สาระกุล	14	22	8	64

ตาราง 17 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อ - สกุล		ก่อนเรียน X_1	หลัง X_2	D	D ²
26	นายจารักษ์	จิระกุล	14	21	7	49
27	ด.ช.ไกรฤกษ์	พึงภู	15	24	9	81
28	นายเมธี	ตรีวิเชียร	19	24	5	25
29	ด.ช.พิษณุวัฒน์	รันพงศ์พันธ์	21	30	9	81
30	นายชาติรี	จิระโกคิน	8	20	12	144
31	นายณัฐพล	จรัสดำรงนิตย์	15	26	11	121
32	นายธีรวุฒิ	ถมเมืองปัก	13	20	7	49
33	ด.ช.สรชัย	อนันตศิริจินดา	16	24	8	64
34	น.ส.ชฎารัตน์	แก้วเมืองมูล	16	25	9	81
35	ด.ช.สมเกียรติ	ว่างสม	13	25	12	144
36	ด.ช.ก้องเกียรติ	ศุภกิจจงเจริญ	16	30	14	196
37	นายกิตติศักดิ์	อินทรศร	17	31	14	196
38	ด.ช.ธงฉัตร	อุ้วีเชียร	8	17	9	81
39	ด.ช.อภิวัฒน์	เที่ยงทางธรรม	8	22	14	196
40	ด.ช.ปวิวัติ	วรเศรษฐสิงห์	11	20	9	81
41	ด.ช.ฉันทพล	เลื่อมแสง	14	28	14	196
42	ด.ช.ณัฐพล	เจียมจิตร	12	21	9	81
43	นายชัยวัชร	อมรพันธุ์วงศ์	16	24	8	64
44	น.ส.ชิดชนก	วรรณโนทัย	17	26	9	81
45	นายพัชรพล	พูลบำเพ็ญ	11	24	13	169
46	นายนวนบ	เอี่ยมวุฒิ	15	20	5	25
47	นายอภิสิทธิ์	นามวิเศษ	16	21	5	25
48	นายชเนศร์	ฤทธิแปลก	12	23	11	121
49	นายวรพจน์	นันทเดชวงศ์	14	22	8	64
50	นายอโณชา	ชังอิน	6	11	5	25
51	นายเกียรติไชย	สมใจรักษ์	15	26	11	121
52	ด.ญ.ประกายมาศ	บรรจงรักษา	11	24	13	169
	X	13.903	24.498	537	6099	

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงก่อนเรียนและหลังเรียน

$$\begin{array}{lcl} \text{ก่อนเรียน} & \sum X_1^2 & = 10630 \\ & (\sum X_1)^2 & = 522729 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{จากสูตร} & S_t^2 & = \frac{n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2}{n(n-1)} \\ & & = \frac{(52 \times 10630) - (522729)}{52 \times 51} \\ & & = \frac{552760 - 522729}{2652} \\ & & = 11.32 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{หลังเรียน} & \sum X_2^2 & = 31368 \\ & (\sum X_2)^2 & = 1587600 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{จากสูตร} & S_t^2 & = \frac{n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2}{n(n-1)} \\ & & = \frac{(52 \times 31368) - (1587600)}{52 \times 51} \\ & & = \frac{1631136 - 1587600}{2652} \\ & & = 16.416 \end{array}$$

การวิเคราะห์หาค่า t-test แบบ Dependent เพื่อทดสอบสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสารและการเปลี่ยนแปลง

$$\sum D = 537$$

$$\sum D^2 = 6069$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } t &= \frac{\frac{\sum D}{n}}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{n(n-1)}}} \\ &= \frac{537}{\sqrt{\frac{(52 \times 6069) - (537)^2}{(52 - 1)}}} \\ &= \frac{537}{\sqrt{(533.705)}} \\ &= \frac{537}{23.102} \\ &= 23.244 \end{aligned}$$

ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 18 คะแนนวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เลขที่	ชื่อ - สกุล		ก่อนเรียน X_1	หลัง X_2	D	D ²
1	ด.ญ.มัลลิกา	มูฮำหมัดอาลี	11	14	3	9
2	นายปกรณ์	แดงเพียร	9	11	2	4
3	ด.ช.อรรถพล	ขุนรัตน์	8	11	3	9
4	ด.ญ.เพญจรัตน์	ปิยะพันธุ์วงศ์	9	13	4	16
5	ด.ญ.ศิริรัตน์	พรหมดวงตา	11	16	5	25
6	นายสรวิศ	ภาคอรค	8	12	4	16
7	ด.ญ.ภัทรนันท์	ล้อมวัง	10	13	3	9
8	น.ส.ใจดี	จันทร์นิ่ม	6	14	8	64
9	นายจักรพันธ์	สุวรรณณี	12	12	0	0
10	นายนิธิกิจ	สุริยโสภา	8	9	1	1
11	ด.ช.ณัฐพล	ชำนาญศิลป์	10	13	3	9
12	ด.ญ.พัทธนันท์	เงินแถบ	5	11	6	36
13	ด.ญ.กิงกาญจน์	เงินพดด้วง	7	13	6	36
14	ด.ช.ดนภัทร	พันธ์สวัสดิ์	7	14	7	49
15	ด.ญ.ฐิติรัตน์	ปฤษณานนท์	15	16	1	1
16	ด.ญ.จุฑามาศ	จิระสิทธิชัยกุล	10	16	6	36
17	ด.ช.ชาญวิทย์	ลิ้มประเสริฐ	8	14	6	36
18	นายพชร	เจริญดี	14	17	3	9
19	ด.ช.รัชพล	ศรีมหาเอก	8	13	5	25
20	ด.ช.อานนท์	บุญทองโท	9	13	4	16
21	ด.ช.กฤษณ์	วรสุทธิพิศิษฐ์	8	13	5	25
22	ด.ช.สุภาส	จำปาทอง	11	15	4	16
23	ด.ช.วิศรุต	ศรีสุวิวงศ์	11	15	4	16
24	ด.ช.สรรเพชรญ	สัทธรรมพงษ์	10	15	5	25
25	น.ส.วรินทร์ยุภา	สาระกุล	8	13	5	25

ตาราง 18 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อ - สกุล		ก่อนเรียน X_1	หลัง X_2	D	D^2
26	นายจาร์กซ์	จิระกุล	7	14	7	49
27	ด.ช.ไกรฤกษ์	พึงภู	9	14	5	25
28	นายเมธี	ตรีวิเชียร	9	15	6	36
29	ด.ช.พิษณุวัฒน์	รันพงศ์พันธ์	9	14	5	25
30	นายชาติรี	จิระโกคิน	9	16	7	49
31	นายณัฐพล	จรัสดำรงนิตย์	8	13	5	25
32	นายธีรวุฒิ	ถมเมืองปัก	8	11	3	9
33	ด.ช.สรชัย	อนันตศิริจินดา	9	15	6	36
34	น.ส.ชฎารัตน์	แก้วเมืองมูล	9	12	3	9
35	ด.ช.สมเกียรติ	ร่างสม	8	11	3	9
36	ด.ช.ก้องเกียรติ	ศุภกิจจงเจริญ	10	15	5	25
37	นายกิตติศักดิ์	อินทรธร	10	14	4	16
38	ด.ช.ธงฉัตร	อุ้วีเชียร	7	14	7	49
39	ด.ช.อภิวัฒน์	เที่ยงทางธรรม	8	12	4	16
40	ด.ช.ปฎิวัติ	วรเศรษฐสิงห์	8	14	6	36
41	ด.ช.ฉันทพล	เลื่อมแสง	8	14	6	36
42	ด.ช.ณัฐพล	เจียมจิตร	8	13	5	25
43	นายชัยวัชร	อมรพันธ์วงศ์	9	11	2	4
44	น.ส.ชิตชนก	วรรณโนทัย	9	14	5	25
45	นายพัชรพล	พูลบำเพ็ญ	11	16	5	25
46	นายนวนบ	เอี่ยมวุฒิ	12	17	5	25
47	นายอภิสิทธิ์	นามวิเศษ	10	15	5	25
48	นายชณเตร์	ฤทธิ์แปลก	7	8	1	1
49	นายวรพจน์	นันทเดชวงศ์	8	12	4	16
50	นายอโณชา	ชังอิน	9	10	1	1
51	นายเตียรไชย	สมใจรักษ์	8	15	7	49
52	ด.ญ.ประกายมาศ	บรรจงรักษา	9	12	3	9
	$\bar{X}$		9.019	13.403	228	1168

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดความสามารถในแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

$$\begin{array}{llll} \text{ก่อนเรียน} & \sum X_1^2 & = & 4367 \\ & (\sum X_1)^2 & = & 219961 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{จากสูตร} & S_t^2 & = & \frac{n \sum X_1^2 - (\sum X_1)^2}{n(n-1)} \\ & & = & \frac{(52 \times 4367) - (219961)}{52 \times 51} \\ & & = & \frac{227084 - 219961}{2652} \\ & & = & 2.685 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{หลังเรียน} & \sum X_2^2 & = & 9435 \\ & (\sum X_2)^2 & = & 485809 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{จากสูตร} & S_t^2 & = & \frac{n \sum X_2^2 - (\sum X_2)^2}{n(n-1)} \\ & & = & \frac{(52 \times 9435) - 485809}{52 \times 51} \\ & & = & \frac{490620 - 485809}{2652} \\ & & = & 1.814 \end{array}$$

การวิเคราะห์หาค่า t-test แบบ Dependent เพื่อทดสอบสมมติฐานความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

$$\begin{aligned}\sum D &= 228 \\ \sum D^2 &= 51984\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } t &= \frac{\frac{\sum D}{n}}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{n(n-1)}}} \\ &= \frac{228}{\sqrt{\frac{(52 \times 1168) - (228)^2}{52 - 1}}} \\ &= \frac{228}{\sqrt{\frac{(60736 - 51984)}{51}}} \\ &= \sqrt{\frac{228}{171.607}} \\ &= \frac{228}{13.099} \\ &= 17.405\end{aligned}$$

ภาคผนวก จ

คะแนนแบบทดสอบของกลุ่มทดลอง

จากการทดสอบตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4

**คะแนนแบบทดสอบของกลุ่มทดลองจากการทดสอบตามแผนปฏิบัติการชุดที่ 1
ถึงชุดที่ 4**

ตาราง 19 คะแนนแบบทดสอบภายในแผนปฏิบัติการชุดที่ 1 ถึงชุดที่ 4

เลขที่	ชื่อ – สกุล		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	รวม
			10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	10 คะแนน	
1	ด.ญ.มัลลิกา	มูฮำหมัดอาลี	5	5	6	6	22
2	นายปรกรณ์	แดงเพียร	6	6	7	5	24
3	ด.ช.อรรถพล	ขุนรัตน์	7	7	6	7	27
4	ด.ญ.เพญจรัตน์	ปิยะพันธุ์วงศ์	6	7	6	5	24
5	ด.ญ.ศิริรัตน์	พรหมดวงตา	5	5	6	6	22
6	นายสรวิศ	ภาคอรรรค	5	6	8	6	25
7	ด.ญ.ภัทรนันท์	ล้อมวัง	5	6	6	5	22
8	น.ส.ใจดี	จันทร์น้อม	5	5	8	6	24
9	นายจักรพันธ์	สุวรรณฉวี	5	6	7	7	25
10	นายนิธิกิจ	สุริยโสภา	5	5	6	6	22
11	ด.ช.ณัฐพล	ชำนาญศิลป์	5	5	6	6	22
12	ด.ญ.พัทธนันท์	เงินแถบ	6	8	8	8	30
13	ด.ญ.กึ่งกาญจน์	เงินพดด้วง	6	8	6	7	27
14	ด.ช.ดนภัทร	พันธ์สวัสดิ์	5	9	7	8	29
15	ด.ญ.ฐิติรัตน์	ปฤษฎานนท์	5	6	6	6	23
16	ด.ญ.จุฬามาศ	จิระสิทธิชัยกุล	6	7	8	5	26
17	ด.ช.ชาญวิทย์	ลิ้มประเสริฐ	6	7	7	8	28
18	นายพชร	เจริญดี	6	6	6	6	24
19	ด.ช.รัชพล	ศรีมหาเอก	5	8	7	6	26
20	ด.ช.อานนท์	บุญทองโท	5	7	6	6	24
21	ด.ช.กฤษณ์	วรสุทธิพิศิษฐ์	5	6	6	7	24
22	ด.ช.สุภาส	จำปาทอง	8	7	8	8	31
23	ด.ช.วิศรุต	ศรีสุรวงศ์	6	5	5	6	22
24	ด.ช.สรรเพชญ	สัทธรรมพงษ์	5	6	5	6	22
25	น.ส.วรินทร์ยุภา	สาระกุล	6	6	8	7	27

ตาราง 19 (ต่อ)

เลขที่	ชื่อ - สกุล		ชุดที่ 1 10 คะแนน	ชุดที่ 2 10 คะแนน	ชุดที่ 3 10 คะแนน	ชุดที่ 4 10 คะแนน	รวม
26	นายจารักษ์	จิระกุล	6	6	7	8	27
27	ด.ช.ไกรฤกษ์	พึ้งภู	5	6	7	8	26
28	นายเมธี	ตริวิเชียร	6	6	7	6	25
29	ด.ช.พิษณุวัฒน์	รันพงศ์พันธ์	7	8	7	7	29
30	นายธาดรี	จิระโกสิน	5	6	8	6	23
31	นายณัฐพล	จรัสดำรงนิตย์	6	7	7	7	27
32	นายธีรภูมิ	ถมเมืองปัก	7	5	6	8	26
33	ด.ช.สรชัย	อนันตศิริจินดา	7	6	6	7	26
34	น.ส.ชฎารัตน์	แก้วเมืองมูล	7	5	6	7	25
35	ด.ช.สมเกียรติ	ร่างสม	7	8	7	7	29
36	ด.ช.ก้องเกียรติ	ศุภกิจจงเจริญ	7	8	8	8	31
37	นายกิตติศักดิ์	อินทรศร	7	7	8	7	29
38	ด.ช.ธงฉัตร	อู๋วิเชียร	6	7	5	6	24
39	ด.ช.อภิวัฒน์	เที่ยงทางธรรม	5	6	6	7	24
40	ด.ช.ปฎิวัติ	วรเศรษฐสิงห์	5	7	5	6	23
41	ด.ช.ฉันทพล	เลื่อมแสง	8	7	7	8	30
42	ด.ช.ณัฐพล	เจียมจิตร	8	6	7	8	29
43	นายชัยวัชร	อมรพันธ์วงศ์	8	8	8	8	32
44	น.ส.ชิตชนก	วรรณโนทัย	7	8	8	7	30
45	นายพัชรพล	พูลบำเพ็ญ	5	7	8	6	26
46	นายนวนบ	เอี่ยมวุฒิ	5	5	6	7	23
47	นายอภิสิทธิ์	นามวิเศษ	5	5	6	5	21
48	นายชณศร์	ฤทธิแปลก	5	5	7	5	22
49	นายวรพจน์	นันทเดชวงศ์	5	6	6	6	23
50	นายอโณชา	ชังอิน	7	6	7	8	28
51	นายเกียรติไชย	สมใจรักษ์	5	5	5	7	22
52	ด.ญ.ประกายมาศ	บรรจงรักษา	6	8	8	7	29
คะแนนรวมทั้งหมด			306	333	346	346	1331
คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน			5.884	6.403	6.653	6.653	25.596

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ

เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการสอน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี
และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. อาจารย์ ดร.ปรีชาญ เดชศรี
หัวหน้าสาขาประเมินมาตรฐานสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์อุบล พึ่งเพียร
อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร
3. อาจารย์อุบลรัฐ คล้ายรอด
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนโยธินบูรณะ

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวนันทน์ จิระศึกษา
วัน เดือน ปี เกิด	4 ธันวาคม 2502
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	67/41 ซอยอาวุธอุปถัมภ์ ถ.พระราชราษฎร สาย 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	โรงเรียนโยธินบูรณะ 1162 ถนนสามเสน แขวงถนนนครไชยศรี เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2522	โรงเรียนเทเวศน์วิทยาลัย
พ.ศ.2526	กศ.บ. จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (บางแสน)
พ.ศ.2544	กศ.ม. จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ