

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับ
นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี)
ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม

A DEVELOPMENT OF GENERAL CHEMISTRY LABORATORY COMPUTER
ASSISTED INSTRUCTION ON INTRODUCTION EXPERIMENT FOR
THE FIRST YEAR MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS
(THREE-YEAR PROGRAM) OF SIAM UNIVERSITY

จิรวรรณ พัฒน์ทอง
JEERAWAN PHATTONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-324-130-2

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับ
นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี)
ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม

A DEVELOPMENT OF GENERAL CHEMISTRY LABORATORY COMPUTER
ASSISTED INSTRUCTION ON INTRODUCTION EXPERIMENT FOR
THE FIRST YEAR MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS
(THREE - YEAR PROGRAM) OF SIAM UNIVERSITY

จิรวรรณ พัฒน์ทอง

JEERAWAN PHATTONG

เลขหมึก.....
เลขทะเบียน **45639**
วัน, เดือน, ปี 1 2 ค.พ. 2546

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974 - 324 - 130 - 2

**A DEVELOPMENT OF GENERAL CHEMISTRY LABORATORY COMPUTER
ASSISTED INSTRUCTION ON INTRODUCTION EXPERIMENT FOR
THE FIRST YEAR MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS
(THREE - YEAR PROGRAM) OF SIAM UNIVERSITY**

JEERAWAN PHATTONG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (CHEMISTRY)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2002

ISBN 974 - 324 - 130 - 2

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมี ทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม
นักศึกษา	นางสาวจิรวรรณ พัฒน์ทอง
รหัสประจำตัว	42064211
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (เคมี)
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.มนัส บุญประกอบ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 31 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.83 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.13 – 0.80 และค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.71

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เกณฑ์ 80/80 และสถิติที่ใช้ในการทดสอบ คือ t-test แบบ Dependent Samples ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี มีประสิทธิภาพ 81.03 / 80.11
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Thesis Title	A Development of General Chemistry Laboratory Computer Assisted Instruction on Introduction Experiment for The First Year Mechanical Engineering Students (Three - Year Program) of Siam University
Student	Miss Jeerawan Phattong
Student ID.	42064211
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Chemistry)
Year	2002
Thesis Advisor	Dr.Wilaiporn Worrachittanont
Thesis Co-advisor	Dr.Manat Boonprakob

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop the efficiency of general chemistry laboratory computer assisted instruction in Introduction Experiment for the first year Mechanical Engineering Students (Three - Year Program) of Siam University and to compare the general chemistry laboratory achievement prior and after learning by using the developed computer assisted instruction.

The samples consisted of thirty one students selected from the population employing the cluster sampling technique. The population involved the first year Mechanical Engineering Students (Three - Year Program) of first semester in the academic year of 2002 of Siam University, Bangkok.

Research instruments included the general chemistry laboratory computer assisted instruction and the achievement test in Introduction Experiment. The achievement test comprised of 30 items which had the degree of difficulty ranging from 0.25 - 0.83, the degree of discrimination between 0.13 - 0.80 and the reliability coefficient of 0.71

To examine the efficiency of the computer assisted instruction, the 80/80 criteria was used. The t-test for Dependent Samples was also employed to compare the students' achievement prior and after learning by using the computer assisted instruction.

The results of the research were as follow :

1. The efficiency of computer assisted instruction was 81.03 / 80.11
2. The achievement on Introduction Experiment in general chemistry laboratory for the first year Mechanical Engineering Students (Three - Year Program) of Siam University after using the computer assisted instruction was statistically significant higher than the prior of using the computer assisted instruction at the level of .01

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.มนัส บุญประกอบ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ ช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณิ ลีกิจวัฒน์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ และดร.สุรสิทธิ์ ราตรี ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณอาจารย์บรรเทิง ศิลป์สกุลสุข อาจารย์ศิริพร พลายลมุล อาจารย์อุดม พลเยี่ยม ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของแบบทดสอบ วัตถุประสงค์ทางการเรียนและเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ขอขอบคุณอาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ทรงวุฒิ บรรณศิริ และอาจารย์ยุพาภรณ์ นวลเพ็ญ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทางด้านเทคนิคการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และขอขอบคุณ อาจารย์จรรยารัตน์ เหล่ากุลบดี ที่ช่วยพากษ์เสียงประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ มารดา และครู-อาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

จิรวรรณ พัฒน์ทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 วิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป.....	9
2.2 ทักษะปฏิบัติการทดลอง.....	39
2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	42
2.4 เครื่องมือช่วยสร้างบทเรียน.....	59
2.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	70
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป.....	72
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	81
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	81
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	81
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	88
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	89

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ.....	93
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	93
5.2 อภิปรายผล.....	94
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	95
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก	102
ภาคผนวก ก ตัวอย่างบทเรียน.....	103
ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	122
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ เคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	130
ภาคผนวก ง ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการ เคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	133
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ เนื้อหา น้ำหนัก จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ และจำนวนข้อสอบที่ออกเกินในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	135

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ฉ ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	137
ภาคผนวก ช คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการ ทดลองเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	139
ประวัติผู้เขียน.....	141

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างสารเคมีที่ผสมกันไม่ได้	11
2.2 ตัวอย่างสารไวไฟ	12
2.3 อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและการนำไปใช้	15
2.4 กระดาษกรองที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ (Qualitative grade papers)	35
2.5 กระดาษกรองที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ (Quantitative grade papers)	35
4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	91
4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1.....	92
6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	133
6.2 ผลการวิเคราะห์ เนื้อหา น้ำหนัก จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ และจำนวนข้อสอบที่ออกเกินในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิบัติการทดลองเคมี.....	135
6.3 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี.....	138
6.4 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	140

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 เครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมีต่าง ๆ	13
2.2 แสดงส่วนประกอบของตะเกียงนูนเลน	22
2.3 โครงสร้างของเปลวไฟ	23
2.4 โถอบแห้ง	24
2.5 ลักษณะการใช้ขวดวัดปริมาตรเตรียมสารละลาย	26
2.6 ลักษณะของปิเปต (1) แบบกระเปาะ (แบบสเกล).....	26
2.7 เทคนิคการใช้ปิเปต	27
2.8 การติดตั้งบิวเรต	28
2.9 ลักษณะการจับบิวเรตที่ถูกต้องกับการถ่ายสารละลายในบิวเรตลงในภาชนะรองรับ.....	29
2.10 เทคนิคการนำของแข็งออกจากขวด	30
2.11 ลักษณะการเทของเหลวหรือสารละลายออกจากขวด	31
2.12 การเทของเหลวหรือสารละลายออกจากบีกเกอร์หรือภาชนะอื่น ๆ	31
2.13 การถ่ายสารละลายออกจากปิเปตหรือหลอดหยด	32
2.14 เทคนิคการเขย่าหลอดทดลอง	32
2.15 เทคนิคการกวนสารละลาย	33
2.16 การกวนสารละลายด้วยวิธีหมุนสารละลายด้วยข้อมือ	33
2.17 การติดตั้งอุปกรณ์การกรอง	36
2.18 การพับกระดาษกรอง	37
2.19 เทคนิคการไตเตรท	38
2.20 การอ่านปริมาตรของเหลว	39
2.21 รูปแบบบทเรียนโปรแกรมเพื่อการสอน	45
2.22 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบฝึกทักษะ	46
2.23 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง	46
2.24 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบเกมเพื่อการสอน	47
2.25 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว	51
2.26 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกรอบ.....	52

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.27 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ	52
2.28 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบและย้อนกรอบ.....	52
2.29 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทางเดินหลายเส้น.....	53
2.30 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว	54
2.31 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม.....	54
2.32 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง.....	55
2.33 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่	55
2.34 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ	56
2.35 หน้าต่างโปรแกรม Authorware 5.2	61
2.36 หน้าต่างออกแบบบทเรียน	62
2.37 หน้าต่างเสนอบทเรียน.....	64
2.38 สัญลักษณ์ภาพในกล่องเครื่องมือสร้างภาพ.....	64
2.39 รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ และการตอบสนอง	65
2.40 รูปแบบกำหนดการแสดงผลของวัตถุ	65
2.41 รูปแบบการเปลี่ยนของภาพ	66
2.42 หน้าต่างโปรแกรม Adobe Photoshop	68
2.43 หน้าต่างโปรแกรม Adobe Imagestyler.....	69
2.44 หน้าต่างโปรแกรม Macromedia Flash	70

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของสังคมทั้งภายในและภายนอกประเทศเป็นไปอย่างรวดเร็ว ความรู้ ข้อมูล ข่าวสาร แพร่กระจายและเชื่อมโยงถึงกันด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ ก่อให้เกิดการหลั่งไหลของกระแสโลกาภิวัตน์ส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม การเมืองการปกครอง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากการใช้พหุวัฒนธรรมนี้เอง ส่งผลให้ประเทศไทยต้องแข่งขันกับนานาประเทศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และเพื่อให้ประเทศมีศักยภาพในการแข่งขันและยืนหยัดอยู่ได้อย่างมั่นคงและมีศักดิ์ศรีในสังคมโลกบนรากฐานความเป็นไทย ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 ได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของคน โดยเน้นให้ “คน” เป็นศูนย์กลางของการพัฒนา และให้มีโอกาสในการมีส่วนร่วมในการพัฒนาประเทศในทุก ๆ ด้าน ส่งผลให้มีการพัฒนาประเทศโดยรวม

การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญที่สุดในการสร้างความเจริญก้าวหน้าและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในสังคม เนื่องจากเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้คนพัฒนาตนเองในด้านต่าง ๆ ที่จะดำรงชีพอยู่ได้ด้วยความสุข รู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง ความเป็นพลังในการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนได้ ในอดีตที่ผ่านมา กระบวนการเรียนการสอนยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาคนให้ “มองกว้าง คิดไกล ใฝ่ดี” สามารถเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้ เนื่องจากการจัดกระบวนการเรียนการสอนยังมุ่งเน้นเฉพาะการถ่ายทอดเนื้อหา ไม่เน้นกระบวนการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น การแสวงหาความรู้ การวัดผลการเรียนที่เน้นการจำ รวมทั้งการศึกษาต่อในทุกๆ ระดับยังไม่สะท้อนจุดประสงค์ของหลักสูตร ก่อให้เกิดความไม่เสมอภาคในการศึกษาและมีผลกระทบต่อคุณภาพการศึกษา ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงระบบการเรียนรู้ การวัด และประเมินผลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) มีแนวทางการปรับปรุงในด้านการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตร ปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอน ผลิตและพัฒนาสื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540 : คำนำ-บทนำ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้จัดทำแผนระยะยาวในช่วง 15 ปี (พ.ศ. 2535-2549) โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 2 ประการในการจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คือ (1) เป็นการศึกษามูลฐานของประชาชนทั่วไป เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีศักยภาพและจิตวิญญาณในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม มีความสามารถในการวินิจฉัยและแก้ปัญหาตลอดจนการตัดสินใจที่ถูกต้อง เหมาะสม สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนา คุณภาพชีวิต ตลอดจนใช้ทรัพยากรธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปกป้องสิ่งแวดล้อมได้ อย่างเหมาะสม การจัดการศึกษาเพื่อตอบสนองจุดมุ่งหมายนี้จำเป็นต้องจัดให้นักเรียนทุกระดับชั้น ตั้งแต่ประถมจนถึงชั้นอุดมศึกษา และประชาชน ทั่วไปทุกอาชีพและทุกกลุ่มอายุ โดยต้องสร้าง โอกาสให้ทุกคนได้รับบริการการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ (2) เป็นการศึกษาสำหรับกลุ่มคนที่สนใจและมีความถนัดเฉพาะด้าน เพื่อ ส่งเสริมให้เป็นนักวิจัยที่มีความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นเองเพื่อนำไปสู่การเป็นสังคมผู้ผลิต (สำนักงานคณะกรรมการการ ศึกษาแห่งชาติ. 2540 : คำนำ-บทนำ)

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ การทดลองควบคู่ไปกับการเรียนภาคทฤษฎี กิจกรรมการทดลองถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิชา วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นสื่อสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจทฤษฎี สามารถเรียนรู้จนเกิดมโนคติ และที่สำคัญสถานการณ์ต่าง ๆ ในกิจกรรมการทดลองจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ นั่นคือ การทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าให้ผู้เรียนท่องจำ จากตำรา (ไพศาล สุวรรณน้อย. 2527 : 551) และในการปฏิบัติการทดลองเคมีหากผู้ทดลองได้ เรียนรู้เทคนิคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลองและสามารถปฏิบัติได้อย่างดีแล้วจะช่วยส่งเสริมให้ ทำการทดลองได้ผลที่ถูกต้อง คุ่มค่า และยังช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองได้อีกทาง หนึ่ง (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2528 : 1) นอกจากนี้ จากการวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าสาเหตุของการเกิด อุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพ มหานคร มักเกิดจากผู้ทดลองเลินเล่อ ผู้ทดลองไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง ผู้ทดลองขาดทักษะ ผู้ทดลอง บกพร่อง และขาดความรู้ที่ดีพอเกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี และเทคนิคการ ทดลองอย่างปลอดภัย (สมศรี เข็ยงสาต. 2527 : 24) ดังนั้นการเรียนการสอนในรูปแบบเดิมเริ่ม ไม่เพียงพอต่อการตอบสนองให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ครูจึงต้องพยายามหาวิธีการสอน รูปแบบใหม่หรือนำเทคโนโลยีแบบใหม่ ๆ เข้ามาประยุกต์ใช้หรือปรับปรุงให้เหมาะสมกับการเรียน การสอนในชั้นเรียนเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีหนึ่งที่กำลังเป็นที่ นิยมนำมาใช้ในวงการศึกษาก็คือคอมพิวเตอร์

การนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในระบบการศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (ลัดดาวัลย์ สุชะวลลิต, 2541 : 85) สาเหตุที่ต้องนำคอมพิวเตอร์เข้าสู่ระบบการศึกษาเนื่องจากเหตุผลทางสังคมเพราะเยาวชนคนรุ่นใหม่ได้รับการเตรียมพร้อมในอันที่จะต้องเผชิญกับเทคโนโลยีในอนาคต เหตุผลทางด้านการศึกษาประกอบอาชีพ เพื่อเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ และคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยแรงในการแก้ปัญหาในกระบวนการเรียนการสอน ช่วยลดความจำข้อเท็จจริงในการบริหารงาน เน้นการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านการช่วยเหลือมากกว่าการแข่งขัน โดยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยแรงให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้การศึกษาเป็นไปในทิศทางที่ต้องการ เหตุผลทางด้านเทคโนโลยีข่าวสาร คอมพิวเตอร์มีส่วนช่วยให้นักเรียนสนใจการเรียนมากขึ้น ช่วยให้นักเรียนที่พิการทางกายสามารถเรียนรู้ได้เช่นเดียวกับคนปกติ (นงนุช วรรณนหะ, 2538 : 1)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแล้วทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจุดเด่นอยู่ที่ความน่าสนใจ สีสดใส ภาพที่เคลื่อนไหวที่ปรากฏอยู่ที่หน้าจอและให้ผลย้อนกลับทันทีด้วยจุดเด่นนี้เองปัจจุบันจึงได้มีผู้คิดพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้นเป็นลำดับ โดยจัดทำให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็ก จะมีรูปแบบที่ใช้ง่าย สีสดใส ตัวหนังสือใหญ่ ๆ มีภาพการ์ตูนประกอบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษา ก็จะมีรูปแบบที่เน้นเนื้อหาทางวิชาการมากขึ้น แต่ก็ยังมีสีสันและภาพประกอบเพื่อความน่าสนใจซึ่งมีข้อดีกว่าหนังสือเรียนหรือการเรียนในห้องเรียน เช่น ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ จะเรียนซ้ำกี่ครั้งก็ได้และสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง

จากการที่ผู้วิจัยเป็นอาจารย์สอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปให้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) นักศึกษากลุ่มนี้จบการศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ไม่เคยเรียนวิชาเคมีและไม่เคยทำการทดลองทางเคมีมาก่อน เมื่อมาเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปตามโครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ทำให้นักศึกษาไม่กล้าที่จะลงมือทำการทดลองเนื่องจากจำชื่อ อุปกรณ์ในการทดลองไม่ได้ ไม่ทราบวิธีในการใช้อุปกรณ์และเทคนิคต่าง ๆ ในการทดลอง บางครั้งก่อให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์การทดลองซึ่งมีราคาแพง และจากการประเมินผลการศึกษาปลายภาคเรียนของนักศึกษากลุ่มนี้ผลการเรียนภาคปฏิบัติการไม่ดีเท่าที่ควร และส่งผลกระทบต่อการเรียนวิชาเคมีภาคทฤษฎีด้วย ที่สำคัญสภาวิศวกรได้กำหนดข้อบังคับว่าด้วยการออกใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมระดับภาคีวิศวกร พ.ศ. 2543 สำหรับผู้ขอใบอนุญาตที่เข้ารับการศึกษาดังแต่ปีการศึกษา 2544 เป็นต้นไป ต้องเรียนได้ระดับผลการเรียนไม่ต่ำกว่า C ในวิชาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและวิชาวิศวกรรมหลักเฉพาะ ซึ่งวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปอยู่ในกลุ่มวิชาพื้นฐานทางด้านวิศวกรรม

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เป็นสื่อเพื่อสอนก่อนเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเพื่อให้

นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี เครื่องมือ อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้ และเรียนรู้เทคนิคปฏิบัติการ ทดลองที่ถูกต้องซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการเรียนภาคปฏิบัติส่งผลให้นักศึกษาทำการทดลองได้ รวดเร็วผลการทดลองถูกต้องแล้วยังสามารถช่วยลบลูกบาศก์ที่จะเกิดขึ้นขณะทดลองได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมทักษะในการปฏิบัติการทดลอง และการทำงานเป็นกลุ่มด้วย

ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี จากนั้นหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ของนักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ในครั้งนี้ได้นำแนวคิดของประวิทย์ บึงสว่าง (2537 : 88-89) มาเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี จากหลักสูตรสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร และจากหนังสือเทคนิคการทดลอง
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีและอันตรายจากสารเคมี วิธีการใช้และเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการเคมีได้ถูกต้องเหมาะสม และมีเทคนิคการทดลองที่ถูกต้องก่อนลงมือปฏิบัติ
3. ศึกษาโปรแกรม Authorware Professional Version 5.2
4. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา เอกสาร วารสาร รวมทั้งผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กำหนดรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสอน (Tutorial Instruction) ผสมกับบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)
6. ออกแบบบทเรียน โดยเน้นในเรื่องการใช้ภาพ เนื้อหา ผสมผสานกับกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง คำถามที่สั้นได้ใจความ และการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียนแล้วนำมาสร้างเป็นผังงาน
7. นำผังงานที่สร้างเสร็จแล้วมาเขียนสคริปต์เป็นการเตรียมการนำเสนอภาพ ตัวอักษร รวมทั้งสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ ลงบนกระดานขบจรูไว้ในรอบ โดยประกอบด้วยกรอบนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำผู้วิจัย กรอบแนะนำการใช้บทเรียน กรอบเนื้อหา กรอบทบทวน และกรอบส่งท้าย ให้มีความเหมาะสมในการนำเสนอทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีเนื้อหาดังนี้
 - บทเรียนที่ 1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี
 - บทเรียนที่ 2 เครื่องมือ อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้
 - บทเรียนที่ 3 เทคนิคการทดลอง
8. นำสคริปต์มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear program) โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional Version 5.2

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Klopfer (อ้างในภพ เลหาไพบูลย์. 2540 : 95) และเขาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 178 - 179) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป โดยสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัดเฉพาะด้านความรู้ความจำ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นข้อ ๆ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมด
2. กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน
3. เตรียมตารางเฉพาะเพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนให้ชัดเจน
4. สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่จะทำการทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

ในตารางเฉพาะ

1.5 ขอบเขตในการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

1.5.2.1 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

1.5.2.2 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 31 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5.3.2 ตัวแปรที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2

1. ตัวแปรต้น คือ การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น ก่อนการสอน และหลังการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

1.5.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545

1.5.5 เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลอง

ใช้เนื้อหาวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ตามโครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนลงมือปฏิบัติการทดลอง เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 31 คน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Authorware Professional Version 5.2 ประกอบด้วย กรอบนำเข้าสู่บทเรียน กรอบแนะนำผู้วิจัย กรอบแนะนำการใช้บทเรียน กรอบเนื้อหา กรอบแบบทดสอบ กรอบแสดงข้อมูลย้อนกลับ และกรอบส่งท้าย ซึ่งในส่วนของกรอบเนื้อหาได้แบ่งออกเป็นบทเรียนย่อย ๆ 3 บทเรียน ได้แก่

บทเรียนที่ 1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี

บทเรียนที่ 2 เครื่องมือ อุปกรณ์ พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้

บทเรียนที่ 3 เทคนิคการทดลอง

นักศึกษาควรเริ่มเรียนตั้งแต่บทเรียนที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ และถ้านักศึกษาไม่เข้าใจบทเรียนใดก็สามารถย้อนกลับมาดูซ้ำใหม่ได้ นอกจากนี้ ยังมีกรอบแสดงข้อมูลย้อนกลับทันทีที่

นักศึกษาตอบคำถามในแบบทดสอบ โดยนักศึกษาสามารถเรียนผ่านทางจอภาพ และตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ปรากฏทางจอภาพ เป็นพิมพ์ เม้าส์ ด้วยตนเองโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลาง

2. ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบในระหว่างการเรียนกับคะแนนคิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ไว้เป็น 80 / 80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูกต้องจากการทำกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียนรวมกัน

80 ตัวหลัง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุม เรื่องข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี เครื่องมือ อุปกรณ์ พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้ เทคนิคการทดลอง โดยวัดผลระดับความรู้ ความจำ

4. นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) หมายถึง นักศึกษาที่กำลังเรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ในสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคำরাบประกอบการสอน ค้นคว้าเอกสาร ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนในการทำวิจัย และได้จัดเป็นประเด็นไว้ ดังนี้

2.1 วิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

2.1.1 คำโครงการสอน

2.1.2 เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2 ปฏิบัติการทดลอง

2.2.1 ความหมายของการปฏิบัติการทดลอง

2.2.2 ความสำคัญของปฏิบัติการทดลอง

2.2.3 วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2.2.4 ประโยชน์ของการทดลอง

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความเป็นมาและความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.3 เทคนิคการออกแบบบทเรียน

2.3.4 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.5 บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.6 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.7 ปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4 เครื่องมือช่วยสร้างบทเรียน

2.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

2.1 วิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

ตามโครงสร้างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำหรับผู้ที่ได้ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือเทียบเท่า จำเป็นต้องเรียนรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ซึ่งอยู่ในหมวดวิชาบังคับเฉพาะสาขา กลุ่มวิชาพื้นฐานทางวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 1 หน่วยกิต

2.1.1 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาทฤษฎะเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี การใช้เครื่องมือ - อุปกรณ์พื้นฐานชนิดต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการเคมี และสามารถทำการทดลองปฏิบัติการเคมีได้ ตลอดจนสามารถเขียนเสนอเป็นรายงานผลการทดลองที่ถูกต้อง โดยศึกษาในเรื่องที่สอดคล้องกับรายวิชา 123- 102 เคมีทั่วไป ได้แก่ การเตรียมสาร-ละลาย การไตเตรทกรด - เบส การไตเตรทแบบรีดอกซ์ การวิเคราะห์น้ำหนักกระด้าง ความร้อนของปฏิกิริยาสะเทิน การหาค่าคงที่และปริมาตร 1 โมลของแก๊สที่ STP ปฏิกิริยาผันกลับและสมดุลเคมี จลนศาสตร์เคมี การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของไอออนวานาเดียม เซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโตรลิติก

แผนการสอน

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

สัปดาห์ที่	หัวข้อการสอน	การบ้าน / งานที่มอบหมาย
1	ทฤษฎะเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการ และอันตรายจากสารเคมี	อ่านเอกสารประกอบการเรียนเรื่องเครื่องมือ - อุปกรณ์พื้นฐานชนิดต่าง ๆ และเทคนิคการใช้
2	เทคนิคการใช้เครื่องมือ - อุปกรณ์พื้นฐานชนิดต่าง ๆ และเทคนิคการทดลอง	อ่านการทดลองเรื่องการเตรียมสารละลาย
3	การเตรียมสารละลาย	เขียนรายงานการเตรียมสารละลาย และอ่านการทดลองเรื่องการไตเตรทกรด - เบส
4	การไตเตรทกรด - เบส	เขียนรายงานการไตเตรทกรด - เบส และอ่านการทดลองเรื่องการวิเคราะห์น้ำหนักกระด้าง
5	การวิเคราะห์น้ำหนักกระด้าง	เขียนรายงานการวิเคราะห์น้ำหนักกระด้าง และอ่านการทดลองเรื่องการไตเตรทแบบรีดอกซ์

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อการสอน	การบ้าน / งานที่มอบหมาย
6	การไต่เตศแบบปริคอกซ์	เขียนรายงานการไต่เตศแบบปริคอกซ์ และอ่านการทดลองเรื่องความร้อนของปฏิกิริยาสะเทิน
7	ความร้อนของปฏิกิริยาสะเทิน	เขียนรายงานการหาความร้อนของปฏิกิริยาสะเทิน และอ่านการทดลองเรื่องการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของไอออนวานาเดียม
8	การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของไอออนวานาเดียม	เขียนรายงานการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของไอออนวานาเดียม
9	สอบกลางภาค	-
10	ปฏิกิริยาผันกลับและสมดุลเคมี	เขียนรายงานปฏิกิริยาผันกลับและสมดุลเคมี และอ่านการทดลองเรื่องจลนศาสตร์เคมี
11	จลนศาสตร์เคมี	เขียนรายงานจลนศาสตร์เคมี และอ่านการทดลองเรื่องการหาค่าคงที่และปริมาตร 1 โมลของแก๊สที่ STP
12	การหาค่าคงที่และปริมาตร 1 โมลของแก๊ส ที่ STP	เขียนรายงานการหาค่าคงที่และปริมาตร 1 โมลของแก๊สที่ STP และอ่านการทดลองเรื่องเซลล์กัลวานิก
13	เซลล์กัลวานิก	เขียนรายงานเซลล์กัลวานิกและอ่านการทดลองเรื่องเซลล์อิเล็กโทรลิติก
14	เซลล์อิเล็กโทรลิติก	เขียนรายงานเซลล์อิเล็กโทรลิติก และอ่านการทดลองต่าง ๆ ที่เรียนผ่านมา
15	ทบทวน	ทบทวนและทำความเข้าใจในบทเรียนต่าง ๆ ที่ผ่านมาทั้งหมด
16	สอบปลายภาค	-

2.1.2 เนื้อหาวิชาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปในครั้งนี้ ผู้วิจัยนำหัวข้อเรื่อง กฎระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการ เทคนิคการใช้เครื่องมือ - อุปกรณ์ พื้นฐานชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี และเทคนิคในการทดลอง ซึ่งเป็นบทนำที่มีความสำคัญมากที่สุด ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เป็นอย่างดีในเรื่องดังกล่าวก่อนที่จะลงมือทำการทดลองใด ๆ เพื่อให้ผู้เรียน

มีความมั่นใจในการทดลองส่งผลให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องรวดเร็ว และยังช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นขณะทดลองได้อีกด้วย ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 บทเรียน คือ

บทเรียนที่ 1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี

บทเรียนที่ 2 เครื่องมือ อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้

บทเรียนที่ 3 เทคนิคการทดลอง

ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละบทเรียนดังนี้

บทเรียนที่ 1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและความปลอดภัยจากสารเคมี

โดยทั่วไปแล้วการเรียนภาคปฏิบัติมักเรียนในห้องปฏิบัติการทดลองอยู่เสมอ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของตัวผู้ทดลองเอง และการหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทดลองจึงควรปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับในการใช้ห้องปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. ฟังระลึกอยู่เสมอว่าห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลองด้วยความตั้งใจและจริงจัง
2. อ่านทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ และวิธีการทดลองจากเอกสารคู่มือก่อนลงมือทำการทดลอง
3. รักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการเพื่อความถูกต้องรวดเร็วในการหยิบอุปกรณ์หรือสารเคมีไปใช้ทดลอง
4. ทำการทดลองในระยะเวลาที่กำหนด ไม่ควรทำการทดลองเพียงลำพัง เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุไม่อาจช่วยได้ทัน
5. สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการทุกครั้งและห้ามสวมรองเท้าแตะ เพื่อป้องกันสารเคมีหกใส่
6. เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ จะต้องรินออกจากขวดใส่บีกเกอร์ (Beaker) กะประมาณเท่าที่ต้องการใช้ และถ้าสารละลายที่รินออกมาเหลือให้เททิ้งในอ่างน้ำ แล้วเปิดน้ำตามมาก ๆ อย่าเทสารกลับลงในขวดเดิมเพื่อป้องกันการปนเปื้อน (Contamination) อาจส่งผลให้การทดลองผิดพลาดได้
7. ถ้ากรดหรือด่างเข้มข้นหรือสารเคมีถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ให้รีบล้างออกด้วยน้ำทันทีแล้วแจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมทราบ
8. อย่าทดลองชิมสารเคมีใด ๆ เป็นอันตราย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษ และห้ามรับประทานอาหารหรือเครื่องดื่ม ภายในห้องปฏิบัติการเพราะอาจมีสารเคมีปะปนเป็นอันตรายได้
9. อย่าใช้มือหยิบจับสารเคมีใด ๆ โดยตรงและพยายามอย่าให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกายถูกสารเคมี
10. ไม่ทำการทดลองใด ๆ นอกเหนือจากที่กำหนด หากต้องการทำการทดลองนอกเหนือจากที่กำหนด จะต้องขออนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมก่อน และเมื่อเกิดอุบัติเหตุขณะทดลองให้

รายงานอาจารย์ผู้ควบคุมทุกครั้ง ไม่ว่าจะเกิดอุบัติเหตุมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

11. ก่อนใช้สารละลายใด ๆ ในการทดลองจะต้องคู่อุปกรณ์อย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าหีบสารละลายไปใช้ไม่ผิด

12. เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย สารเคมีที่มีกลิ่นเหม็น หรือทำการทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแก๊สพิษจะต้องทำในตู้ดูดควัน (Hood) เสมอ

13. น้ำที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีจะต้องใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือย

14. อย่าเทน้ำลงในกรดเข้มข้นใด ๆ เนื่องจากจะเกิดความร้อนขึ้นทันทีทันใด และสารอาจกระเด็นเข้าสู่ตัวผู้ทดลองก่อให้เกิดอันตรายได้ ให้ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำ พร้อมทั้งคนตลอดเวลาเพื่อระบายความร้อน

15. ทำความสะอาดอุปกรณ์ พื้นโต๊ะปฏิบัติการและอ่างน้ำ หลังเสร็จสิ้นการทดลอง ทุกครั้งและล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

นอกจากนี้ในการทดลองจำเป็นต้องใช้สารเคมีต่าง ๆ กัน ซึ่งสารเคมีทุกชนิดมีอันตราย อยู่ในตัวมากน้อยแตกต่างกัน ดังนั้นผู้ทดลองจำเป็นต้องรู้ถึงอันตรายจากสารเคมีเหล่านี้ด้วย สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนังทำให้เกิดอันตราย ได้มากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสารเคมีรวมทั้งระยะเวลาที่ได้สัมผัสหรือสูดดมสารนั้น สารเคมีบางชนิดมีพิษมาก มีสมบัติกัดกร่อน ไอเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ระคายเคือง บางชนิดติดไฟได้ง่ายหรือรวมกับสารบางชนิดอาจระเบิดได้เมื่อนำสารเคมีเหล่านี้มาใช้จะต้องใช้ด้วยความระมัดระวังและหาทางป้องกันอันตรายไว้ก่อน อันตรายทั่วไปที่เกิดจากสารเคมี อาจแบ่งออกได้ดังนี้

1. สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible chemical) มีสารเคมีบางชนิดเมื่อผสมกับสารอื่นแล้วจะเกิดปฏิกิริยารุนแรงระเบิด ลุกติดไฟ หรือให้แก๊สพิษได้ สารที่ไม่ควรผสมกัน แสดงไว้ในตารางที่ 2.2 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างสารเคมีที่ผสมกันไม่ได้

สารเคมี	สารที่ไม่ควรผสม
กรดอะซิติก (Acetic acid)	กรดโครมิก (Chromic acid), กรดไนตริก (Nitric acid), เอทิลีน ไกลคอล (Ethylene glycol), กรดเปอร์คลอริก (Perchloric acid)
แอมโมเนียม ไนเตรด (Ammonium nitrate)	กรด (Acid), ผงโลหะ (Metal powders), ไอโอดีน (Iodine), โบรมีน (Bromine) อื่น ๆ
ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon)	แคลเซียม ไฮโปคลอไรต์ (Calcium hypochlorite), และสารกำจัดออกซิไดส์ทั้งหมด (All oxidizing agents)

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

สารเคมี	สารที่ไม่ควรผสม
ของเหลวไวไฟ (Flammable liquids)	แอมโมเนียม ไนเตรต (Ammonium nitrate), กรดโครมิก (Chromic acid), ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide), กรดไนตริก (Nitric acid), โซเดียม เปอร์ออกไซด์ (Sodium peroxide), ฮาโลเจน (The halogen)
กรดไนตริก (Nitric acid)	กรดอะซิติก (Acetic acid), อะนิลีน (Aniline), กรดโครมิก (Chromic acid), ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide), ของเหลวไวไฟ (Flammable liquids), แก๊สไวไฟ (Flammable gases)
กรดออกซาลิก (Oxalic acid)	เงิน (Silver),ปรอท (Mercury)
โพแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate)	กลีเซอริน (Glycerin), เอทิลีน ไกลคอล (Ethylene glycol), กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid) อื่น ๆ
กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid)	โพแทสเซียม คลอไรด์ (Potassium chloride), โพแทสเซียม เปอร์คลอเรต (Potassium perchlorate), โพแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate)

2. สารไวไฟ (Flammable) หมายถึงสารเคมีที่ลุกติดไฟได้ง่าย สารไวไฟมีทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของแข็งไวไฟจะมีอันตรายน้อยกว่าของเหลวและแก๊สไวไฟ สำหรับของเหลวไวไฟมักมีสมบัติระเหยกลายเป็นไอได้ดี เพราะมีจุดวาบไฟ (Flash point) ต่ำ จุดวาบไฟ หมายถึง อุณหภูมิของสารที่สามารถให้ไอระเหยได้เพียงพอที่จะผสมกับอากาศแล้วติดไฟหรือระเบิดเมื่อถูกจุด หากว่าสารเคมีชนิดใดมีจุดวาบไฟต่ำกว่าหรือใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องเท่าใด อันตรายนั้ก็ยังมีมาก เช่น โทลูอีน (Toluene) มีจุดวาบไฟที่ 4 °C จะลุกติดไฟได้ง่ายกว่าเมทานอล (Methanol) ซึ่งมีจุดวาบไฟที่ 12 °C โดยทั่วไปแล้วสารที่จัดว่าไวไฟมากจะมีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22 °C ส่วนสารที่จัดว่าไวไฟจะมีจุดวาบไฟระหว่าง 22 - 66 °C ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างสารไวไฟ

สารเคมี	จุดวาบไฟ (°C)	สมบัติ
กรดอะซิติก (Acetic acid)	43	ไวไฟ
เอทานอล (Ethanol)	13	ไวไฟมาก
เมทานอล (Methanol)	12	ไวไฟมาก
เอทิล อะซิเตต (Ethyl acetate)	- 4.4	ไวไฟมาก
เบนซีน (Benzene)	- 11	ไวไฟมาก
ปิโตรเลียม อีเทอร์ (Petroleum ether)	- 17	ไวไฟมาก
อะซีโตน (Acetone)	- 18	ไวไฟมาก

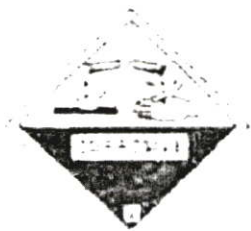
3. สารกัดกร่อน (Corrosive) หมายถึง สารเคมีที่สามารถกัดผิวหนังหรือทำลายเนื้อเยื่อของร่างกายเมื่อสัมผัส ทำให้เป็นรอยไหม้หรือคัน สารกัดกร่อนส่วนมากได้แก่สารจำพวกกรดและด่างชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะกรดหรือด่างที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ดังนั้นในขณะที่ทำการทดลองระวังอย่าให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายไปสัมผัสกับสารเหล่านี้ และถ้าทราบว่าถูกสารจะต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันที

4. สารเคมีที่ให้ไอเป็นพิษ หมายถึง สารเคมีที่ระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสูดดมเข้าไปปริมาณมากพอที่จะเป็นอันตรายหรือเป็นพิษต่อร่างกายได้ แต่ความรุนแรงและลักษณะความเป็นพิษนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของไอสารเคมีและความต้านทานของแต่ละคนตัวอย่างสารเคมีที่ให้ไอเป็นพิษ ได้แก่ อะนิลีน (Aniline), เบนซีน (Benzene), คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (Carbon tetrachloride), คลอโรฟอร์ม (Chloroform), ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane), โทลูอิน (Toluene) และอื่น ๆ

ผู้ทดลองสามารถทราบได้ว่าสารเคมีตัวใดเป็นสารเคมีที่มีพิษ เป็นสารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือสารที่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นได้ดี โดยดูจากเครื่องหมายเตือนอันตรายบนฉลากขวดสารเคมี ดังนี้



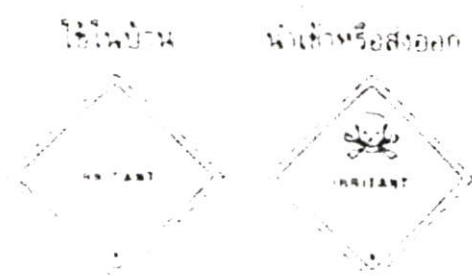
สารไวไฟ (Flammable)



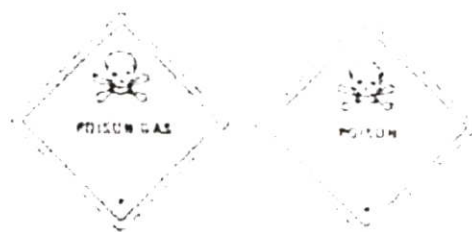
สารกัดกร่อน (Corrosive)



สารที่ว่องไวในปฏิกิริยา (Oxidizing agent)



สารระคายเคือง (Irritant)



สารมีพิษ (Poison)

สารติดไฟได้เอง
(Spontaneously combustible)สารทำปฏิกิริยากับน้ำ
(Dangerous when wet)

สารกัมมันตรังสี (Radiation)



สารระเบิด (Explosive)

ภาพที่ 2.1 เครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมีชนิดต่าง ๆ

ในการทดลองแต่ละครั้ง ผู้ทดลองจำเป็นต้องระมัดระวังเป็นอย่างสูงทั้งในเรื่องการใช้ อุปกรณ์การทดลองและสารเคมี แต่ในบางกรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่นทำสารเคมีหกให้นักศึกษา ปฏิบัติดังนี้

1. สารที่เป็นของแข็ง (Solids, Dry substances) ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตัก หรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ
2. สารละลายที่เป็นกรด (Acid solutions) รีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนแล้วโรยโซดาแอส (Soda ash) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือเทสารละลายด่างเพื่อลดฤทธิ์กรดให้เป็นกลาง ต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด (ระวังถ้ากรดเข้มข้นมาก ๆ เมื่อเทน้ำลงไปจะเกิดความร้อนขึ้นและกรด อาจกระเด็นมากมาเป็นอันตรายได้ จึงควรค่อย ๆ เทน้ำลงไป)
3. สารละลายที่เป็นด่าง (Alkaline solutions) รีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนแล้วเช็ดให้แห้ง ระวังอย่าให้กระเด็น เนื่องจากสารละลายด่างทำให้พื้นลื่น
4. สารที่ระเหยง่าย (Volatile solvents) เป็นสารที่กลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิด เป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด ทำความสะอาดโดยใช้ผ้าเช็ดถูออก ถ้าหกเป็นปริมาณมากเมื่อเช็ด แล้วนำมาใส่ถังเก็บไว้ใช้ได้อีก
5. สารที่เป็นน้ำมัน (Oil substances) เช็ดออกโดยใช้น้ำมาก ๆ แล้วล้างด้วยผงซักฟอก อีกครั้งหนึ่ง
6. สารปรอท (Mercury) สารปรอทเป็นสารที่เป็นอันตรายมากไม่ว่าอยู่ในรูปแบบใดทำอันตรายต่อระบบประสาท เก็บโดยใช้ผ้าแห้งกวาดสารปรอทมารวมกันแล้วใช้เครื่องดูดเก็บ

บทเรียนที่ 2 เครื่องมือ อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้

ในการทดลองทางเคมีจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์หลายชนิดเช่น ตะเกียงแก๊ส เครื่องชั่ง ขวดวัดปริมาตร ปิเปต บิวเรต เคสซิเคเตอร์ หลอดหยด ฯลฯ อุปกรณ์เหล่านี้ ผู้ทดลองจำเป็นต้องรู้จักและใช้ให้ถูกวิธี ต้องฝึกฝนและปฏิบัติตามเทคนิคการทดลองที่ถูกต้องเพื่อให้เกิดความชำนาญ เลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสมกับวิธีการทดลอง ซึ่งทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องมากที่สุด อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและการนำไปใช้ แสดงไว้ในตารางที่ 2.4



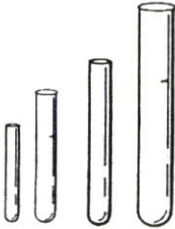
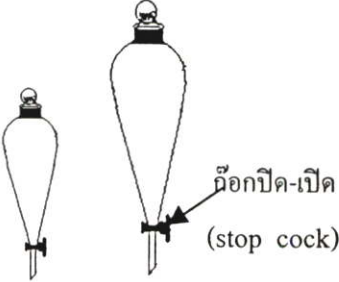
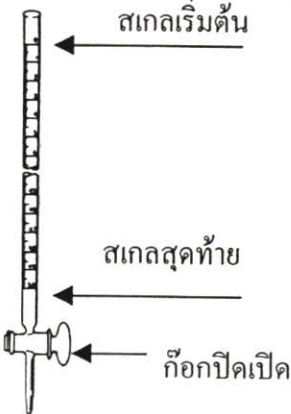
ตารางที่ 2.4 อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์	ภาพ	การนำไปใช้
<p>1. ตะเกียงบุนเสน (Bunsen burner)</p>		<p>ใช้ให้ความร้อนแก่สาร เผาสาร ตัดแก้ว งอแก้ว หรือเป่าแก้ว</p>
<p>2. เครื่องชั่ง (Balance)</p>		<p>สำหรับชั่งน้ำหนักสาร หรือ ชั่งอุปกรณ์ในการทดลอง</p>
<p>3. เดสซิเคเตอร์ (Desiccator)</p>		<p>ใช้สำหรับทำสารให้แห้ง ภายในบรรจุสารที่สามารถดูดไอน้ำหรือ ความชื้น (Desiccant) เช่น silica gel, ash CaCl₂ หรือ ash CaSO₄</p>
<p>4. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)</p>		<p>ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐาน</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

<p>5. ปิเปต (Pipet)</p>		<p>(1) ปิเปตแบบกระเปาะ (Volumetric pipet) ใช้สำหรับ ดูดสารละลายปริมาตรตามขนาด ของปิเปตเท่านั้นเพราะมีขีดบอก ปริมาตรเพียงขีดเดียว</p> <p>(2) ปิเปตแบบสเกล (Measuring pipet) ใช้ได้ หลากหลายปริมาตรมากกว่าเนื่อง จากมีขีดบอกปริมาตรหลายค่า</p>
<p>6. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask or Conical flask)</p>		<p>สำหรับใส่สารตัวอย่างเพื่อนำไป ไตเตรทหาความเข้มข้นของสาร หรือปริมาณของสารที่ต้องการ วิเคราะห์</p>
<p>7. บีกเกอร์ (Beaker)</p>		<p>ใช้บรรจุสารตัวอย่างหรือผสมสาร ละลาย ไม่นิยมใช้ในการตวงสาร เนื่องจากขีดแบ่งปริมาตรเป็นแบบ โดยประมาณไม่ละเอียด</p>
<p>8. กระบอกตวง (Cylinder)</p>		<p>ใช้สำหรับวัดปริมาตรของสาร ละลายที่ไม่ต้องการความละเอียด มากนัก</p>


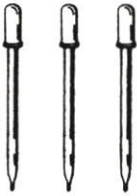

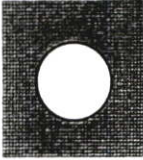

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

<p>9. กรวยกรอง (funnel)</p>		<p>ใช้สำหรับถ่ายเทสารลงในภาชนะปากแคบ และใช้สำหรับกรองสาร</p>
<p>10. กรวยกรองบุชเนอร์ (buchner funnel)</p>		<p>ใช้สำหรับกรองสารสุญญากาศ</p>
<p>11. หลอดทดสอบ (test tube)</p>		<p>ใช้ทดสอบหรือทดลองปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่ใช้สารปริมาณน้อย ๆ</p>
<p>12. กรวยแยก (Separatory funnel)</p>		<p>ใช้สำหรับแยกสกัดสารด้วยตัวทำละลายสองชนิดที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน</p>
<p>13. บิวเรต (Buret)</p>		<p>บิวเรตเป็นอุปกรณ์เครื่องแก้วที่ใช้ในการวัดปริมาตรสารละลายอย่างละเอียดอีกชนิดหนึ่ง ส่วนมากมักใช้ในกระบวนการไตเตรท</p>

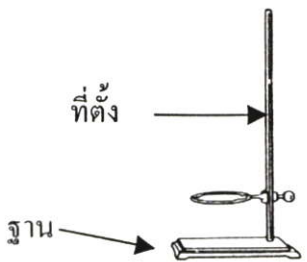
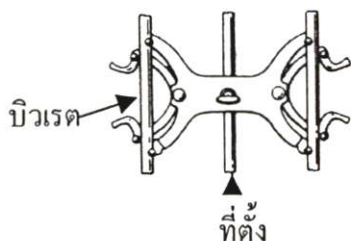


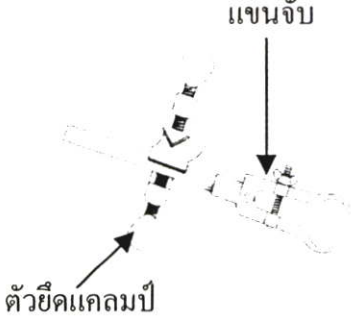

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

<p>14. อ่างน้ำร้อน (Water bath)</p>		<p>ให้ความร้อนแก่สารที่ติดไฟง่าย อุ่นสาร หรือระเหยสาร</p>
<p>15. แท่นให้ความร้อน (Hot plate)</p>		<p>สำหรับอุ่นสาร หรือต้มสาร</p>
<p>16. ชามระเหย (Evaporating dish)</p>		<p>ใช้ระเหยสารปริมาณน้อยๆ โดย วางบนอ่างน้ำร้อน</p>
<p>17. กระจกนาฬิกา (Watch glass)</p>		<p>สำหรับชั่งสาร วางกระดาษกรอง วางกระดาษลิตมัส ทดสอบสาร ปิดปากภาชนะกั้นสารระเหย</p>
<p>18. ครุฑิเบิลและฝา (Crucible and cover)</p>		<p>ใส่สารที่ต้องการเผาที่อุณหภูมิสูง</p>
<p>19. แท่งแก้วคน (Stirring rod)</p>		<p>เป็นตัวผ่านของเหลว และสำหรับ คนสาร โดยส่วนปลายแบนคน สารที่เป็นของเหลว ส่วนปลายมน คนสารที่เป็นของแข็ง</p>

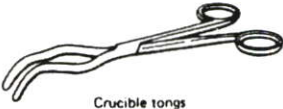
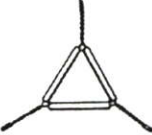



ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

<p>20. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)</p>		<p>ใช้วัดอุณหภูมิ</p>
<p>21. หลอดหยด (Dropper)</p>		<p>สำหรับหยดสารละลาย</p>
<p>22. ขวดน้ำกลั่น (Wash bottle)</p>		<p>บรรจุน้ำกลั่น ฉีดล้างภาชนะ หรือฉีดไล่สารที่ติดอยู่ข้างภาชนะ ด้านในลงไป</p>
<p>23. ช้อนตักสาร (Spatula)</p>		<p>ตักสารที่เป็นของแข็งออกจากขวด</p>
<p>24. ตะแกรงลวด (Wine gauze)</p>		<p>รองรับอุปกรณ์ในการให้ความร้อน และเป็นตัวกระจายความร้อน</p>
<p>25. ลูกยางคูด (Bubble ball)</p>		<p>สวมปิดเพื่อใช้ในการคูดสารละลาย</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

<p>26. ที่ตั้งและฐาน (Stand and Base)</p>		<p>ที่ตั้งสำหรับยึดอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้ตัวยึด (clamp) ชนิดต่าง ๆ</p>
<p>27. ที่ยึดบิวเรต (Buret clamp)</p>		<p>สำหรับยึดบิวเรตติดกับที่ตั้งและฐาน</p>
<p>28. ตัวยึดแคลมป์ (Clamp holder)</p>		<p>ยึดจับแคลมป์ชนิดต่าง ๆ ติดกับที่ตั้งและฐาน</p>
<p>29. ตัวยึดวงแหวน (O - ring)</p>		<p>ด้านหนึ่งยึดติดกับที่ตั้งและฐาน ส่วนที่เป็นวงแหวนไว้สำหรับวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กรวยแยก กรวยกรอง</p>
<p>30. แขนจับ (Extention clamp)</p>		<p>ใช้ควบคู่กับ ตัวยึดแคลมป์ (Clamp holder) ในการยึดจับอุปกรณ์ต่าง ๆ ติดกับที่ตั้งและฐาน</p>
<p>31. ตัวจับหลอดทดลอง (Test tube holder)</p>		<p>สำหรับจับหลอดทดลอง</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

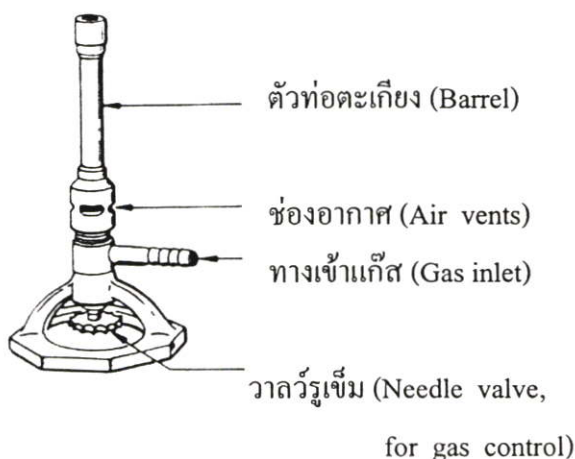
<p>32. ที่คีบครุชชีเบิล (Tong)</p>		<p>สำหรับคีบครุชชีเบิลไปเผา</p>
<p>32. สามเหลี่ยม (Triangle)</p>		<p>รองรับครุชชีเบิลในการเผา</p>
<p>33. ที่วางหลอดทดลอง (Test tube rack)</p>		<p>สำหรับวางหลอดทดลอง</p>
<p>34. แปรง (Brush)</p>		<p>ล้างหลอดทดลองหรืออุปกรณ์</p>
<p>35. ขวดกรองดูด (Suction flask)</p>		<p>ใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์ในการ แบบกรองสุญญากาศ</p>

ที่มา : บางส่วนนำมาจากประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2539 23-65; Harold R. Hunt. 1994. 8-15.

เทคนิคการใช้อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการ

การเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ให้เหมาะสมและถูกวิธีในการทำการทดลองเคมีนั้น สำคัญมาก เนื่องจากจะทำให้ผลที่ได้จากการทดลองใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือมีข้อผิดพลาด น้อยที่สุดแล้ว ยังเป็นการป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุซึ่งอาจเกิดขึ้น ได้กับผู้ทดลองหรือผู้ที่อยู่ ใกล้เคียง ซึ่งอุปกรณ์ที่ต้องรู้จักวิธีใช้เป็นอย่างดี ได้แก่

1. ตะเกียงแก๊ส (Gas burner) ตามปกติตะเกียงแก๊สที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปมี 2 แบบ คือตะเกียงแบบบุนเสน (Bunsen burner) สามารถปรับปริมาณอากาศได้ และตะเกียงแบบ เทอร์ริล (Tirrill burner) สามารถปรับได้ทั้งปริมาณอากาศและปริมาณของแก๊สเชื้อเพลิง ในห้อง ปฏิบัติการ นักศึกษาจะได้ใช้ตะเกียงแบบบุนเสน ดังภาพที่ 2.2 ซึ่งมีเทคนิคการใช้ทั่วไป ดังนี้



ภาพที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของตะเกียง

เทคนิคใช้ตะเกียง

1. สวมปลายสายยางข้างหนึ่งเข้ากับส่วนที่ยื่นออกมาจากฐานของตะเกียง ส่วนปลาย อีกข้างหนึ่งของสายยางต่อเข้ากับท่อแก๊สเชื้อเพลิง (ซึ่งตามปกติท่อแก๊สจะติดตั้งอยู่ตรงกลาง โต๊ะ ปฏิบัติการ)

2. ปิดช่องทางเข้าออกของอากาศที่ฐานของตะเกียงให้สนิท

3. จุดไม้ขีดไฟไปจ่อที่หัวของตะเกียงแล้วค่อย ๆ เปิดแก๊สเชื้อเพลิงเข้ามาในตะเกียง ขณะเดียวกันค่อย ๆ เปิดช่องทางเข้าออกของอากาศที่ฐานของตะเกียงแล้วปรับให้ได้เปลวไฟที่ ไม่มีสี (ซึ่งจริง ๆ แล้วเปลวไฟจะมีสีน้ำเงินถึงม่วงเพียงสายตาคนไม่สามารถแยกออกได้) ซึ่งจะ ให้ความร้อนสูงสุด

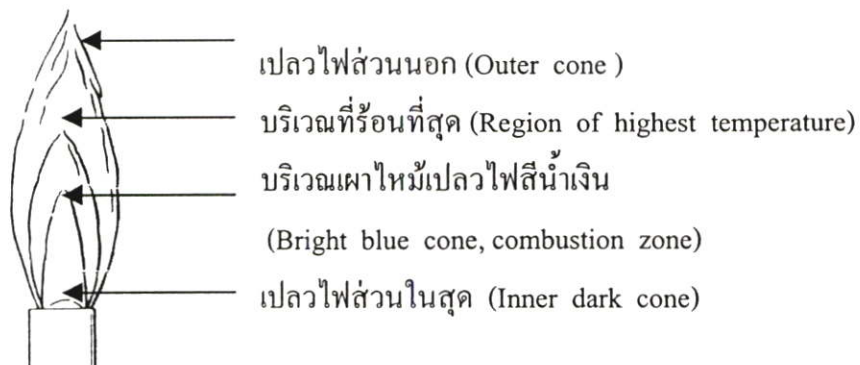
4. การดับตะเกียงแก๊สทำได้โดยการลดปริมาณของแก๊สที่เข้ามาในตะเกียงให้น้อยลง โดยการปรับก๊อกแก๊ส จากนั้นจึงปิดก๊อกแก๊สทันที

ข้อควรจำเกี่ยวกับเปลวไฟของตะเกียงเบนเสน

1. เมื่ออากาศผสมกับแก๊สเชื้อเพลิงที่ฐานของตะเกียง การเผาไหม้จะเกิดขึ้นทำให้เกิดเปลวไฟ
 2. สีและขนาดของเปลวไฟ ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของอากาศกับแก๊สเชื้อเพลิงที่เข้าทางฐานของตะเกียงถ้าอากาศเข้าน้อยการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเกิดเปลวไฟสีเหลือง (luminous flame) และเปลวไฟมีขนาดใหญ่แต่ถ้าอากาศเข้ามากขึ้นการเผาไหม้จะเกิดขึ้นสมบูรณ์เปลวไฟก็จะเปลี่ยนเป็นไม่มีสี(Non-luminous flame) ซึ่งจะให้ความร้อนสูงสุดขนาดของเปลวไฟจะเล็กกว่าเปลวไฟสีเหลือง
- เปลวไฟสีเหลืองไม่เหมาะที่จะใช้ในการทดลองเพราะ

1. อุณหภูมิของเปลวไฟไม่สูงพอ
2. เปลวไฟสีเหลืองมีอนุภาคของคาร์บอนซึ่งยังถูกออกซิไดส์ไม่หมด ดังนั้นเมื่อใช้เปลวไฟนี้กับอุปกรณ์ชนิดใดก็ตาม จะมีเขม่าจับอุปกรณ์นั้น ๆ ทำให้สกปรก
3. จะทำให้ตะแกรงลวด (wire gauze) ผุเร็วกว่าปกติ ทั้งนี้เพราะอนุภาคคาร์บอนในเปลวไฟจะทำปฏิกิริยากับเหล็กเกิดเป็นเหล็กคาร์ไบด์

ในบางกรณีเมื่อจุดตะเกียงเบนเสน ถ้าปล่อยให้แก๊สเชื้อเพลิงเข้าตะเกียงมากเกินไป เปลวไฟที่เกิดขึ้นจะเด่นและดับ แต่ถ้าหากปล่อยให้แก๊สเชื้อเพลิงเข้าตะเกียงน้อยเกินไปแทนที่เปลวไฟจะเกิดที่หัวตะเกียงกลับไปเกิดที่ช่องทางแก๊สเข้าซึ่งอยู่ที่ฐานภายในของตะเกียง การที่เปลวไฟเกิดที่ฐานของตะเกียงนี้ เรียกว่า เปลวไฟสะท้อนกลับ (struck back) เมื่อเปลวไฟสะท้อนกลับจะต้องปิดแก๊สให้เปลวไฟดับทันที ถ้าหากปล่อยให้เปลวไฟสะท้อนกลับอยู่นานจะทำให้ตัวตะเกียงร้อนจัด โลหะตรงช่องทางเข้าของแก๊สภายในตัวตะเกียงจะหลอมและเชื่อมปิดทางเข้าออกของแก๊สเชื้อเพลิง และสายยางที่เชื่อมระหว่างตะเกียงกับก๊อกแก๊สจะละลายเกิดแก๊สพิษคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของเปลวไฟ

2. เครื่องชั่ง ในการทดลองทางเคมีต้องใช้เครื่องชั่งเสมอ เริ่มตั้งแต่การชั่งน้ำหนักสาร เพื่อใช้ในการเตรียมสารละลาย การชั่งน้ำหนักของสารที่ได้จากปฏิกิริยา ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าว เฉพาะเครื่องชั่งชนิด Analytical เป็นเครื่องชั่งที่มีความไวสูงมาก (high sensitivity) และสามารถชั่งน้ำหนักสารได้ละเอียดมาก ๆ ถึง 0.0001 กรัม ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องรู้เทคนิคในการใช้เครื่องชั่ง และต้องใช้ด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อป้องกันการชำรุดเสียหายได้ดังนี้

เทคนิคการใช้เครื่องชั่ง

1. เครื่องชั่งต้องตั้งต้องตั้งอยู่บนพื้นที่ยึดแน่นแข็งแรงไม่มีการสั่นสะเทือน และอยู่ในแนวระดับ
2. ทำความสะอาดเครื่องชั่งให้เรียบร้อย และเมื่อจะทำการชั่งต้องปรับให้ฟองอากาศอยู่ตรงกลางเสมอและต้องนั่งตรงกึ่งกลางของเครื่องชั่ง
3. วางวัตถุที่จะชั่งบนกึ่งกลางจานชั่งเสมอ ห้ามชั่งสารเคมีลงบนจานเครื่องชั่งโดยตรง ต้องใส่ในขวดชั่งสารหรือกระดาษฟิว
4. ห้ามชั่งวัตถุที่ยังร้อนอยู่ วัตถุหรือสารเคมีที่นำมาชั่งต้องมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง
5. ห้ามใช้นิ้วมือจับวัตถุที่จะชั่ง เพราะน้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนไปเนื่องจากเหงื่อที่ติดอยู่ที่นิ้วมือ ควรใช้กระดาษพับจับหรือใช้ปากคีบจับอุปกรณ์
6. น้ำหนักของวัตถุหรือสารเคมีที่นำมาชั่งต้องมีน้ำหนักไม่เกินขีดจำกัดของเครื่องชั่ง

3. โถอบแห้ง (Desiccator) ใช้สำหรับทำสารให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากภายในบรรจุสารที่สามารถดูดความชื้นหรือไอน้ำได้เรียกสารนี้ว่า เดสซิแคนท์ (Desiccant) เช่น silica gel หรือ anhydrous CaCl_2 หรือ anhydrous CaSO_4 เป็นต้น เหนือสารดูดความชื้นขึ้นไปมีแผ่นกระเบื้องเคลือบสำหรับวางวัตถุซึ่งจะเป็นหลุม ถัดจากที่วางวัตถุขึ้นไปเป็นฝาสำหรับปิดซึ่งจะต้องทา grease หรือวาสลินบาง ๆ เพื่อให้ฝาแนบสนิทกับตัวโถอบแห้งและปิดเปิดง่าย ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 2.4 โถอบแห้ง (Desiccator)

การใช้โถอบแห้งมีวิธีการดังนี้

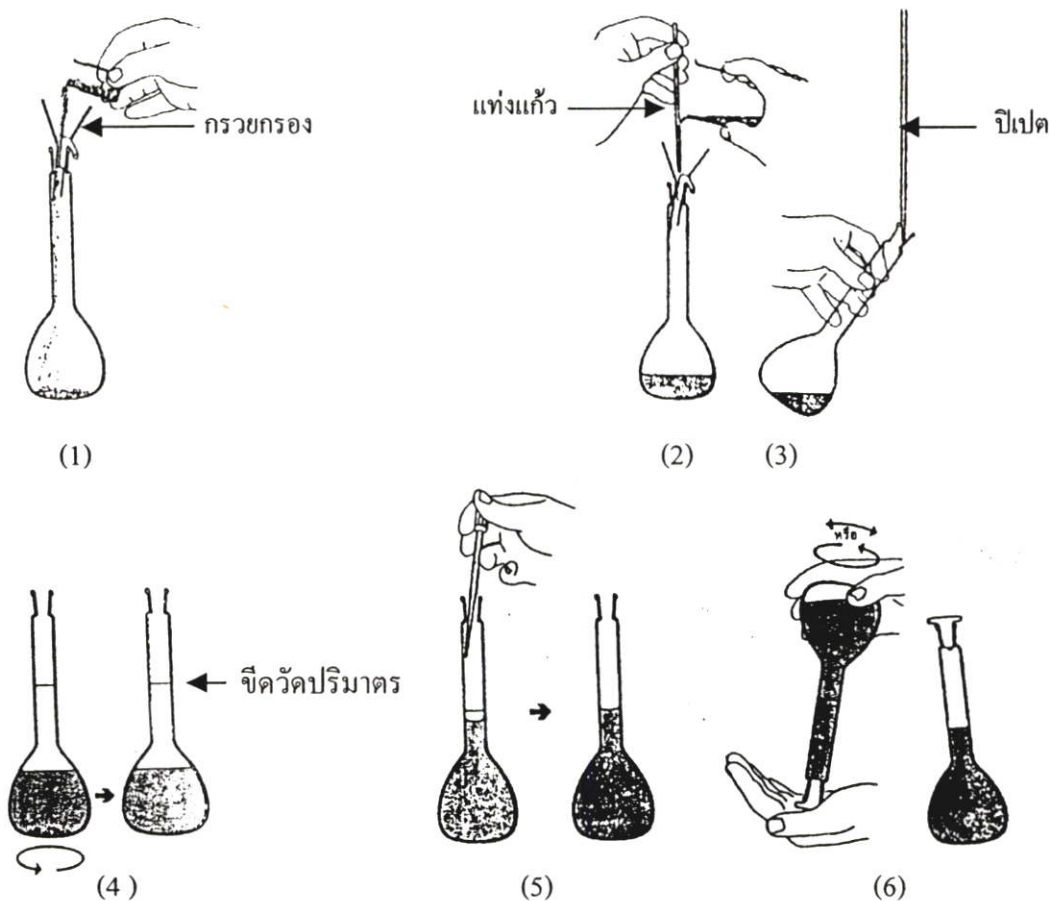
1. การเปิดโถอบแห้ง ทำได้โดยดันด้านหนึ่งของฝาให้เลื่อนไปข้าง ๆ อย่างช้า ๆ
2. นำวัตถุหรือสารที่ต้องการจะทำให้แห้งวางลงบนแผ่นกระเบื้องเคลือบ
3. ปิดโถอบแห้งให้สนิทโดยดันฝาให้กลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิม
4. ไม่ควรใส่วัตถุหรือสารที่กำลังร้อนจัดลงในโถอบแห้งทันทีทันใดเพราะจะทำให้อากาศในโถอบแห้งร้อน หลังจากเย็นลงความดันนอกกับภายในจะแตกต่างกันมากทำให้เปิดฝาลำบาก และเมื่อเปิดออกอากาศจากภายนอกจะเคลื่อนที่เข้าไปอย่างอย่างรวดเร็วทำให้สารหกได้
5. สารดูดความชื้น (Desiccant) ที่ใช้งานไปนาน ๆ จะเสื่อมประสิทธิภาพ ให้เทลงบนภาชนะที่รองรับแล้วนำไปอบเพื่อไล่น้ำออก แล้วนำกลับมาใช้งานซ้ำใหม่ได้

4. กระจกบอควง (Graduated cylinder) เป็นเครื่องมือวัดปริมาตรของของเหลวโดยประมาณถ้าต้องการทราบปริมาตรที่แน่นอนของของเหลวเราจะไม่ใช้กระจกบอควงวัดปริมาตร กระจกบอควงที่ใช้มีขนาดตั้งแต่ 5 มิลลิลิตร จนถึงหลายลิตร กระจกบอควงขนาดเล็กจะวัดปริมาตรได้ถูกต้องกว่ากระจกบอควงขนาดใหญ่

5. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เตรียมสารละลายมาตรฐาน (standard solution) หรือสารละลายที่มีความเข้มข้นที่น้อยกว่าสารละลายเดิม ขวดวัดปริมาตรมีหลายขนาด เช่น 10, 25, 50, 100, 500, 1,000 และ 2,000 มิลลิลิตร ลักษณะของขวดวัดปริมาตรเป็นขวดคอกยาวที่มีขีดบอควงปริมาตรบนคอขวดเพียงขีดเดียว

เทคนิคการเตรียมสารละลายโดยใช้ขวดวัดปริมาตร มีดังนี้

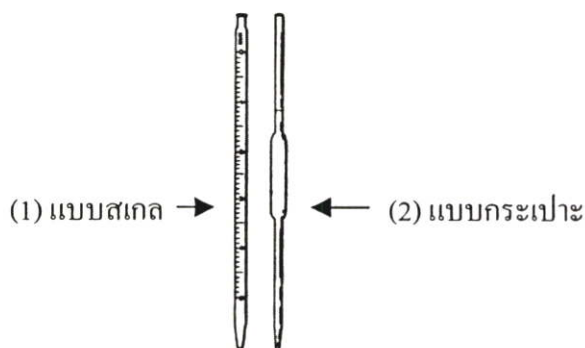
1. ละลายสารในบีกเกอร์แล้วเทลงในขวดวัดปริมาตรโดยใช้กรวยกรอง
2. ล้างบีกเกอร์หลาย ๆ ครั้งด้วยตัวทำละลายแล้วเทลงในกรวยกรองเพื่อล้างสารที่ติดอยู่ให้ลงในขวดวัดปริมาตรทั้งหมด
3. เติมตัวทำละลายลงในขวดวัดปริมาตร ให้ส่วนโค้งเว้าต่ำสุดของสารละลายอยู่ตรงขีดบอควงปริมาตร
4. ปิดจุกแล้วคว่ำขวดจากบนลงล่าง ทำแบบนี้ 2 – 3 ครั้งเพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันและมีเนื้อสารเท่าเทียมกันทุกส่วน



ภาพที่ 2.5 ลักษณะการใช้ขวดวัดปริมาตรเตรียมสารละลาย

6. ปิเปต (pipet) ที่ใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการทั่วไปมีอยู่ 2 แบบคือ แบบกระเปาะ (volumetric pipet) หรือ (transfer pipet) และปิเปตแบบสเกล (measuring pipet) ดังนั้นการใช้ปิเปต ควรเลือกให้เหมาะสมกับการทดลอง

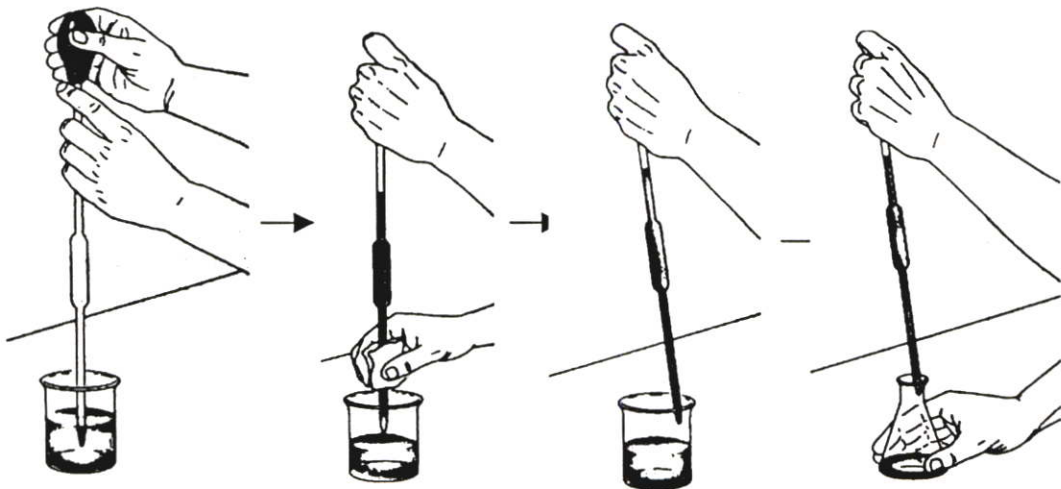
ปิเปตแบบกระเปาะ เป็นปิเปตที่มีขีดปริมาตรขีดเดียวเท่านั้น การใช้ปิเปตชนิดนี้จะใช้ส่งผ่านส่วนของสารละลายที่มีปริมาตรตามขนาดของปิเปต ส่วนปิเปตแบบสเกล จะมีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ ไว้ จะใช้ได้อย่างกว้างขวางและสามารถใช้แทนปิเปตแบบกระเปาะได้



ภาพที่ 2.6 ลักษณะของปิเปต (1) แบบสเกล (2) แบบกระเปาะ

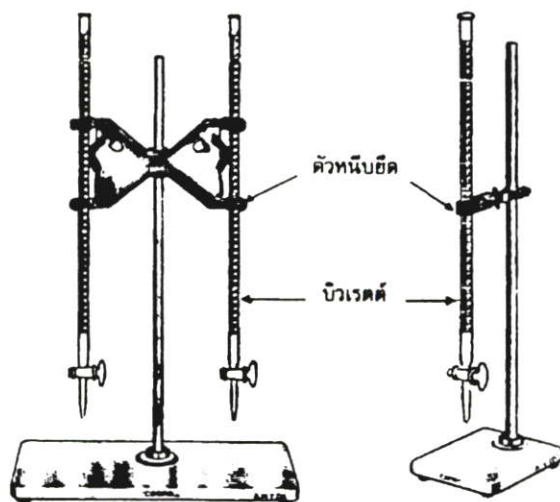
เทคนิคการใช้ปีเปต

1. ก่อนใช้ต้องล้างปีเปตให้สะอาดแล้วล้างซ้ำด้วยน้ำกลั่น โดยคุณน้ำกลั่นเข้าไปจนเกือบเต็มแล้วปล่อยออก
2. เมื่อนำปีเปตเปิกไปใช้ ควรล้างปีเปตด้วยสารละลายที่จะวัด 2-3 ครั้ง โดยคุณสารละลายขึ้นมาเพียงเล็กน้อย หมุนปีเปตเพื่อให้สารละลายชำระล้างน้ำที่ติดอยู่ในผนังด้านในของปีเปตออกแล้วทิ้ง (กรณีที่นำปีเปตที่สะอาดและแห้งแล้วมาใช้วัดปริมาตรไม่ต้องทำในข้อ 1-2)
3. จุ่มปีเปตลงในสารละลาย ใช้มือขวาจับปีเปต (มือที่ถนัด) มือซ้ายถือลูกยางแล้วบีบให้แฟบ สวมลูกยางลงบนส่วนปลายของปีเปตแล้วค่อย ๆ ปล่อยลูกยางทำให้สารละลายถูกดูดขึ้น
4. เมื่อสารละลายถูกดูดขึ้นมาอยู่เหนือขีดบอกริมาตรในปีเปตถอดลูกยางออกแล้วใช้ปลายนิ้วชี้ปิดปลายปีเปตให้แน่นทันที จับก้านปีเปตด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วกลาง
5. ตั้งปีเปตให้ตรงแล้วค่อย ๆ ผ่อนนิ้วชี้เพื่อให้สารละลายส่วนที่เกินไหลออกไป จนกระทั่งสารละลายอยู่ตรงขีดบอกริมาตรพอดี ปิดนิ้วชี้ให้แน่น และปลายปีเปตกับข้างภาชนะที่ได้สารละลาย
6. ปล่อยสารละลายในปีเปตลงในภาชนะโดยยกปลายนิ้วชี้ขึ้น ปล่อยให้สารละลายไหลลงตามปกติตามแรงโน้มถ่วงของโลกรอไว้ประมาณ 30 วินาที
7. ห้ามเป่าปีเปตหรือทำสิ่งอื่นใด ที่จะทำให้สารละลายที่เหลืออยู่ที่ปลายปีเปตไหลออกมา เนื่องจากปริมาตรของสารละลายที่เหลือนี้ไม่ใช่ปริมาตรของสารละลายที่จะวัด



ภาพที่ 2.7 เทคนิคการใช้ปีเปต

7. บิวเรต (buret) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรชนิดหนึ่ง ส่วนใหญ่ใช้ในกระบวนการไตเตรท ก่อนใช้บิวเรตจะต้องล้างให้สะอาดและต้องตรวจดูก็อกสำหรับไขให้สารละลายไหลด้วยว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ดีหรือไม่ การล้างบิวเรตปกติใช้ผงซักฟอกหรือถ้าจำเป็นอาจต้องใช้สารทำความสะอาดสะอาดเครื่องแก้ว โดยเฉพาะวิธีล้างควรใช้แปรงก้านยาวถูไปมาแล้วล้างด้วยน้ำประปาหลาย ๆ ครั้ง จนแน่ใจว่าผงซักฟอกหรือสารละลายทำความสะอาดออกหมดแล้ว ล้างซ้ำด้วยน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย ลักษณะของบิวเรตที่สะอาดจะไม่มีหยดน้ำเกาะอยู่ผิวแก้วด้านในของบิวเรต

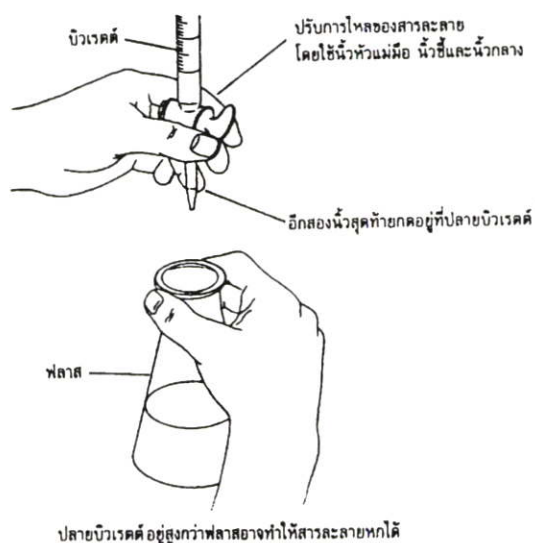


ภาพที่ 2.8 การติดตั้งบิวเรต

เทคนิคที่ถูกต้องในการใช้บิวเรตมีดังนี้

1. ล้างบิวเรตให้สะอาดด้วยผงซักฟอกหรือสารละลายทำความสะอาดแล้วล้างด้วยน้ำประปาหลาย ๆ ครั้งต่อจากนั้นล้างซ้ำด้วยน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อยซ้ำ 2-3 ครั้ง
2. ล้างบิวเรตด้วยสารละลายที่จะใช้ประมาณ 5-10 มิลลิลิตร โดยหมุนบิวเรตเพื่อให้สารละลายเปียกผิวด้านในอย่างทั่วถึงแล้วปล่อยให้สารละลายนี้ไหลออกทางปลายบิวเรต
3. ก่อนที่จะเทสารละลายลงในบิวเรตต้องปิดก็อกก่อนเสมอ และเทสารละลายผ่านกรวยกรองให้มีปริมาตรอยู่เหนือขีดศูนย์เล็กน้อย เอากรวยออกแล้วเปิดก็อกให้สารละลายไหลออกโดยให้พาอากาศที่อยู่ปลายก็อกบิวเรตออกให้หมด (อาจใช้วิธีปิดเปิดเร็ว ๆ เพื่อไล่ฟองอากาศ) จากนั้นค่อยเติมสารละลายลงไปใหม่
4. ถ้าปลายบิวเรตมีหยดของสารละลายเกาะติดอยู่ต้องเอาออกโดยใช้ให้ปลายบิวเรตแตะกับบีกเกอร์
5. การจับบิวเรตที่ถูกต้องมีลักษณะดังภาพที่ 2.9 หากใช้บิวเรตเพื่อการถ่ายเทสารจะต้องให้ปลายบิวเรตอยู่ในภาชนะนั้นเล็กน้อยทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้สารละลายหก

6. เมื่อปล่อยสารละลายออกจากบิวเรตจนสารละลายลดลงจนถึงขีดบอกปริมาตรสุดท้าย จะต้องรีบปิดก๊อกบิวเรตทันที หากปล่อยให้สารละลายเลยขีดบอกปริมาตรสุดท้ายลงมาจะไม่ทราบปริมาตรที่แน่นอนของสารละลายที่ผ่านบิวเรตลงมาได้

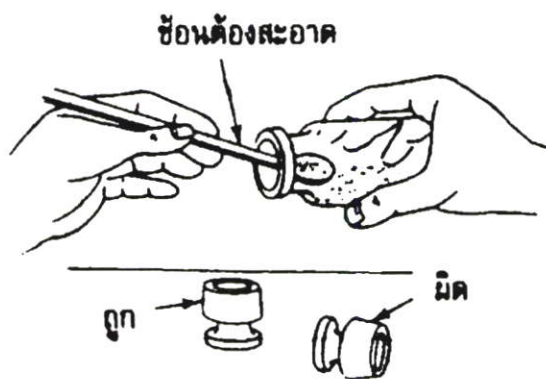


ภาพที่ 2.9 ลักษณะการจับบิวเรตต์ที่ถูกต้องกับการถ่ายสารละลายในบิวเรตลงในภาชนะรองรับ

บทเรียนที่ 3 เทคนิคการทดลอง

การลงมือทำการทดลองนั้นมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีมาก ซึ่งผลการทดลองที่ได้จะถูกต้องมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับผู้ทดลองเป็นสำคัญ หากผู้ทดลองปฏิบัติการทดลองอย่างถูกต้องถูกวิธีหรือทำการทดลองอย่างมีเทคนิคแล้วย่อมได้ผลการทดลองที่ถูกต้องด้วย จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยทำการสอนมาพบว่า ผู้ทดลองจำนวนมากไม่ทราบเทคนิคการทดลองที่ถูกต้อง ผลการทดลองที่ได้มีความผิดพลาดมาก ด้วยเหตุนี้การเรียนรู้เกี่ยวกับเทคนิคการทดลองจึงมีความสำคัญยิ่ง เทคนิคการทดลองต่างๆ ไปมีดังนี้

1. เทคนิคการนำสารเคมีของแข็งออกจากขวด โดยทั่วไปใช้ช้อนที่สะอาดและมีขนาดที่เหมาะสมตักสารออกจากขวด ฝาขวดสารเคมีจะต้องตั้งห่างกับพื้นโต๊ะ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 เทคนิคการนำของแข็งออกจากขวด

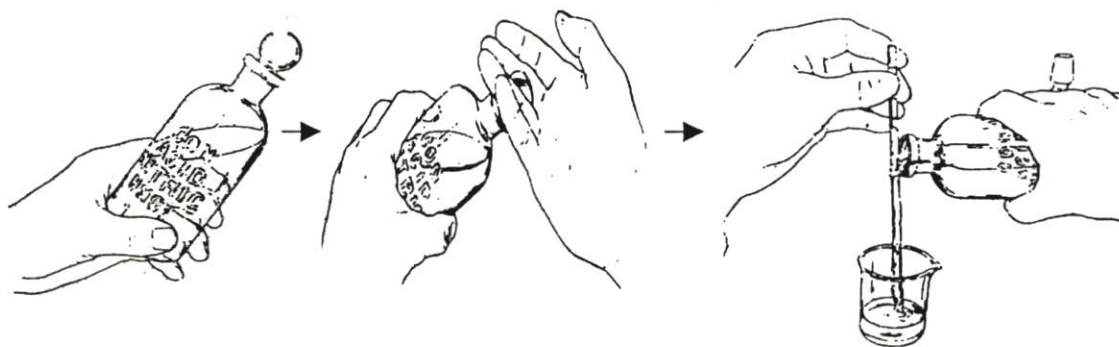
2. เทคนิคการเทของเหลวหรือสารละลายออกจากขวด การเทของเหลวหรือสารละลายออกจากขวดลงในอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองมีวิธีทำดังนี้

1. การจับขวดสารละลายขณะเทให้สารละลายไหลออกด้านที่ตรงข้ามกับฉลากสาร เพื่อป้องกันไม่ให้สารละลายไหลลงมาฉลาก

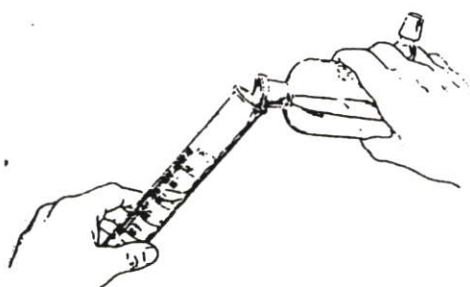
2. หมุนจุกขวดเบา ๆ แล้วเปิดจุกขวดออกถ้าจุกขวดมีส่วนบนแบนเรียบก็วางหงายขึ้น แต่ถ้าจุกขวดมีลักษณะเป็นยอดแหลมหรือกลมจะวางไม่ได้ให้ถือไว้ให้แน่นโดยให้ส่วนที่เป็นยอดแหลมอยู่ระหว่างนิ้วชี้กับนิ้วกลาง โดยใช้นิ้วทั้งสองหนีบไว้ (ดูภาพที่ 2.11) แต่ถ้าจุกขวดมีลักษณะปลายกลมจะใช้นิ้วจับและเก็บไว้ในอุ้งมือก็ได้

3. เมื่อเทของเหลวหรือสารละลายออกจากขวดแล้ว ควรให้ปากขวดตรงที่สารละลายไหลแตะกับภาชนะที่รองรับสารละลายนั้นก่อน เพื่อป้องกันมิให้สารละลายไหลออกมาข้างขวดเพราะจะทำให้เปรอะเปื้อนได้

4. ปิดจุกขวดทันที และอย่าหลงลืมจุกขวดไว้บนโต๊ะอย่างเด็ดขาด



(1) การเทของเหลวออกจากขวดบรรจุสารที่จุกปิดมีลักษณะยอดแหลมแบนใส่ในบีกเกอร์



(2) การเทของเหลวออกจากขวด
บรรจุสารที่จุกปิดมีลักษณะขวดกลม
ใส่ในกระบอกตวง

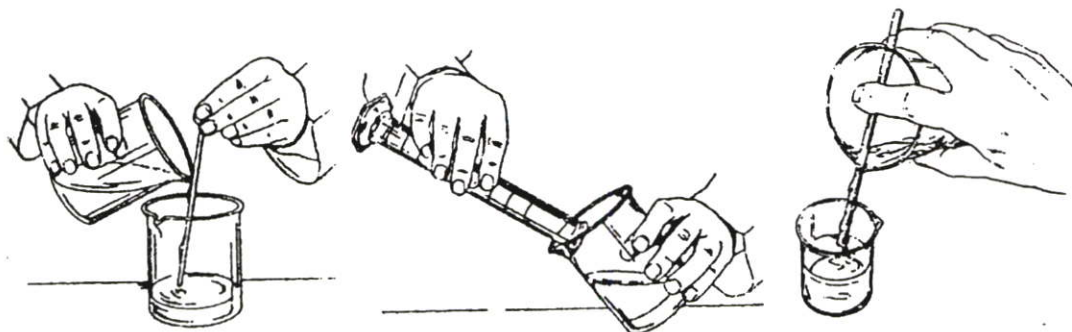
ภาพที่ 2.11 ลักษณะการการเทของเหลวหรือสารละลายออกจากขวด

3. เทคนิคการเทของเหลวหรือสารละลายออกจากบีกเกอร์หรือกระบอกตวง

มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้แท่งแก้วสัมผัสกับปากของบีกเกอร์ตรงบริเวณที่จะให้สารละลายไหลออกมา
2. เอียงบีกเกอร์เพื่อให้สารละลายไหลออกมาตามแท่งแก้วคนลงสู่ภาชนะรองรับ
3. เมื่อได้ปริมาณของเหลวตามที่ต้องการแล้ว ให้ถือบีกเกอร์ในแนวที่ตั้งฉากกับพื้น และ

ให้ของเหลวจากปากของบีกเกอร์ไหลลงไปตามแท่งแก้วจนหมด ดังภาพ



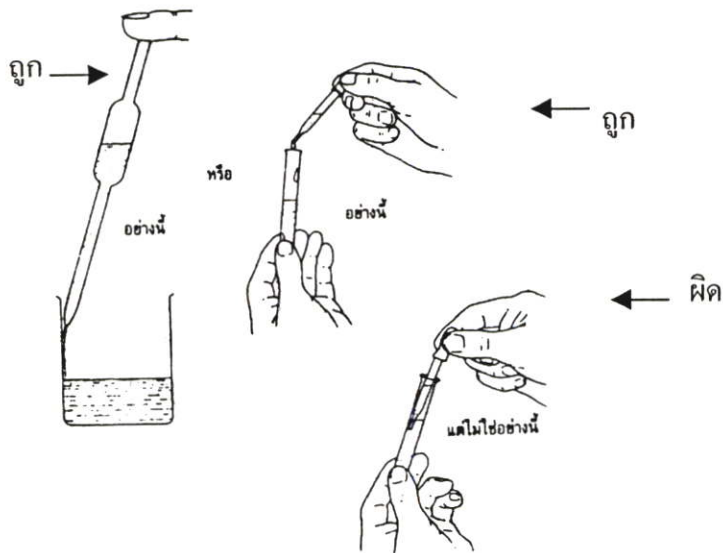
ภาพที่ 2.12 การเทของเหลวหรือสารละลายออกจากบีกเกอร์หรือภาชนะอื่น ๆ

4. เทคนิคการถ่ายสารละลายจากปิเปตหรือหลอดหยด ในการทดลองทุกครั้งที่มีผู้ทดลอง จะต้องใช้ปิเปตในการดูดสารละลายหรือใช้หลอดหยดหยดสารเพื่อทดสอบปฏิกิริยา ดังนั้นการใช้ อุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องมีเทคนิคในการใช้ให้ถูกต้อง

เทคนิคในการใช้ที่ถูกต้องมีดังนี้

1. บีบลูกยางใต้ลมออกจุ่มหลอดหยดลงในสารละลายค่อย ๆ ดูดสารละลายขึ้นมา
2. ถือปิเปตหรือหลอดหยดให้อยู่เหนือสารละลายที่ต้องการจะเติมสารในปิเปต หรือหลอดหยดลงไป ระวังอย่าให้ปลายปิเปตหรือหลอดหยดจุ่มอยู่ในสารละลาย เพื่อป้องกัน สารละลายปะปนกัน

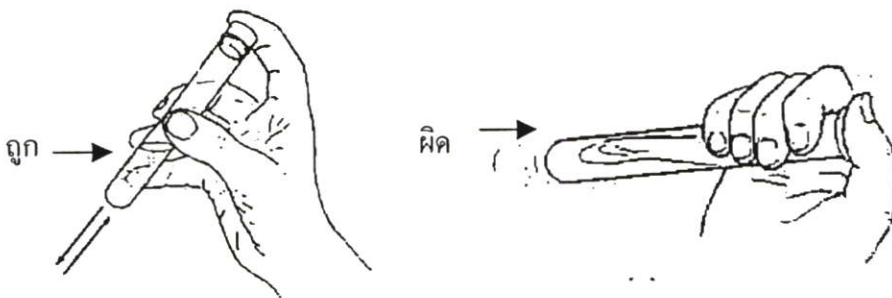
3. ก้อย ๆ ปล่อยให้สารละลายในปิเปตหรือหลอดหยดลงไปดังภาพ



ภาพที่ 2.13 การถ่ายสารละลายจากปิเปตหรือหลอดหยด

5. เทคนิคการเขย่าหลอดทดลอง

เมื่อต้องการเขย่าหลอดทดลองเพื่อให้สารผสมกันอย่างสม่ำเสมอเท่ากันทุกส่วนวิธีที่ถูกต้องคือ จะต้องใช้จุกคอร์กหรือจุกยางที่สะอาดปิดปากหลอดทดลองแล้วเขย่าขึ้นลง หรือจับตรงปลายปากหลอดทดลองแล้วเขย่าโดยเกาะกับฝ่ามือเบา ๆ ไม่ควรใช้นิ้วมือปิดปากหลอดทดลอง เพราะสารเคมีอาจถูกผิวหนังทำให้เกิดอันตรายได้ และถ้านิ้วมือสกปรกจะทำให้สารละลายนั้นมีสารอื่นเข้าไปปะปน (Contaminate) ดังภาพ

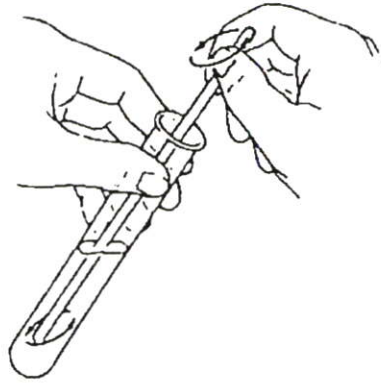


ภาพที่ 2.14 เทคนิคการเขย่าหลอดทดลอง

6. เทคนิคในการผสมสารละลายในหลอดทดลอง

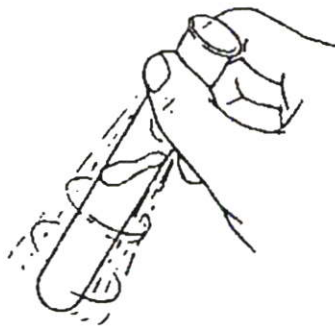
เพื่อให้ตัวถูกละลายและตัวทำละลายผสมกันอย่างสม่ำเสมอ สำหรับเทคนิคในการผสมสารละลายนั้นอาจใช้วิธีเขย่าหลอดทดลองหรือการกวนโดยมีวิธีทำดังนี้

วิธีที่ 1 การกวนสารละลาย เป็นการกวนของแข็งให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกับสารละลาย หรือการกวนให้สารละลายผสมกันโดยใช้แท่งแก้วคน การกวนต้องกวนไปในทิศทางเดียวและระวังอย่าให้แท่งแก้วกระทบกับหลอดทดลองเพราะจะทำให้หลอดทดลองทะลุหรือแตกได้ หากต้องการผสมสารเป็นจำนวนมากให้ใช้บีกเกอร์แทนและใช้เทคนิคการกวนสารละลายเช่นเดียวกัน ดังภาพ



ภาพที่ 2.15 เทคนิคการกวนสารละลาย

วิธีที่ 2 การหมุนสารละลายด้วยข้อมือ เป็นเทคนิคการผสมสารละลายในหลอดทดลองหรือขวดรูปกรวยให้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้มือจับทางส่วปลายของอุปกรณ์ดังกล่าว แล้วหมุนข้อมือให้สารละลายข้างในไหลวนไปในทิศทางเดียวกัน ดังภาพ



ภาพที่ 2.16 การกวนสารละลายด้วยวิธีหมุนสารละลายด้วยข้อมือ

7. เทคนิคการให้ความร้อนของเหลวหรือสารละลายที่ไม่ติดไฟ

การให้ความร้อนแก่ของเหลวใด ๆ ผู้ทดลองจะต้องจะต้องทราบว่าจะต้องทราบว่าจะของเหลวนั้นติดไฟได้ง่ายหรือไม่เมื่อกลายเป็นไอ เทคนิคต่อไปนี้เป็นวิธีการให้ความร้อนของเหลวที่ไม่ติดไฟ

1. เมื่อของเหลวอยู่ในหลอดทดลอง

1.1 ปริมาตรของของเหลวไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของหลอดทดลอง

1.2 ใช้ที่จับหลอดทดลอง (test tube clamp) ขณะให้ความร้อน อย่าจับหลอดทดลองด้วยนิ้วมือโดยตรง เพราะไอของเหลวที่ระเหยขึ้นมาจะทำให้หลอดทดลองร้อน

1.3 นำหลอดทดลองไปให้ความร้อนโดยตรงควรใช้เปลวไฟอ่อน ๆ และเอียงหลอดทดลองเล็กน้อยพยายามให้ส่วนที่เป็นของเหลวในหลอดทดลองถูกเปลวไฟที่เล็กน้อยพร้อมทั้งแกว่งหลอดทดลองไปมาในเปลวไฟ ซึ่งเป็นการเขย่าของเหลวภายในหลอดทดลอง

1.4 หันปากหลอดทดลองไปในทิศทางที่ไม่มีคนหรือสิ่งของอื่น ๆ เพื่อป้องกันการเดือดอย่างรุนแรงของเหลวอาจจะพุ่งออกมาข้างนอกทำให้เกิดอันตรายได้

1.5 อย่างกัมน้ำลวดของเหลวภายในหลอดทดลองในขณะที่กำลังให้ความร้อนเป็นอย่างเด็ดขาด เพราะถ้าของเหลวเดือดพุ่งออกมาอาจเป็นอันตรายต่อใบหน้าและนัยตาได้ และถ้าหากประสงค์ที่จะดมกลิ่นแก๊สให้ปากหลอดทดลองหรือขวดสารอยู่ห่างจากจมูกพอสมควรแล้วใช้มือโบกแก๊สหรือควันเข้าหาจมูก

2. เมื่อของเหลวอยู่ในบีกเกอร์หรือพลาสติก มีวิธีทำดังนี้

2.1 นำบีกเกอร์หรือพลาสติกบนตะแกรงลวด (Wire gauze) ซึ่งวางอยู่บนแท่นให้ความร้อน (Hot plate)

2.2 ให้ความร้อนโดยใช้แท่นให้ความร้อน (Hot plate)

8. เทคนิคเกี่ยวกับการกรอง

การกรองเป็นวิธีการแยกของแข็งออกจากของเหลวหรือสารละลาย ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะการกรองสารโดยผ่านกระดาษกรอง มีเทคนิคที่สำคัญดังนี้

1. กระดาษกรอง (Filter papers) กระดาษกรองมีหลายชนิดต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะและขนาดของตะกอน ตลอดจนจุดประสงค์ในการแยกตะกอนด้วย

1.1 กระดาษกรองที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ (Qualitative grade papers) เป็นกระดาษกรองที่เมื่อเผาแล้วจะมีขี้เถ้า (ash) ประมาณ 0.7 – 1.0 mg นิยมนำไปใช้ในการทำให้สารละลายใส หรือแยกของแข็งออกจากสารละลายทั่ว ๆ ไป

1.2 กระดาษกรองที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ (Quantitative grade papers) เป็นกระดาษกรองที่เมื่อนำไปเผาแล้วจะมีขี้เถ้า (Ash) ประมาณ 0.05 – 0.06 mg ซึ่งน้ำหนักดังกล่าวน้อยมากในการวิเคราะห์ปริมาณ จึงตัดทิ้งได้ ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ ทั่ว ๆ ไป

1.3 กระดาษกรองที่ใช้กับการกรองระบบสุญญากาศ (Hardened grade papers) เป็นกระดาษกรองที่มีพื้นผิวค่อนข้างแข็ง เหนียว เมื่อเปียกน้ำ มีทั้งชนิดธรรมดา ชนิดที่มีขี้เถ้าเล็กน้อย หรือไม่มีขี้เถ้าเลย

เนื่องจากกระดาษกรองมีขนาดแตกต่างกันที่ใช้มากมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 ซม. และ 11 ซม. เมื่อกรองแล้วควรให้มีตะกอนบนกระดาษกรองประมาณ $\frac{3}{4}$ ของกระดาษกรอง นอกจากนี้แล้วกระดาษกรองยังมีหลายชนิด บางชนิดเนื้อหยาบ บางชนิดเนื้อละเอียดและมีรูพรุนแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของตะกอนด้วย เช่นถ้าใช้กระดาษกรองที่มีเนื้อหยาบ ตะกอนที่มีขนาดเล็กก็จะเล็ดลอดออกไปได้ การกรองจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว หรือถ้าใช้กระดาษกรองที่มีเนื้อละเอียด การกรองจะดำเนินไปอย่างช้า ๆ ได้ตะกอนมาก เหตุนี้การเลือกใช้กระดาษกรองจึงควรคำนึงถึงชนิดของกระดาษกรองและอัตราเร็วในการกรองด้วย สำหรับกระดาษกรองที่มีผิวข้างหนึ่งหยาบอีกข้างหนึ่งละเอียดนั้นในการกรองจะต้องเอาผิวหยาบขึ้นข้างบน ทั้งนี้เพื่อช่วยกระจายตะกอนไม่ให้ไปรวมกันตรงกันกรวยซึ่งทำให้การกรองช้าลงได้ตัวอย่างการเลือกใช้กระดาษกรอง (เฉพาะกรณีกระดาษกรอง Whatman) ดังแสดงในตาราง

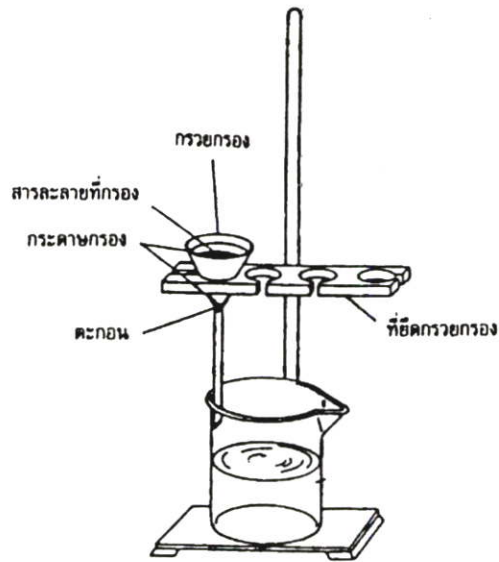
ตารางที่ 2.5 กระดาษกรองที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ (Qualitative grade papers)

Whatman	เนื้อ	ความเร็ว	ใช้สำหรับ
4	หยาบ	เร็วมาก	ตะกอนคล้ายวุ้น
1	ปานกลาง	ปานกลาง	ตะกอนเป็นผลึก
3	หยาบ	ช้า	ตะกอนเป็นผลึกละเอียด

ตารางที่ 2.6 กระดาษกรองที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณ (Quantitative grade papers)

Whatman	เนื้อ	ความเร็ว	ใช้สำหรับ
41	หยาบ	เร็วมาก	ตะกอนคล้ายวุ้น
40	ปานกลาง	เร็ว	ตะกอนเป็นผลึก
42	ปานกลาง	ช้า	ตะกอนเป็นผลึกละเอียดมาก

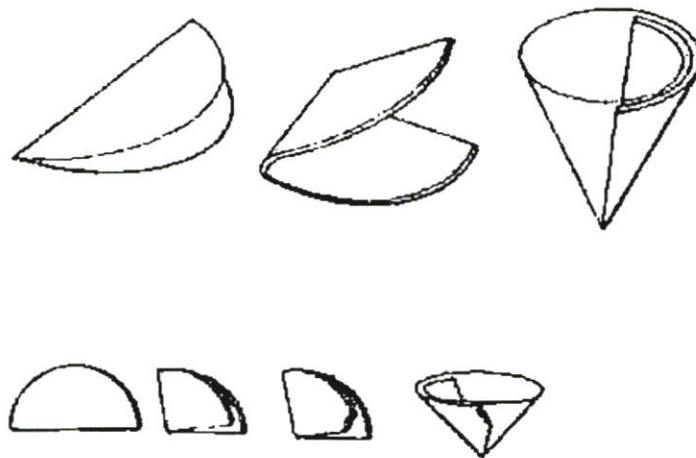
2. เทคนิคการกรองด้วยแรงดึงดูดโลก (Gravity filtration) เป็นการกรองแบบธรรมดาเหมาะสำหรับกรองตะกอนที่มีลักษณะคล้ายวุ้นและตะกอนที่ละเอียดมาก อุปกรณ์การกรองประกอบด้วย กรวยกรอง (Funnel) กระดาษกรอง (Filter paper) และที่ยึดกรวยกรอง (Stand and Base and O-ring clamp) โดยจัดอุปกรณ์การกรองดังภาพ



ภาพที่ 2.17 การติดตั้งอุปกรณ์การกรอง

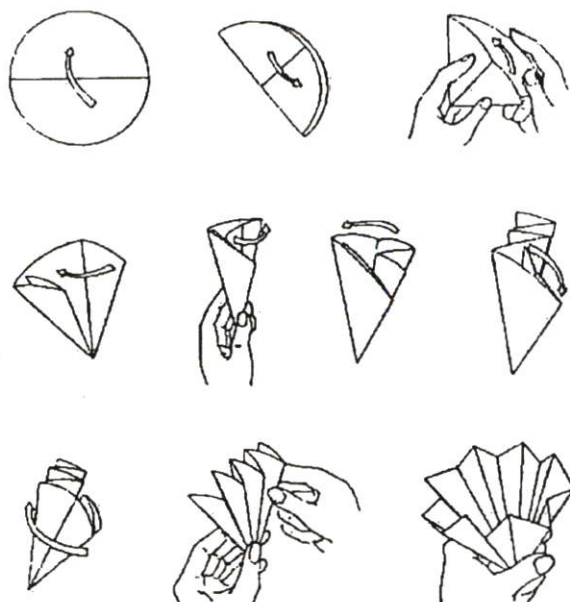
สำหรับการพับกระดาษกรองมี 2 แบบคือ

1. แบบกรวย เริ่มตั้งแต่พับเป็นครึ่งวงกลม และพับให้เหลือ $\frac{1}{4}$ ของวงกลม แต่ให้ริมทั้งสองข้างเหลื่อมกันเล็กน้อย ฉีกมุมด้านที่เหลื่อมเข้าออกเล็กน้อยเพื่อ นำไปใส่ในกรวยกรอง แล้วฉีดด้วยน้ำกลั่นให้กระดาษกรองเปียกก่อนใช้แล้วใช้นิ้วมือกดตอนบนของกระดาษกรองให้แนบสนิทกับกรวยกรอง ดังภาพ



(1) พับแบบรูปกรวย

2. การพับแบบจีบ (Fluted) ใช้ในการกรองสารขณะร้อน มีวิธีการพับดังภาพ



(2) พับแบบจีบ

ภาพที่ 2.18 การพับกระดาษกรอง

9. การไตเตรท

การไตเตรท (Titration) เป็นการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายที่ยังไม่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน (Titrant) จากสารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนแล้วหรือที่เรียกกันว่า สารละลายมาตรฐาน (Standard solution) อุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการไตเตรทคือ บิวเรต (Buret) โดยปกติมักจะบรรจุสารละลายที่ต้องการหาความเข้มข้นลงในบิวเรต ส่วนสารละลายมาตรฐานบรรจุอยู่ในขวดรูปชมพู่

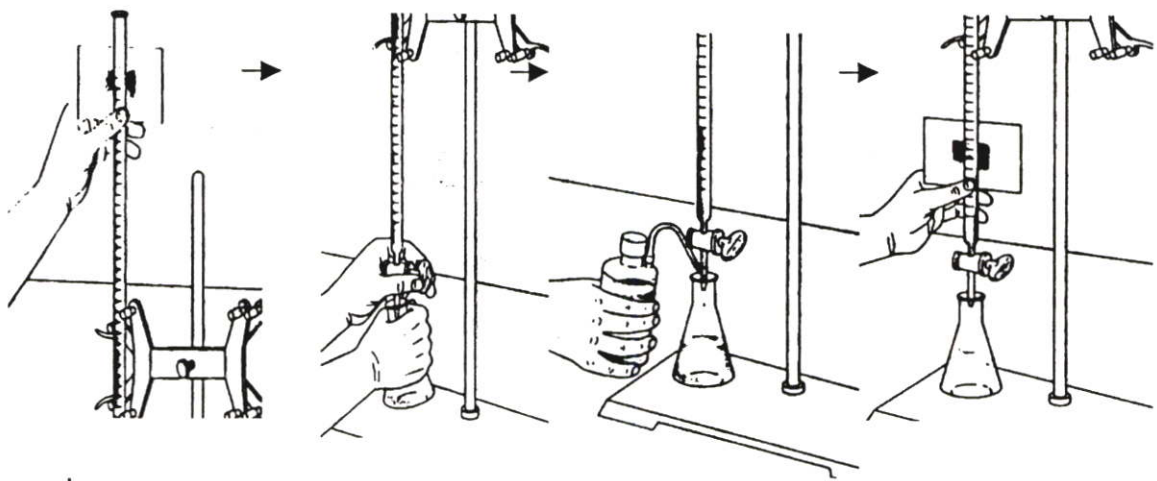
เทคนิคการไตเตรทมีดังนี้

1. จับบิวเรตขณะปล่อยสารละลายให้ถูกวิธีคือ จับก๊อกปิด-เปิดบิวเรตด้วยมือซ้าย จับขวดรูปชมพู่ด้วยมือขวา ในขณะที่ไตเตรทปลายบิวเรตต้องอยู่ในขวดรูปชมพู่เล็กน้อย
2. ใช้กระดาษสีขาววางอยู่ใต้ขวดรูปกรวยเพื่อให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ในระหว่างการไตเตรทควรมีการฉีคน้ำกลั่นล้างผนังขวดรูปชมพู่ด้านในเล็กน้อย เพื่อให้ไล่เนื้อสารที่ติดอยู่ข้าง ๆ ขวดลงไปทำปฏิกิริยากันอย่างสมบูรณ์

4. เมื่อใกล้ถึงจุดยุติ (จุดที่สารละลายเปลี่ยนสีโดยอาศัยอินดิเคเตอร์) ควรหยดสารละลายลงในขวดรูปกรวยทีละหยดหรือครึ่งหยดเพื่อป้องกันการเติมสารละลายลงไปมากเกินไป การหยดสารละลายทีละหยดทำได้โดยเปิดก๊อกเพียงเล็กน้อยเมื่อสารละลายไหลมาอยู่ที่ปลายบิวเรตก็รีบปิดก๊อกทันทีแล้วเลื่อนขวดมาแตะที่ปลายบิวเรตใช้น้ำฉีดไล่ลงไปในช่วง

5. เมื่ออินดิเคเตอร์เปลี่ยนสีควรวัดทิ้งไว้ประมาณ 30 วินาที หากสีของสารละลายไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าถึงจุดยุติแล้ว

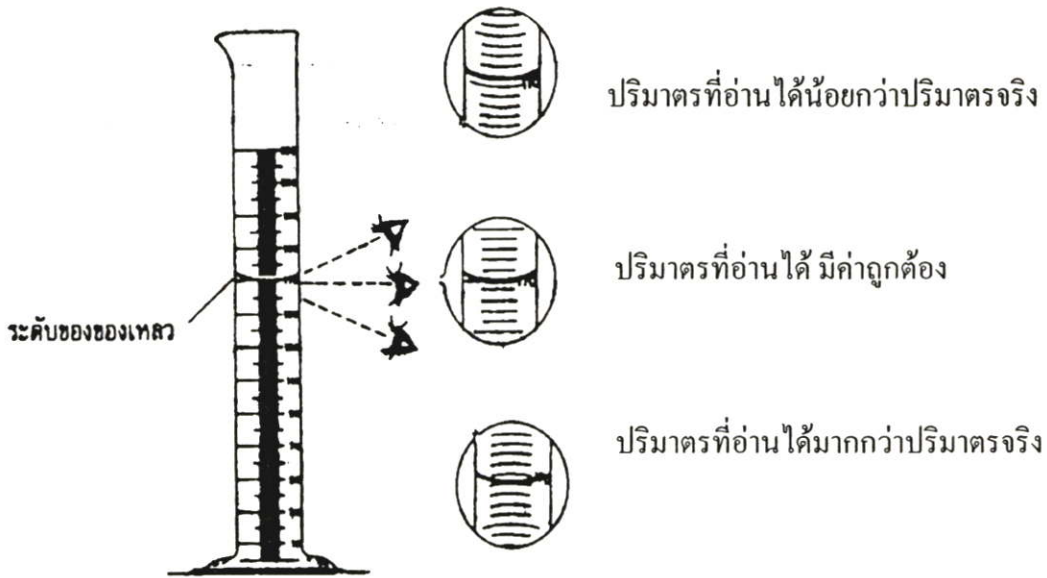
6. อ่านปริมาตรของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรท โดยดูตรงจุดต่ำสุดของส่วนโค้งว่าตรงกับขีดบอกปริมาตรใด



ภาพที่ 2.19 เทคนิคการไตเตรท

10. เทคนิคการอ่านปริมาตรของของเหลว

เมื่อเทของเหลวลงในอุปกรณ์วัดปริมาตร เช่น ขวดวัดปริมาตร บิวเรต ปิเปต และกระบอกควง ระดับของของเหลวตอนบนมีลักษณะเป็นโค้งเว้า (Meniscus) เกิดขึ้น ส่วนโค้งเว้านี้เกิดจากแรงดึงดูดระหว่างผิวแก้วภายในกับของเหลว หลักในการอ่านปริมาตรของของเหลวที่ถูกต้องในอุปกรณ์วัดปริมาตรเหล่านี้คือ ต้องให้สายตาอยู่ในระดับเดียวกับจุดต่ำสุดของส่วนโค้งเว้า ซึ่งอาจใช้กระดาษแข็งสีดำหรือสีขาวแต่ต้องนำมาขีดเส้นก่อนนำไปทาบทหลังขีดบอกปริมาตรให้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกับจุดต่ำสุดของส่วนโค้งเว้าแล้วเลื่อนแผ่นกระดาษขึ้นลงจนกระทั่งขอบบนของกระดาษดำหรือเส้นดำบนกระดาษขาวอยู่ในแนวเดียวกับจุดต่ำสุดของส่วนโค้งเว้าก็อ่านปริมาตรตรงตำแหน่งนี้ ตำแหน่งระดับสายตาในการอ่านปริมาตรมีความสำคัญต่อค่าที่อ่านได้ ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 2.20 การอ่านปริมาตรของของเหลว

2.2 ปฏิบัติการทดลอง

2.2.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติการทดลอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2523 : 1) ได้ให้ความหมายของทักษะปฏิบัติว่า “ทักษะภาคปฏิบัติ หมายถึง ความชำนาญในการใช้เครื่องมือทดลอง การหยิบจับอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง มีเทคนิคในการทดลอง ทำการทดลองด้วยความคล่องแคล่ว มีความละเอียดรอบคอบ และคำนึงถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่น”

ภพ เลาหไพบูลย์ (2541 : 28) ทักษะการทดลอง หมายถึง ความสนใจในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง และการบันทึกผลการทดลอง ส่วนการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่หาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอนคือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง เพื่อกำหนดวิธีในการทดลองซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร รวมทั้งวางแผนการใช้อุปกรณ์ในการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง ๆ
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่น ๆ

2.2.2 ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักคิดเป็น ทำเป็นและสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้โดยการนำเอากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ มิใช่รับรู้เฉพาะสิ่งที่ครูบอกในห้องเรียนเท่านั้น ดังนั้นการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชาเคมี นอกจากมุ่งเน้นทางด้านเนื้อหาวิชาแล้วยังเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษา ค้นคว้า และทดลอง เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการวางแผนการทดลอง การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ ดำเนินการทดลอง การสังเกต บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล แปลผลและสรุปผลการทดลอง เป็นการค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งการลงมือปฏิบัติการทดลองนอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มพูนทักษะในการใช้วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์แล้วยังสามารถทำการทดลองได้อย่างมั่นใจปลอดภัย รวดเร็วยิ่งขึ้น ดังที่ ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ ได้กล่าวถึงความสำคัญเกี่ยวกับการทดลองเคมี ในหนังสือปฏิบัติการชีวเคมีไว้ว่า

วิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่ต้องอาศัยผลการทดลองเพื่อใช้เป็นผลประกอบในการตั้งสมมติฐาน กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีต่าง ๆ ดังนั้นวิชาเคมีจึงจัดเป็นวิทยาศาสตร์แห่งการทดลอง การทดลองทางเคมีนับว่ามีความสำคัญพอ ๆ กับการเรียนเคมีภาคทฤษฎี การปูพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เช่น การฝึกให้เป็นคนมีเหตุผล การสร้างทักษะและความเข้าใจลึกซึ้งซึ่งย่อมเกิดขึ้นได้ยาก ถ้าหากขาดการทดลองในห้องปฏิบัติการ การได้ฟังคำบรรยายที่เกี่ยวข้องกับหลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ในทางเคมีจะไม่เกิดประโยชน์อันใดมากนักถ้านักเรียนไม่ได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อทดสอบและสังเกตปฏิกิริยาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาแล้ว จึงกล่าวได้ว่า การทดลองในห้องปฏิบัติการ คือหัวใจของการเรียนวิชาเคมีทีเดียว (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2520 : คำนำ)

นอกจากนี้ Novak ได้เสนอแนะเกี่ยวกับปฏิบัติการทดลองว่า

การปฏิบัติการทดลอง สามารถทำได้ทั้งตามหนังสือเรียน และการทดลองที่มาจากตัวนักเรียนเอง คือนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการกระทำ โดยมีได้รับการแนะนำจากครูเลย และในการทดลองนักเรียนจะได้เข้าไปปัญหาและการปฏิบัติการทดลองเขียนนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งต้องออกแบบการทดลองและทำการทดลองด้วยตนเอง ได้เรียนรู้ถึงข้อจำกัดของความสามารถในการคิด การรับรู้ของตนเองเรียนรู้ถึงคุณค่าของแนวทางที่ถูกต้องในการหาความรู้และเห็นประโยชน์ของเครื่องมือต่าง ๆ ที่จะช่วยในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจจะต้องเผชิญกับความล้มเหลวบ่อยครั้งแต่ทุกครั้งเขาจะรู้สึกตื่นเต้นเกี่ยวกับการค้นพบ

นอกจากนี้ยังได้วิจารณ์การปฏิบัติการทดลองในระดับมหาวิทยาลัยว่า เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับนักศึกษาที่จะทำบางสิ่งบางอย่างนอกเหนือจากการนั่งฟังการบรรยายหรือมองดูการสาธิต การทดลองหรือศึกษาจากหนังสือเรียน นักศึกษาควรทำสิ่งง่าย ๆ ด้วยตนเองโดยใช้สติปัญญาและ

การลงมือปฏิบัติย่อมต้องมีประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ถึงแม้ว่าจะง่ายเพียงแค่นับจำนวนการแกว่งของพวงกุญแจที่แขวนจากเส้นลวด (อ้างใน ประวิทย์ บึงสว่าง. 2537 : 45)

ดังนั้นสรุปได้ว่าการทดลองเป็นกิจกรรมสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างออกไป ทั้งนี้เพราะในระหว่างการทดลองผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเองทั้งสิ้นซึ่งเป็นยุทธวิธีที่ดีในการสอนวิทยาศาสตร์ที่สามารถใช้ทั้งทักษะปฏิบัติและความคิดควบคู่กันไป

2.2.3 วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

Lunetta and Et al (1998 : 22-25) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ด้านที่แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. ด้านความคิด (Cognitive) มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - 1.1 ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิด
 - 1.2 ส่งเสริมการเรียนรู้ทางด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
 - 1.3 พัฒนาทักษะทางการแก้ปัญหา
 - 1.4 พัฒนาทางความคิดสร้างสรรค์
 - 1.5 เพิ่มความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านการปฏิบัติ (Practical) มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - 2.1 พัฒนาทักษะด้านการสืบสวน
 - 2.2 พัฒนาทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล
 - 2.3 พัฒนาทักษะการเสนอรายงานผล
 - 2.4 พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับคนอื่น
3. ด้านความรู้สึกรู้สึก (Affective) มีวัตถุประสงค์เพื่อ
 - 3.1 ส่งเสริมให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์
 - 3.2 ส่งเสริมการยอมรับและเข้าใจผู้อื่น

ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งของหลักสูตรวิทยาศาสตร์การกำหนดวัตถุประสงค์จะเป็นแนวทางในการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

2.2.4 ประโยชน์ของการปฏิบัติการทดลอง

งานปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูวิทยาศาสตร์ควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับประเภทของวิธีการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ การใช้และการ

จัดการเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์และการสร้างอุปกรณ์ทดแทน และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสุวัฒน์ พุทธิเมธา (2523 : 190) และวินิต เกตุจำ (2519 : 161) ได้กล่าวถึงประโยชน์จากการทำการทดลองที่นักเรียนจะได้รับดังนี้

1. ปลุกฝังนิสัยในการค้นคว้าหาความจริง ไม่เชื่ออะไรง่าย
2. เรียนรู้วิธีการทดลองเพื่อค้นคว้าหาความจริงตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. การสังเกตพิจารณาหาเหตุจากสิ่งแวดล้อม ปรับคนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้
4. เกิดการเรียนรู้ด้วยการกระทำ มีประสบการณ์ตรง เป็นการสร้างวิธีที่ดีในการเรียนรู้

ด้วยตนเองต่อไป

5. ทำให้ผู้เรียนรักและสนใจในบทเรียน เพราะเป็นการเรียนจากสิ่งที่เป็นจริง
6. ทำให้ผู้เรียนพัฒนาในด้านทักษะการใช้เครื่องมือ และการจัดกระบวนการ
7. เรียนรู้ได้แจ่มแจ้ง แม่นยำ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
8. ทำให้ผู้เรียนเป็นคนเชื่อมั่นในตนเอง ไม่เป็นผู้ที่คอยอาศัยแต่คนอื่น
9. ส่งเสริมให้มีเจตคติทางด้านวิทยาศาสตร์คืออย่างมีเหตุผล

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3.1 ความเป็นมาและความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วงการศึกษามีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกในระยะปลายทศวรรษที่ 1950s มหาวิทยาลัยใหญ่ ๆ หลายแห่งในสหรัฐอเมริกาได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานด้านบริหาร ขณะเดียวกันก็มีผู้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานเกี่ยวกับการวิจัยการเรียนการสอน งานวิจัยด้านนี้เรื่องหนึ่งได้แก่ โครงการเพลโต (PLATO) ที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ในปีค.ศ. 1960 โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน และได้มีการพัฒนาปรับปรุงเรื่อยมาจนกระทั่งในต้นทศวรรษที่ 1970s โครงการเพลโตจึงได้นำ เพลโต 4 (PLATO IV) ซึ่งเป็นระบบการสอนแบบแบ่งกันใช้เวลา โดยเป็นระบบการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน โดยมีศูนย์กลางใหญ่เก็บข้อมูลไว้ และมีเครื่องปลายทางแยกออกมามากมายเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้ นอกจากนี้แล้วยังมีใช้ในระบบต่าง ๆ เช่น ไอบีเอ็ม และทิกซิต (TICCIT) ซึ่งแพร่หลายออกไปอย่างรวดเร็ว ในกลางทศวรรษที่ 1970s ได้มีบริษัทคอมพิวเตอร์ 3 บริษัทพยายามคิดค้นประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นและประสบความสำเร็จในปี ค.ศ. 1977 เป็นการนำไปสู่การปฏิบัติการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาสามารถใช้ได้ทั้งในด้านการบริหารและใช้ในด้าน การเรียนการสอนที่เรียกว่า “การสอนใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน” (Computer – Based Instruction

: CBI) คือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการสอนเพื่อให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน การใช้คอมพิวเตอร์ในสถานที่ศึกษาว่าพอจะแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะตามเป้าหมายดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ในการบริหาร (Administrative Use) นับเป็นจุดเริ่มแรกของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษา แยกเป็น 2 ด้าน คือ

1.1 ในด้านผู้บริหารสถานที่ศึกษา ผู้บริหารใช้ในการทำงานด้านต่าง ๆ เช่น การบัญชี การจัดการรายงาน การเก็บบันทึกข้อมูลและการควบคุมทรัพย์สินของสถาบัน

1.2 ในด้านการบริหารงานของครูผู้สอน เนื่องจากครูผู้สอนมีกิจกรรมในเรื่องต่าง ๆ มากมายที่นอกเหนือไปจากการงานด้านการสอนปกติ ได้แก่ งานด้านการเขียน งานด้านการคิดคำนวณ งานด้านเอกสาร และงานด้านการเตรียมบทเรียนและจัดการทรัพยากรต่าง ๆ งานเหล่านี้ครูผู้สอนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการทำงานและเก็บข้อมูลได้ซึ่งจะทำให้การทำงานเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็วและถูกต้อง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอน (Computer - Managed Instruction : CMI) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยจัดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์รวบรวมข้อมูลสถิติ ตัวเลข อันจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จุดประสงค์ที่สำคัญคือช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนของครู เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถจัดลำดับการเรียนการสอนได้สะดวกและมีประสิทธิภาพ คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอนมีหลายลักษณะด้วยกัน เช่น บันทึกความก้าวหน้าของนักเรียน โดยครูจะบันทึกคะแนนการสอบของนักเรียนแต่ละคนลงในไมโครคอมพิวเตอร์ทุกๆ ครั้ง หลังจากนั้นครูจะกลับมาตรวจผลการเรียนอีกครั้งเพื่อดูความก้าวหน้าของนักเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการเรียนการสอนสามารถที่จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องของการรวบรวม การนำเสนอข้อมูล การนำไปใช้ รวมทั้งการรายงานความก้าวหน้า เกี่ยวกับการเรียน หรือตัวผู้เรียนได้

3. คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนโดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือหรือตัวกลางที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น เป็นการสร้างโปรแกรมต่างๆ แต่ละเนื้อหาแต่ละวิชา แล้วนำโปรแกรมเหล่านี้ไปสอนโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction คำย่อว่า CAI ซึ่งหมายถึง การเรียนการสอนที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอเนื้อหา วิธีการถามตอบ รับคำตอบ รวมถึงการทบทวนและการวัดผล ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่จัดลำดับไว้อย่างเหมาะสม (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 225-227 ; นิพนธ์ สุขปรัดดี. 2530 : 201-202)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction คำย่อว่า CAI) คือการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคลโดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของ

คอมพิวเตอร์ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน (บุญชม ศรีสะอาด. 2537 : 123)

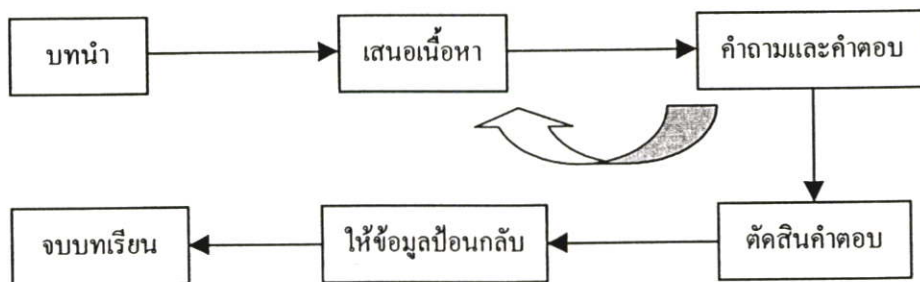
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed instruction) ซึ่งในระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมา การเรียนการสอนแบบโปรแกรมได้รับความสนใจว่าเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนการสอนวิธีนี้มีหลักการพื้นฐานของการใช้ทฤษฎีและหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual differences) มีการให้แรงเสริม (Reinforcement) และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน (Feedback) (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2539 : 2-3)

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง รูปแบบการเรียนการสอนที่นำคอมพิวเตอร์ไปใช้ช่วยในการเรียนการสอนในรูปแบบที่สามารถทำได้ แต่ส่วนใหญ่มักจะนำไปใช้เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ในรูปของการฝึกฝนและฝึกหัด การทบทวนความรู้ การศึกษาจากสถานการณ์จำลอง ฯลฯ มีการถาม คำถามรับคำตอบจากผู้เรียน เมื่อตรวจคำตอบแล้วสามารถแสดงผลข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียนทันทีจนผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ ในการใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ตามหลักสูตรและนำไปสู่กระบวนการต่าง ๆ ที่หลักสูตรกำหนดนั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ต้องรู้จักเลือกและใช้สื่อการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย มีการใช้หนังสือเรียนและสื่อการเรียนการสอนประเภทอื่น ๆ เช่น หนังสือช่วยเสริมประสบการณ์ โสตทัศนูปกรณ์ และวัสดุต่าง ๆ เป็นต้นว่า แถบบันทึกเสียง แถบบันทึกภาพ แผ่นภาพของจริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฯลฯ ตลอดจนติดตามข่าวสารจากสื่อมวลชน เอกชนที่พิมพ์เผยแพร่ เพื่อให้นักเรียนทราบเหตุการณ์ปัจจุบัน นำมาคิดวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน เป็นการฝึกทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการทำงานได้

2.3.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

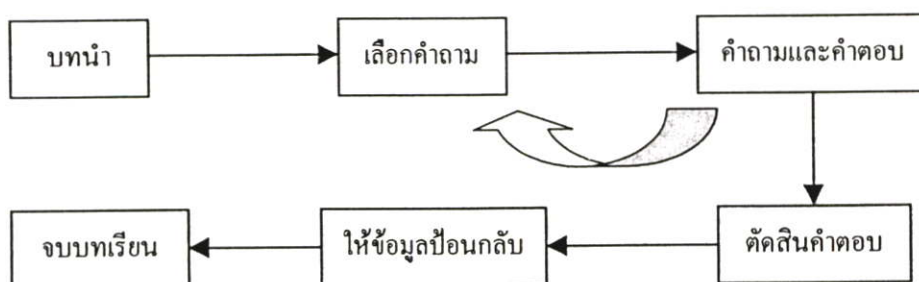
ในขณะนี้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างแพร่หลาย การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกรูปแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบการสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาวิชาแก่ผู้เรียนผ่านทางตัวอักษรหรือภาพหรือเสียง หรือภาพเคลื่อนไหวหรือรวม ๆ กัน ตามที่เหมาะสมในการสื่อการนำเสนอเนื้อหาที่จะสอดแทรกไปกับกระบวนการปฏิสัมพันธ์ (Interactive Process) ผู้เรียนจะต้องมีการโต้ตอบกับบทเรียนตลอดการเรียนรู้ สิ่งสำคัญในกระบวนการปฏิสัมพันธ์คือ การร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ และการฝึกให้ผู้เรียนคิดทบทวน ไม่ใช่การอ่านหรือดูไปเรื่อย ๆ บทเรียนประเภทนี้สามารถใช้ทั้งในการนำเสนอเนื้อหาใหม่การใช้ทบทวนบทเรียนการเรียนรู้ซ่อมเสริม



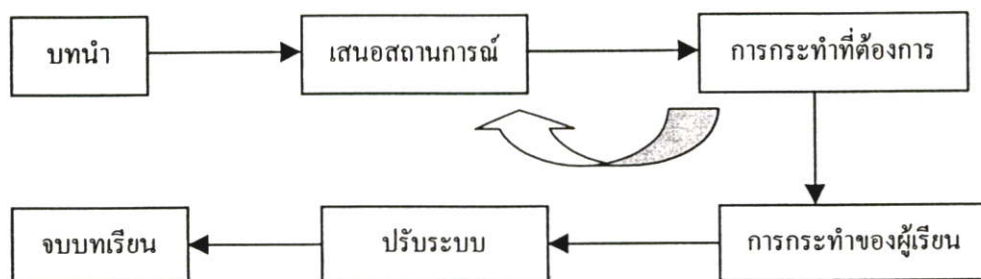
ภาพที่ 2.21 รูปแบบบทเรียนโปรแกรมเพื่อการสอน

2. บทเรียนแบบฝึกทักษะ (Drill and Practice) ลักษณะเฉพาะของบทเรียนแบบนี้ คือไม่มีการเสนอเนื้อหาเพื่อการเรียนรู้สิ่งใหม่ หากเป็นการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาฝึกฝนให้ชำนาญมากขึ้น โปรแกรมบทเรียนแบบฝึกทักษะนี้จะสามารถใช้ในหลายสาขาวิชาทั้งทางด้านคณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น การป้อนปัญหาให้ผู้เรียนทำซ้ำ ๆ จนผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องตามที่กำหนดไว้จึงจะเปลี่ยนเนื้อหาการฝึกใหม่ ขณะทำการฝึกผู้เรียนจะได้รับการโต้ตอบผลการกระทำโดยทันที



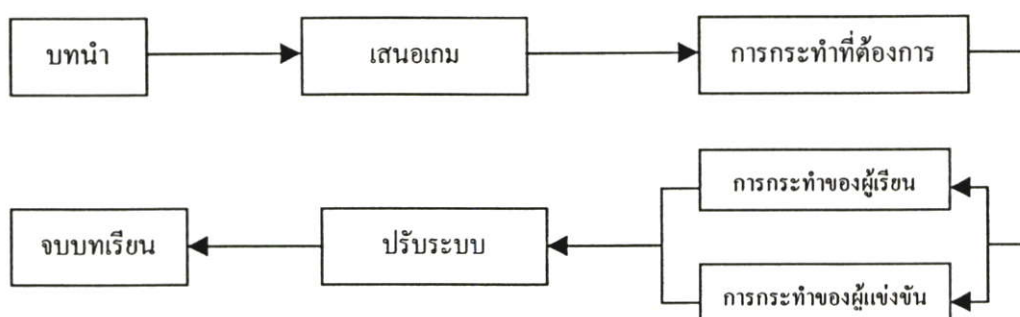
ภาพที่ 2.22 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบฝึกทักษะ

3. บทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) บทเรียนประเภทนี้ใช้ศักยภาพของคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ไว้ในบทเรียนแล้วให้ผู้เรียนฝึกแก้ปัญหาของสถานการณ์นั้น ผลการเลือกวิธีแก้ปัญหาจะถูกนำไปประเมินและเสนอผลย้อนกลับในทันทีรวดเร็วกว่าการปฏิบัติในสถานการณ์จริง เช่น จำลองสถานการณ์การทดลองทางเคมี บทเรียนจะแสดงผลของปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้น เช่น เกิดการเดือด การระเบิด เป็นต้น บทเรียนประเภทนี้ส่วนใหญ่จะนำเสนอในรูปแบบภาพเคลื่อนไหว สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดีมาก ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีแต่การสร้างค่อนข้างยุ่งยากต้องมีการรวบรวมข้อมูลมากจึงทำให้การลงทุนสร้างค่อนข้างสูง



ภาพที่ 2.23 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

4. บทเรียนแบบเกมเพื่อการสอน (Instructional game) ลักษณะสำคัญของ บทเรียนประเภทนี้ คือ การแข่งขัน ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ได้แข่งขันกับคู่แข่ง ซึ่งอาจเป็นพิมพ์ดีด เป็นต้น รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบเกมจะคล้ายคลึงกับ โปรแกรมบทเรียน แบบสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย โดยผู้เรียนจะ สามารถปรับปรุงความคิด ทักษะคติ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ เพื่อที่จะเอาชนะคู่แข่ง บทเรียนประเภท นี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวตลอดเวลา มีความสนุกสนานในการเรียนหรือการแข่งขันและยังช่วย เพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ตัวอย่างเช่น เกมการต่อศัพท์ เกมการฝึก



ภาพที่ 2.24 รูปแบบโปรแกรมบทเรียนแบบเกมเพื่อการสอน

5. บทเรียนแบบการทดสอบ (Test) ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำแบบ ทดสอบซ้ำ ๆ ทำให้เปลี่ยนแปลงความคิด ความเข้าใจ ซึ่งอาศัยการป้อนปัญหาของคอมพิวเตอร์ และการตัดสินใจตอบในทันที ทำให้ผู้เรียนรู้ผลในเวลาอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นการทำทนาย ให้อยากตอบให้ ถูกมากยิ่งขึ้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 229-232 ; โอวาท เสนิตันติกุล. 2539 : 73-80)

ในการออกแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละเนื้อหาอาจประกอบด้วย บทเรียนประเภทใดประเภทหนึ่งหรือหลายประเภทปะปนกันได้แล้วแต่การนำไปใช้เพื่อให้บรรลุ วัตถุประสงค์ที่กำหนด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนเป็นแบบผสมกันทั้งแบบ การสอน และบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

2.3.3 เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Robert M. Gagne' (1985 : 243-255) และ สุกวี รอดโพธิ์ทอง (2536 : 1-14) ได้อธิบายถึงเทคนิคในการออกแบบบทเรียนที่ดี คือการเน้นในเรื่องความสำคัญของการใช้ภาพเพื่อเป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียน และในขณะเดียวกันก็เน้นถึงการใช้คำถามที่สั้นและสื่อความหมายได้ดี ดังนั้นบทเรียนส่วนใหญ่จึงมีการผสมผสานของกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบการให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ สำคัญอย่างหนึ่งคือรูปแบบของการเขียนบทเรียนซึ่งเกี่ยวกับขั้นตอนของการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวคัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 เหตุการณ์ คือ

1. ได้รับความสนใจ (Gaining attention) ก่อนจะเริ่มเรียนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจให้อยากที่จะเรียน ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพสี และเสียงหรือการประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมาที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหา และน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความน่าสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาไปในตัวตามลักษณะบทเรียน CAI การเตรียมและการกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกคือการสร้างบทนำของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้คือ บทนำนั้นควรจะออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่าบทนำดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านทางแป้นพิมพ์ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกดแคร่ยาว (Space bar) หรือด้วยการกดคีย์ตัวใดตัวหนึ่ง เพื่อที่จะได้รับความสนใจของผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (Informing Learners of the objectives) การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาด้วยและการที่ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้อง และสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น นอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้วการวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนกระทั่งถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในการออกแบบบทเรียน CAI นั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่ปรากฏบนจอควรเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความและถ้าเป็นไปได้ควรจะมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน CAI จึงนิยมใช้ข้อความสั้น ๆ และโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เรียนและเนื้อหาของบทเรียน

3. ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating Recall of prior Learning) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้รู้มาก่อน เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้อาจจำเป็นต้องทำการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียน ที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อ ๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพหรือเป็นการผสมผสานกันมาก หรือน้อยแล้วแต่ความเหมาะสมของเนื้อหาด้วย

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Presenting the Stimulus) การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความ เป็นหัวใจที่สำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้จริงอยู่ว่าบางมโนทัศน์นั้นมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ วิธีหนึ่งที่ขอเสนอแนะในที่นี้คือ “วิธีการสร้างภาพจากความหมาย” ของมโนทัศน์นั้น นอกจากจะใช้ภาพเปรียบเทียบเพื่อช่วยอธิบายความหมายนามธรรมดังกล่าว การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือแผนสถิติเป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรคำนึงถึงอยู่เสมอ

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Providing “learning Guide”) ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนรู้ที่กระฉ่างชัดนั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนในขั้นนี้คือ พยายามหาเทคนิคในการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระฉ่างชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคการให้ตัวอย่าง และให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างอาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจมโนทัศน์ต่าง ๆ ชัดเจนขึ้นในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียน CAI อาจใช้หลักของ “Guided discovery” ซึ่ง หมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยการออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้แนะจากจุดกว้าง และแคบ ๆ ลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง เทคนิคการให้ตัวอย่างและให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างจะช่วยในขั้นนี้แล้ว การใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้

6. การกระตุ้นตอบสนอง (Eliciting Performance) ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีกล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับ และ

ขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้อง เนื้อหา การคิด การตอบ ในด้านของการจดจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียนโดยการอ่านหรือการคัดลอก ข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์หลาย ๆ อย่าง เช่น วีดีโอเทป ภาพยนตร์ สไลด์-เทป หรือสื่อการสอนอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นสื่อการสอนแบบ Non-interactive คือ การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมหลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกรำคาญ และเมื่อมีส่วนร่วมส่วนคิด การคิดนำหรือคิดตามย่อมมีส่วนประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing feedback) การวิจัยพบว่าบทเรียน CAI นั้น จะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เรียนโดยการบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหนห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลกลับเป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นภาพอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากผิดมาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้นวิธีหลีกเลี่ยงคือควรให้ภาพในทางบวกเมื่อตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น

8. ทดสอบความรู้ (Assessing performance) บทเรียน CAI จัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรมการทดสอบความรู้ใหม่ อาจจะเป็นการทดสอบระหว่างเรียน หรือการทดสอบตอนท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตัวเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยังอย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้ การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนแล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรถามเรียงตามลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น ๆ

9. การจำและการนำไปใช้ (Enhancing Retention and transfer) ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ Gagne' นั้นในเหตุการณ์สุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะต้องแนะนำการนำความรู้ไปใช้ ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียน CAI จึงควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าคุณรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยอย่างไร ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

ขั้นตอนการสอน 9 เหตุการณ์ของ Gagne' นี้เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้ดี โดยวัตถุประสงค์ของโมเดลดังกล่าวนี้เป็นการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เทคนิค

อย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือ การพยายามทำให้ผู้เรียนมีความรู้ใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดังนั้นขั้นตอนการสอนดังกล่าวจึงถูกนำมาดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนทั้ง 9 เหตุการณ์นี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับและไม่จำเป็นว่าจะต้องครบทั้ง 9 เหตุการณ์ ใครจะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใดหรือครอบคลุมขั้นตอนการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ ด้วย การยึดถึงขั้นตอนการออกแบบบทเรียนทั้ง 9 เหตุการณ์เป็นหลักและในขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำ ๆ กันจนน่าเบื่อก็เป็นวิธีอีกอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียน CAI ควรจะคำนึงถึง

ประวิทย์ บึงสว่าง (2537 : 88-89) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

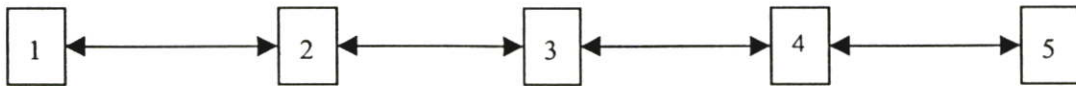
1. ศึกษาเนื้อหารายวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. ศึกษาโปรแกรม Authorware Professional Version 5.2
4. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา เอกสาร วารสาร รวมทั้งผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กำหนดรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. ออกแบบบทเรียน โดยเน้นในเรื่องการใช้ภาพ เนื้อหา คำถามที่สั้นได้ใจความ ผสมผสานกับกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียนแล้วนำมาสร้างเป็นผังงาน
7. นำผังงานที่สร้างเสร็จแล้วมาเขียนสคริปต์เป็นการเตรียมการนำเสนอภาพ ตัวอักษร รวมทั้งสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ
8. นำสคริปต์มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรม Authorware Professional Version 5.2

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของประวิทย์ บึงสว่าง มาเป็นแบบอย่างในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง 8 ขั้นตอน และได้ใช้เทคนิคการนำเสนอโดยการยึดถึงขั้นตอนการออกแบบบทเรียนทั้ง 9 เหตุการณ์ของ Gagne' เป็นหลัก เน้นในเรื่องความสำคัญของการใช้ภาพเป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียน และในขณะเดียวกันก็เน้นถึงการใช้คำถามที่สั้นและสื่อความหมายได้ดี ดังนั้นบทเรียนส่วนใหญ่จึงมีการผสมผสานของกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

2.3.4 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุปผชาติ ทัพหิกรณ์ (อ้างใน อารีย์ มีมุงกิจ. 2541 : 15-21) ได้แบ่งการนำเสนอ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

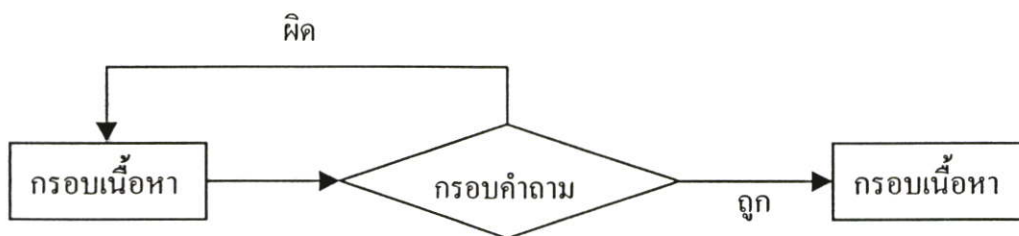
1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear program) มีลักษณะการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง เป็นเทคนิควิธีการสร้างที่ใช้ได้ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหา หรือกรอบคำถาม เรียงต่อกันไปในทิศทางเดียว ผู้เรียนจะต้องเรียนทีละกรอบตามลำดับ จะข้ามกรอบไม่ได้



ภาพที่ 2.25 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

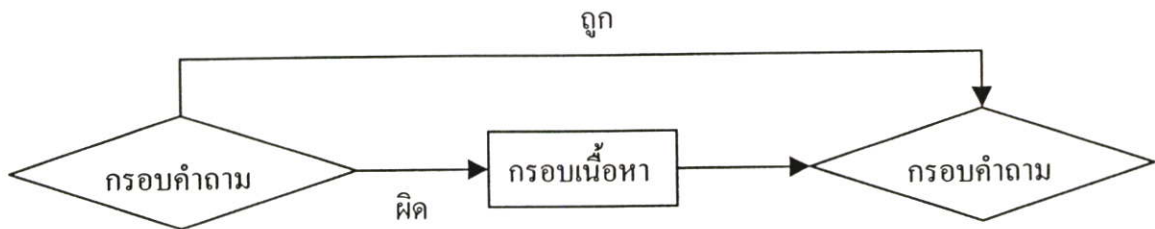
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching program) บทเรียนแบบนี้ได้รับความนิยมมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะที่ทำท่ายและน่าสนใจกว่า เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน สามารถเลือกเรียนตามระดับความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของนักเรียน ซึ่งมีหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

2.1 แบบย้อนกรอบ (Linear format with repetition) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหาถ้านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง นักเรียนก็จะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูกต้องโปรแกรมก็จะย้อนกลับไปยังกรอบเนื้อหาเดิมและถามคำถามเดิมซ้ำอีกดังภาพ



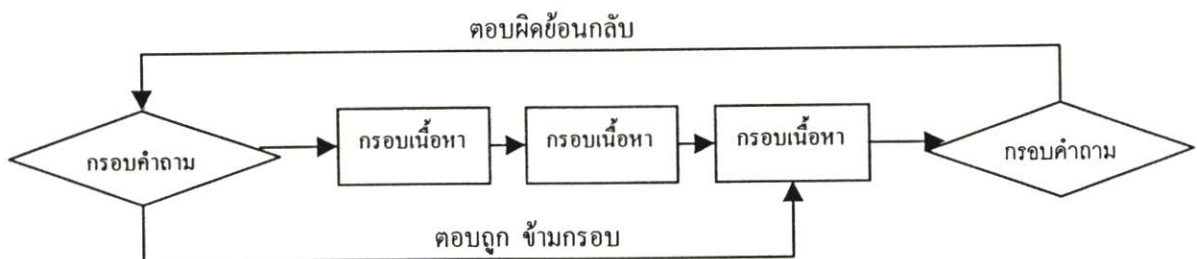
ภาพที่ 2.26 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกรอบ

2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and skin format) บทเรียนลักษณะนี้ จะมีการทดสอบก่อนเรียน ถ้านักเรียนถ้านักเรียนทดสอบก่อนเรียนเนื้อหาแล้วผ่านก็จะข้ามกรอบที่นักเรียนรู้เนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาวัตถุประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังภาพ



ภาพที่ 2.27 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

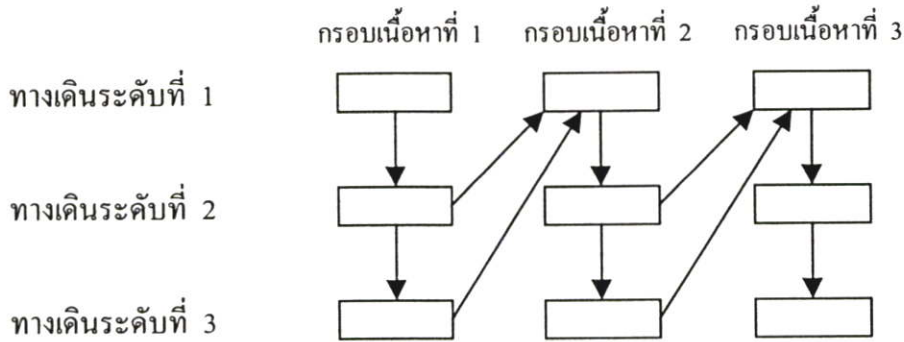
2.3 แบบข้ามกรอบและย้อนกรอบ (Gate frames) บทเรียนลักษณะนี้ กำหนดนักเรียนไปยังกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่ให้ ในลักษณะเดียวกันกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้อาจให้นักเรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบ หรืออาจส่งนักเรียนไปยังกรอบที่ผ่านมาแล้ว เพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ ดังภาพ



ภาพที่ 2.28 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบและย้อนกรอบ

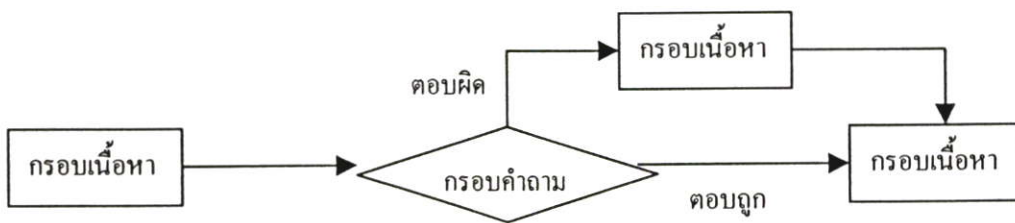
2.4 แบบทางเดินหลายเส้น (Secondary tracks) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลายระดับ เส้นทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบ เนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนเส้นทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่าในกรอบที่อยู่ทางเดินระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เส้นทางเดินของนักเรียนจึงมิได้หลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่านักเรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับ

ที่ 1 มากน้อยเพียงใด กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 จะให้เนื้อหาที่ละเอียดจากน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ขยายเนื้อหาของคำบางคำให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังภาพ



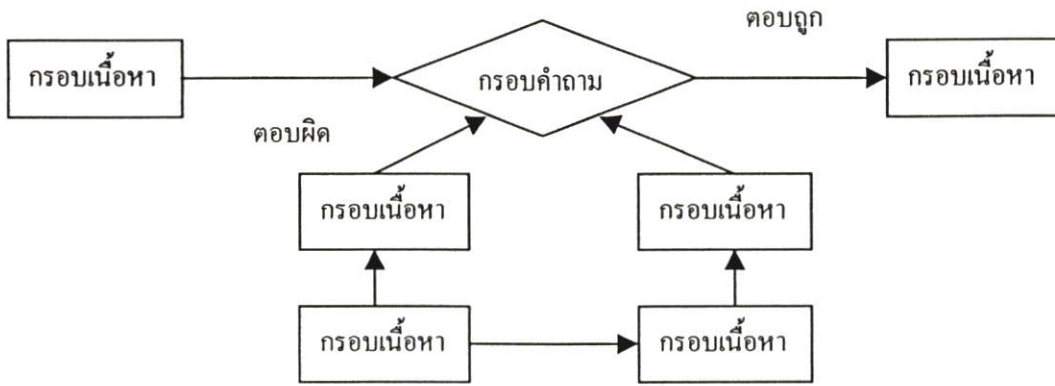
ภาพที่ 2.29 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทางเดินหลายเส้น

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single remedial branch) บทเรียนลักษณะนี้เริ่มต้นด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถามถ้านักเรียนตอบถูก หากตอบผิดนักเรียนก็จะได้รับการซ่อมเสริมก่อนไปยังเนื้อหาในกรอบต่อไป ดังภาพ



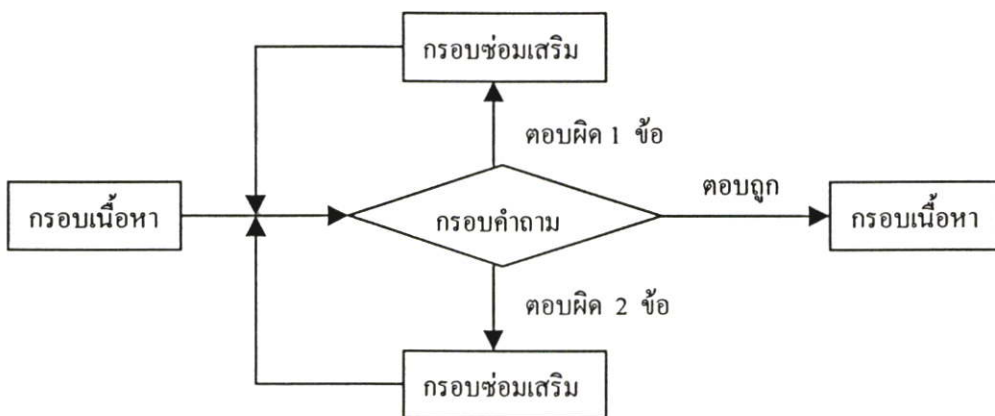
ภาพที่ 2.30 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial loops) มีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว ต่างกันที่ แทนที่จะแตกออกเป็นแบบกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียว กลับประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบ เป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่นักเรียนขาดอยู่ ก่อนที่จะส่งนักเรียนกลับไปกรอบเนื้อหาเดิม ดังภาพ



ภาพที่ 2.31 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม

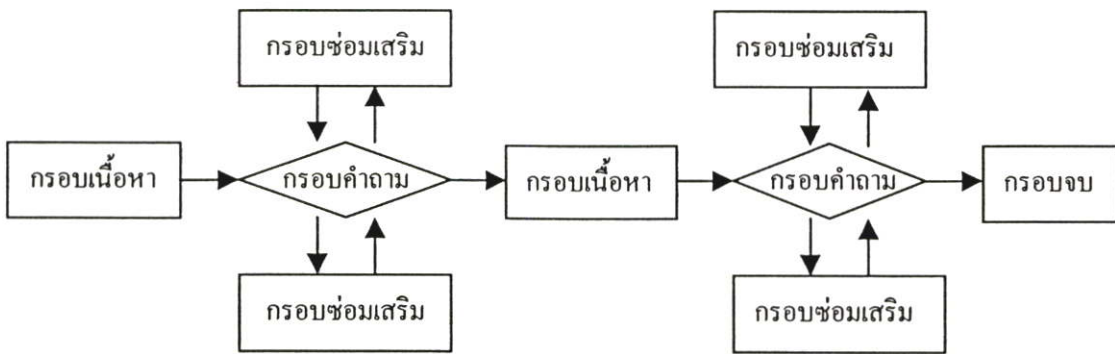
2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple remedial branches) บทเรียนลักษณะเช่นนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมา ตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงส่งนักเรียนมายังกรอบคำถามเดิม เพื่อให้ให้นักเรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่นักเรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปยังกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้านักเรียนตอบถูกต้องก็จะได้ไปยังเนื้อหาใหม่ ถ้านักเรียนตอบผิด โปรแกรมก็จะส่งไปยังกรอบซ่อมเสริม ก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่อีกครั้ง ดังภาพ



ภาพที่ 2.32 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

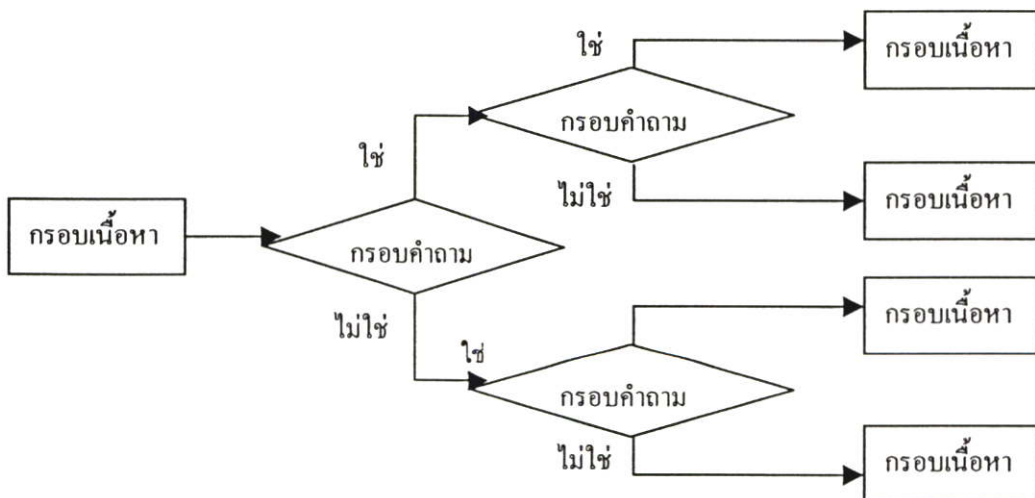
2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching frame sequences) บทเรียนในลักษณะเช่นนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้านักเรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้อง จะทำให้นักเรียนผ่านกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหา

แต่ละกรอบแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะป็นข้อมูลที่นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ การแก้ปัญหาและการเลือกตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ และ คำตอบที่นักเรียนเลือก จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้ไปยังกรอบใดต่อไป ถ้านักเรียนเลือกคำตอบที่ถูก ก็จะไปยังเนื้อหาต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหา เดิม เพื่อศึกษาและตอบคำถามเดิมใหม่อีกครั้ง ดังนั้น การตอบสนองที่ถูกต้องของนักเรียนนั้นขึ้น อยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนที่ผ่านมากรอบเนื้อหา หนึ่ง บางคนจะผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ ดังภาพ



ภาพที่ 2.33 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound branches) แบบเรียนนี้ใช้กันมากในการ เรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มี คำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกออกจากกรอบคำถามจะเยาะไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ ตามพื้นฐาน ความรู้ความเข้าใจ และความสามารถที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคล ดังภาพ



ภาพที่ 2.34 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ

2.3.5 บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการสอนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มมีดังนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2541 : 360-361)

1. ช่วยนักเรียนเป็นรายบุคคล ในการทบทวนและทำแบบฝึกหัด เพื่อเพิ่มความเข้าใจในวิชาที่เรียนหรือเกิดการเรียนรู้ (Drill and Practice) ในวิชาที่เรียน
2. ทำหน้าที่เป็นผู้ติวนักเรียน โดยอธิบายสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือให้ข้อมูลข่าวสารเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่กำลังศึกษา
3. ทำหน้าที่ทำการทดสอบนักเรียนก่อนที่จะเริ่มหน่วยเรียนในวิชาต่าง ๆ เพื่อจะวิเคราะห์ดูว่านักเรียนมีความรู้ระดับใด
4. ทำหน้าที่ทดสอบหลังจากนักเรียนได้เรียนจบบทเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับบอกให้นักเรียนทราบว่ามีผิดถูกอย่างไร
5. ช่วยจัดโปรแกรมการเรียนให้นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบ
6. ช่วยสอนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง โดยใช้การสร้างสถานการณ์จำลอง
7. คอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลข่าวสารอย่างลึกซึ้ง นอกเหนือไปจากเนื้อหาในหลักสูตรหรือจากการสอนของครู จึงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ที่ดี
8. คอมพิวเตอร์จะช่วยสอนนักเรียนที่ไม่สามารถจะมาโรงเรียนตามปกติโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่บ้าน
9. คอมพิวเตอร์ทำให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการที่เป็นระบบหรือขั้นตอน (Algorithms) นั่นคือการสอนให้ผู้เรียนตั้งปัญหาได้ถูกต้องวิเคราะห์ปัญหาเป็นและแก้ปัญหาได้

นอกจากนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะต้องศึกษาด้วยตนเองไปตามโปรแกรมที่ได้วางไว้ ผู้เรียนสามารถสืบเสาะแตกแขนงไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นจากบทเรียนให้สนใจที่จะศึกษาหาคำตอบ

2.3.6 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนด้านต่าง ๆ ดังนี้ (อมร สุขจำรัส. 2533 : 48-50 ; ประวิทย์ บึงสว่าง. 2537 : 32-33)

1. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้และความคงทนของการเรียนรู้ดีกว่าหรือเท่ากับการสอนปกติ
2. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองและช่วยในการฝึกซ้ำ ๆ ได้ไม่จำกัด

ตามความต้องการของผู้เรียน

3. วิชาที่เรียนเข้าใจยาก เช่น ฟิสิกส์ เคมี คอมพิวเตอร์ช่วยในการจำลองภาพหรือสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนได้ทดลอง และสังเกตผลที่เกิดขึ้นทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ได้ดีเท่ากับการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง แต่ใช้เวลาสั้นกว่า

4. ช่วยลดปัญหาในชั้นเรียนระหว่างผู้สอนและผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน ช่วยพัฒนาผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

5. ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6. ผู้เรียนสามารถเรียนซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลานอกเหนือจากการเรียนวิชาอื่นจนกว่าจะเรียนซ่อมเสริมผ่านซึ่งช่วยลดภาระของครูและปัญหาการขาดแคลนผู้สอน

7. เป็นสื่อในการสอนที่ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์และเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนมากทำให้การเรียนนั้นบรรลุจนถึงเป้าหมาย

2.3.7 ปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การศึกษาของประเทศไทยในอนาคตนับวันจะนำคอมพิวเตอร์มาใช้มากยิ่งขึ้น โดยเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนระดับมหาวิทยาลัย วิทยาลัย มัธยม และประถมศึกษา ดังนั้นการเรียนรู้ถึงปัญหาและข้อบกพร่องของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประเทศพัฒนาแล้วประสบอยู่ จึงนับเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการวางแผนงานเพื่อแก้ปัญหา หรืออย่างน้อยก็อาจทำให้เรารู้ว่า การศึกษาในประเทศไทยเรามีความพร้อมที่จะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันหรือยัง (เจริญ ปุสุรินทร์คำ. 2537 : 292) ได้สรุปปัญหาดังกล่าวไว้ดังนี้

1. ปัญหาทางด้านความคิด (Concept) เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา นักการศึกษาบางคนคิดว่า การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้จะแก้ปัญหาด้านการศึกษาได้ทั้งหมด นับเป็นความคิดที่ผิดอย่างมาก ความจริงคอมพิวเตอร์ก็เหมือนกับกระดานชอล์ค เราควรจะคิดว่าคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการเรียนรู้ ไม่ผิดไปจากกระดานชอล์คหรือการใช้เครื่องฉายข้ามศีรษะ (Overhead Projector)

2. ปัญหาด้านบุคลากร ที่มีพื้นฐานความรู้ทางคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา ครูผู้สอนจะต้องได้รับการฝึกฝนหรือมีความรู้ความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในประเทศไทยยังไม่มีสถาบันอุดมศึกษาแห่งใดที่เปิดการสอนวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาเลย ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการใช้คอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับในประเทศที่พัฒนาแล้ว

3. ปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางการฝึกและการปฏิบัติ (Drill & Practice) มากเกินไปโดยไม่คำนึงถึงความสามารถทางด้านอื่น ๆ ของคอมพิวเตอร์ ในประเทศที่พัฒนาแล้วครูใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางการฝึกมากเกินไปจนผู้ปกครองของผู้เรียนมีความสงสัยว่า “ครูมีความรู้ความเข้าใจวิธีการใช้คอมพิวเตอร์อย่างมีประสิทธิภาพจริงหรือไม่ หรืออะไรคือเหตุผลที่แท้จริงที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการฝึก” การฝึกไม่ใช่วิธีการที่ก่อให้เกิดความรู้สิ่งใหม่ ๆ และไม่เป็นการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ถ้าครูให้งานเด็กมาก ๆ ครูควรใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการกระตุ้นความเจริญทางด้านสติปัญญา ความสามารถพิเศษของเด็ก แทนการให้งานเด็กทำเพิ่มเพื่อให้เด็กยุ่งอยู่กับงาน

นอกจากปัญหาที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีปัญหาสำคัญทั่ว ๆ ไป คือ

1. ปัญหาด้านโปรแกรม (Software) โปรแกรมถือเป็นหัวใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถ้าขาดโปรแกรมเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ไม่มีค่าอะไร ปัจจุบันนี้โปรแกรมส่วนใหญ่เขียนโดยโปรแกรมเมอร์ (Programmers) ซึ่งไม่มีพื้นฐานทางการเขียนโปรแกรมเพื่อการศึกษา และขาดความรู้ทางด้านเนื้อหาและวิธีการสอน ในขณะเดียวกันอีกด้านหนึ่งโปรแกรมที่เขียนโดยนักการศึกษา ซึ่งมีความรู้ทางด้านเนื้อหาและวิธีการสอน แต่มีความรู้ไม่เพียงพอทางการเขียนโปรแกรมสำหรับใช้กับคอมพิวเตอร์ ผู้เขียนทั้งสองฝ่ายจึงผลิตโปรแกรมที่ยังขาดคุณภาพ หรือไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ อีกปัญหาหนึ่งคือครูเลือกใช้โปรแกรมที่ไม่เหมาะสมต่อบทเรียน

2. ปัญหาด้านเศรษฐกิจ (Economic) เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีราคาแพงและถ้านำคอมพิวเตอร์มาใช้ในห้องเรียนน้อยเกินไปก็อาจเกิดปัญหาในการแย่งกันใช้

3. ปัญหาทางด้านเทคนิค (Technical) ปัญหาทางด้านเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และส่วนประกอบ ตลอดจนโปรแกรมที่ใช้ นับว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เครื่องคอมพิวเตอร์ขัดข้องหรือมีปัญหาจะทำให้ผู้ใช้เกิดความไม่สนใจที่จะใช้เครื่อง เกิดความกังวลเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน ดังนั้นการรู้วิธีการหรือแหล่งซ่อมเมื่อเกิดปัญหาเครื่องคอมพิวเตอร์ขัดข้องจึงเป็นสิ่งจำเป็น

4. ปัญหาด้านสังคม (Social) ผลของการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อเด็กทางด้านสังคมยังมีน้อย แต่ก็เชื่อว่าการใช้คอมพิวเตอร์มากเกินไปจะเป็นการลดความสัมพันธ์ของนักเรียนที่มีต่อกันลงไป เหมือนกับอิทธิพลของโทรทัศน์ที่มีต่อเด็กในปัจจุบันโดยทั่ว ๆ ไป มนุษย์จะต้องอยู่ในสังคม โรงเรียนเป็นสถาบันหนึ่งของสังคม เหมือนกับวิชาการเป็นส่วนหนึ่งของสังคมปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเป็นสิ่งสำคัญ ความรู้สึกของเด็กเหมือนกันหรือไม่เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์บอกว่า “ทำดีมาก” กับการที่ครูหรือเพื่อน ๆ บอกว่า “ทำดีมาก”

จะเห็นได้ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประโยชน์และก่อให้เกิดปัญหา ดังนั้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในห้องเรียน ควรได้คิดและวางแผนแต่เนิ่น ๆ ในการเตรียมและฝึกบุคลากรให้

มีความรู้ความสามารถที่จะใช้คอมพิวเตอร์ตลอดจนมีความสามารถในการเขียน โปรแกรมที่จะใช้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะใช้คอมพิวเตอร์อย่างคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพ

2.4 เครื่องมือช่วยสร้างบทเรียน

2.4.1 มาโครมีเดียออร์โธแวร์ 5.2 (Macromedia Authorware 5.2)

โปรแกรม Authorware เป็น โปรแกรมประเภท Authoring System ที่ใช้สำหรับการสร้าง แอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงานการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน หรือแม้กระทั่งเกม ด้วยการออกแบบการทำงานที่ใช้หลักการวางไอคอน (Icon) บน เส้นลำดับบทเรียน (Flowline) ตามลำดับ การทำงานเหมือนกับการเขียนผังงาน (Flowchart) เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนงานต่าง ๆ ทำให้แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้เป็นโปรแกรมเมอร์ก็สามารถที่จะสร้างงานขึ้นมาได้โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับภาษาโปรแกรม ทั้งนี้เพราะว่ามีคุณสมบัติสามประการที่สนับสนุนงานสร้าง ออกแบบแอปพลิเคชัน รวมทั้งการกระจายไปยังผู้ใช้ (สุธีร์ กิจฉวี และอรนุช อุทานนท์. 2541 : 9) ได้แก่

1. Object Authoring ด้วยการออกแบบโปรแกรมด้วยเทคนิค Object Authoring ทำให้ผู้ใช้ที่ไม่คุ้นเคยกับการออกแบบโปรแกรม หรือผู้ที่มีประสบการณ์มาแล้วก็ตาม สามารถทุ่มเทความสนใจไปยังรายละเอียดของเนื้อหาวิชา และวิธีการ ได้ตอบของผู้เรียน โดยไม่ต้องกังวลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม การใช้สัญลักษณ์ (Icon) แทนคำสั่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างโปรแกรมที่มีคุณภาพสูงได้อย่างง่ายดาย โดยภายในแต่ละแอปพลิเคชันที่สร้างโดยโปรแกรม Authorware สามารถใช้ไอคอนได้ถึง 16,000 ไอคอนหรือมากกว่าในรุ่นใหม่ๆ

2. Multimedia Tools ในโปรแกรม Authorware ประกอบด้วยเครื่องมือด้านมัลติมีเดียอย่างพร้อมมูล ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชันที่ประกอบด้วยข้อความ รูปภาพ เสียง รูปเคลื่อนไหว และวิดีโอ เข้าด้วยกันทำให้เป็นแอปพลิเคชันที่มีประสิทธิภาพที่จะใช้ในการเรียนการสอน การอ้างอิง จำลองการทำงานในการนำเสนอสินค้าและการโฆษณาการออกแบบโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้หลายระบบ ทำให้ผู้ใช้ไม่ว่าจะเป็นบนเครื่อง Macintosh หรือภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ที่อยู่บนเครื่อง PC มีการทำงานที่เหมือนกัน และสามารถติดต่อไปยังทรัพยากรภายนอกระบบได้ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ระบบฐานข้อมูลหรือระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย คำสั่งในการทำงานต่าง ๆ ไม่ว่าเป็นเครื่อง Macintosh หรือรุ่นที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก ยกเว้นในส่วนของมัลติมีเดีย และการทำงานของโปรแกรมในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

3. การทำงานด้วยการใช้สัญลักษณ์ คำสั่งในโปรแกรม Authorware ถูกออกแบบไว้ในลักษณะที่เป็นสัญลักษณ์จำนวน 14 ตัว ซึ่งสัญลักษณ์แต่ละตัวจะใช้แทนคำสั่งในการพัฒนา

แอปพลิเคชันได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งมีความง่ายในการใช้งานเมื่อเลือกสัญลักษณ์ หรือคำสั่งใด คำสั่งหนึ่ง โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดหรือคำสั่งเพิ่มเติมที่จำเป็นในการทำงานของสัญลักษณ์ นั้น ๆ ให้เลือกไม่ว่าเป็นคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับลोजิกของโปรแกรม หรือคำสั่งในที่ทำงานเป็น มัลติมีเดีย

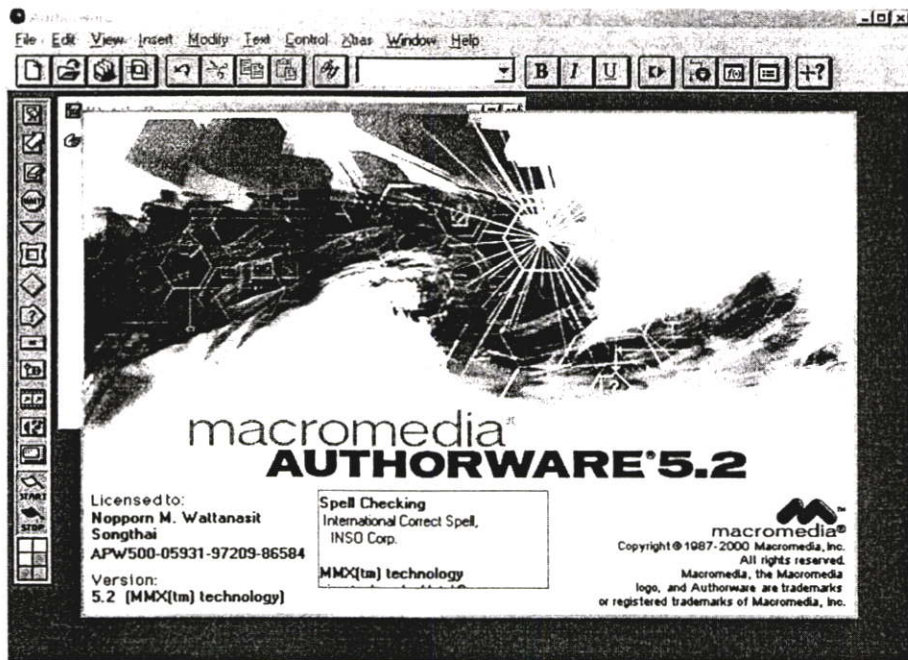
วิธีพัฒนาโปรแกรม ลักษณะการทำงานประกอบด้วยไอคอนที่จะเรียงลงบนเส้นลำดับ บทเรียน เป็นการกำหนดลोजิกในการทำงานโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีคำสั่งที่เป็นเมนูเพื่อกำหนด รายละเอียดของการทำงาน สามารถกำหนดรายละเอียดของโปรแกรม เช่น ขนาดหรือรูปแบบของ Presentation Window เลือกลักษณะการทำงานของโปรแกรมว่าให้ทำต่อจากที่ค้างไว้หรือเริ่มต้น ใหม่ทุกครั้งที่เราเรียก รวมทั้งสามารถกำหนดชื่อของโปรแกรม เป็นต้น

คำสั่ง Try it ทำให้ผู้ที่พัฒนาโปรแกรมสามารถทดสอบโปรแกรมได้โดยง่ายด้วยคำสั่ง Start Flag, Stop Flag ช่วยให้การทดสอบและแก้ไขโปรแกรมในส่วนต่าง ๆ ได้ รวมทั้งการเลือก ทดสอบโปรแกรมในแต่ละส่วน

คำสั่ง Package เป็นคำสั่งที่ช่วยในการจัดเตรียมแอปพลิเคชันสำหรับผู้ไ้ใช้โดยไม่ต้อง ติดตั้งตัวโปรแกรมไปด้วย ทำให้การกระจายแอปพลิเคชันเป็นไปอย่างสะดวกหรือในกรณีที่ ต้องการลดขนาดของแอปพลิเคชันลงก็สามารถทำได้ แต่ในการเรียกใช้งานต้องเรียกผ่านระบบของ โปรแกรม Authorware

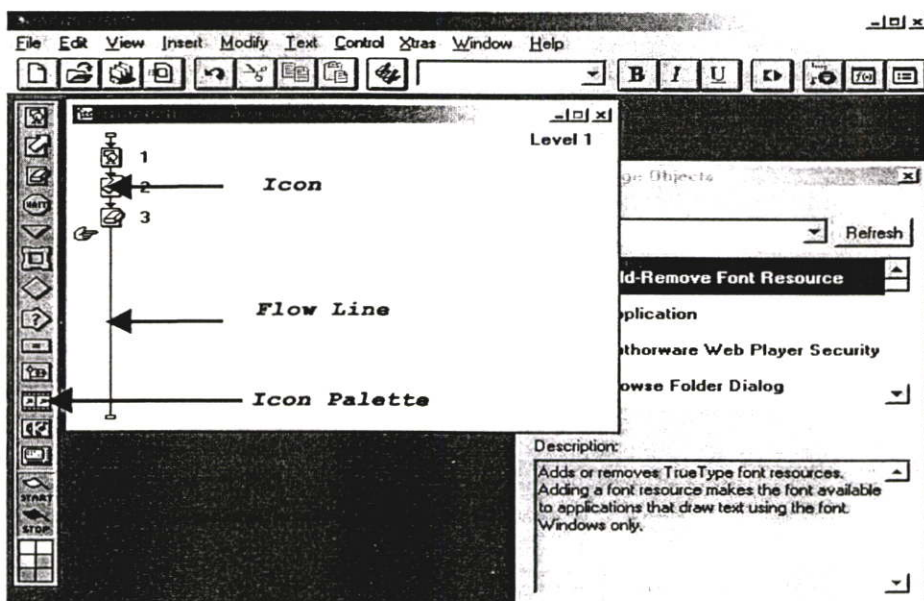
2.4.2 ส่วนประกอบของโปรแกรม Authorware Professional Version 5.2 มีดังนี้

1. หน้าต่างโปรแกรม (Program Window) มีลักษณะคล้ายกับหน้าต่างอื่นๆ ของโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ทั่ว ๆ ไป แต่จะต่างไป คือมีแถบของ สัญลักษณ์ภาพ (Icon Palette) ที่ใช้สำหรับช่วยในการออกแบบบทเรียน อยู่ทางซ้ายมือของหน้าต่าง ได้ Menu Bar ดังแสดงในภาพ



ภาพที่ 2.35 หน้าต่างโปรแกรม Authorware 5.2

2. หน้าต่างออกแบบบทเรียน (Design Window) ปรากฏขึ้นเมื่อมีการสร้างไฟล์ใหม่หรือเรียกไฟล์เดิมที่สร้างไว้แล้วออกมาใช้ เช่น มีการสร้างไฟล์ใหม่ชื่อ CALA5P จะปรากฏหน้าต่างออกแบบบทเรียนของไฟล์นี้และจะมีเส้นลำดับบทเรียนขึ้นมา เพื่อแสดงบทเรียนตามลำดับจากบนลงล่าง บนเส้นลำดับบทเรียนจะมีสัญลักษณ์รูปมือชี้ตำแหน่งที่จะวางสัญลักษณ์ภาพต่าง ๆ และมีกรอบรูปสี่เหลี่ยม โปร่งเล็ก ๆ แสดงจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางของบทเรียน



ภาพที่ 2.36 หน้าต่างออกแบบบทเรียน

ในหน้าต่างออกแบบบทเรียนนี้สัญลักษณ์ภาพ (Icon Palette) ที่ใช้ในการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วยสัญลักษณ์ภาพต่าง ๆ และการใช้งาน ดังนี้



1. **Display Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการสร้างภาพ ที่อาจสร้างขึ้นเองหรือนำมาจากที่อื่น (Imported)



2. **Motion Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการทำให้ภาพที่สร้างใน Display Icon ให้เคลื่อนที่มีรูปแบบการเคลื่อนที่ให้เลือก 5 รูปแบบ เช่น การเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่อยู่ไปยังตำแหน่งที่จุดหมายปลายทางด้วยความเร็ว หรือเวลาตามที่กำหนดให้หรือเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้



3. **Erase Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการลบภาพที่สร้างใน Display Icon มีเมนูให้เลือกใช้ Effect ของการลบภาพ ซึ่งมีรายการเหมือนกันกับที่ใน Display Icon



4. **Wait Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดให้หยุดคอย จนกว่าจะมีการตอบสนองเหตุการณ์ที่คอย เช่น การใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม Continue การครบกำหนดของการตั้งเวลา หรือจะเป็นการกดปุ่มคีย์บอร์ด เป็นต้น



5. **Navigate Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการนำไอคอนต่างๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon



6. **Framework Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้เงื่อนไขของ Hypermedia Interactive รวมถึง Interaction ต่างๆ



7. **Decision Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดทางเลือกว่าจะให้เลือกแบบสุ่ม หรือเลือกเรียงตามลำดับรายการที่มีให้เลือก



8. **Interaction Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่เรียน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบกระตุ้น และการตอบสนอง คือ มีการให้สิ่งเร้า (Stimulus) เช่น ภาพ และ/หรือ คำถามแก่ผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Response) เป็นต้น



9. **Calculation Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการคำนวณ และควบคุมค่าของตัวแปรช่วยให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ในการนำไปใช้ ทั้งด้านการแตกกิ่งไปยังส่วนต่างๆ (Branching) และการคำนวณเพื่อประมวลผล



10. **Map Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ทำหน้าที่รวมกลุ่มสัญลักษณ์ภาพอื่น ๆ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้สะดวกต่อการแก้ไขและสร้างบทเรียนในแต่ละส่วนประกอบย่อยก่อนที่จะนำมารวมเป็นองค์ประกอบใหญ่ ทำให้สะดวกในการออกแบบ



11. **Digital Movie Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้เลือกแสดงภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบบทเรียน เช่น ภาพการเคี้ยวอาหาร การกลืนอาหาร เป็นต้น



12. **Sound Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการเลือกเสียงดนตรีต่าง ๆ มาประกอบในบทเรียน ใช้ในงานมัลติมีเดียหากจะใช้งานสัญลักษณ์ภาพนี้ ในเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องมีการ์ดเสียง (Sound Card) อยู่ด้วย



13. **Video Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้เลือกจากภาพวิดีโอมาประกอบในบทเรียนใช้งานในลักษณะเดียวกับ Sound Icon

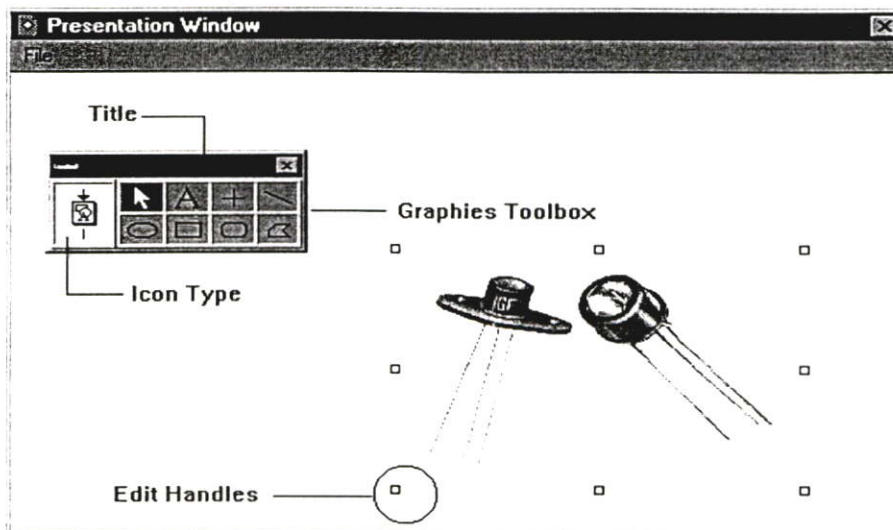


14. **Start Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นบนเส้นลำดับบทเรียนเพื่อทดลองบทเรียนที่สร้างว่ามีการนำเสนอเป็นอย่างไร



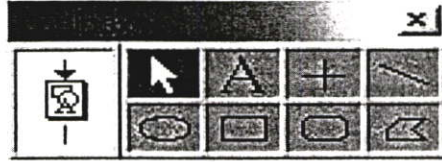
15. **Stop Icon** เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดสิ้นสุดบนเส้นลำดับบทเรียน เพื่อทดลองบทเรียนที่สร้างว่ามีการนำเสนอเป็นอย่างไร

3. หน้าต่างเสนอบทเรียน (Presentation Window) ปรากฏขึ้นมาเมื่อมีการเปิดสัญลักษณ์ภาพที่วางบนเส้นลำดับบทเรียน ภาพที่ปรากฏจะปรากฏพร้อมกับกล่องเครื่องมือสร้างภาพ หน้าต่างนี้ทำหน้าที่ในการนำเสนอภาพ โดยภาพที่นำเสนอเป็นภาพที่สร้างลงบนหน้าต่างโดยตรง และสามารถปรับปรุงแก้ไขจากหน้าต่างนี้ได้ด้วย



ภาพที่ 2.37 หน้าต่างเสนอบทเรียน

4. กล่องเครื่องมือสร้างภาพ (Graphic Toolbox) มีลักษณะคล้ายหน้าต่างอื่นๆ ทั่วไป แต่ลดคุณสมบัติบางประการลง ประกอบด้วยแถบชื่อและสัญลักษณ์ภาพที่กำลังสร้างหรือแก้ไข การทำงานของกล่องเครื่องมือสร้างภาพมีลักษณะคล้ายปุ่มคอนโทรลเมนู มีสัญลักษณ์ภาพของเครื่องมือให้ใช้อยู่ 8 ช่องรายการ ดังนี้

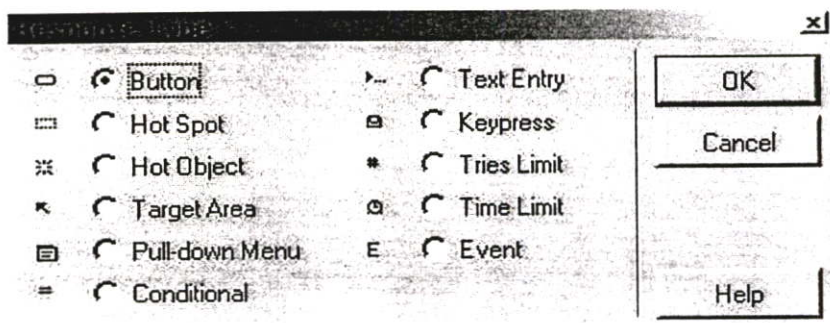


ภาพที่ 2.38 สัญลักษณ์ภาพในกล่องเครื่องมือสร้างภาพ

แต่ละสัญลักษณ์ภาพในกล่องเครื่องมือสร้างภาพมีหน้าที่ดังนี้

1. **Pointer** ใช้สำหรับเลือกรูปหรือข้อความ เพื่อการเคลื่อนย้าย
2. **Text** ใช้สำหรับสร้างข้อความต่างๆ
3. **Straight Line** ใช้สำหรับลากเส้นตรงระหว่างจุด 2 จุด
4. **Diagonal Line** ใช้สำหรับลากเส้นตรง 45 องศา ระหว่างจุด 2 จุด
5. **Ellipse** ใช้สำหรับสร้างรูปวงรี รูปไข่
6. **Rectangle** ใช้สำหรับสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก
7. **Rounded Rectangle** ใช้สำหรับสร้างรูปสี่เหลี่ยมโค้งมน
8. **Polygon** ใช้สำหรับสร้างรูปหลายเหลี่ยม

โปรแกรม Authorware มีเครื่องมือสร้างบทเรียนที่ให้มีการปฏิสัมพันธ์ และให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง ซึ่งมีด้วยกันหลายรูปแบบ ดังภาพ



ภาพที่ 2.39 รูปแบบการมีปฏิสัมพันธ์ และการตอบสนอง

นอกจากนี้ในการนำวัตถุหรือภาพเข้ามาจะมีโหมดการแสดงผลสามารถกำหนดให้วัตถุหรือภาพที่ต้องการแสดงอยู่ในลักษณะใด โดยจะมีผลกระทบต่อวัตถุ ข้อความหรือกราฟิก ดังนี้



1. **Opaque** ระบุให้แสดงขอบเขตสีเหลี่ยมของวัตถุ เพื่อให้เห็นขอบเขตของวัตถุ



2. **Matted** ระบุให้ตัดพื้นที่เป็นสีขาวรอบๆ วัตถุออกไปเพื่อให้เห็นเฉพาะตัววัตถุ



3. **Transparent** ระบุให้ตัดพื้นที่สีขาวของวัตถุออกให้หมดเพื่อให้เห็นพื้นด้านหลัง



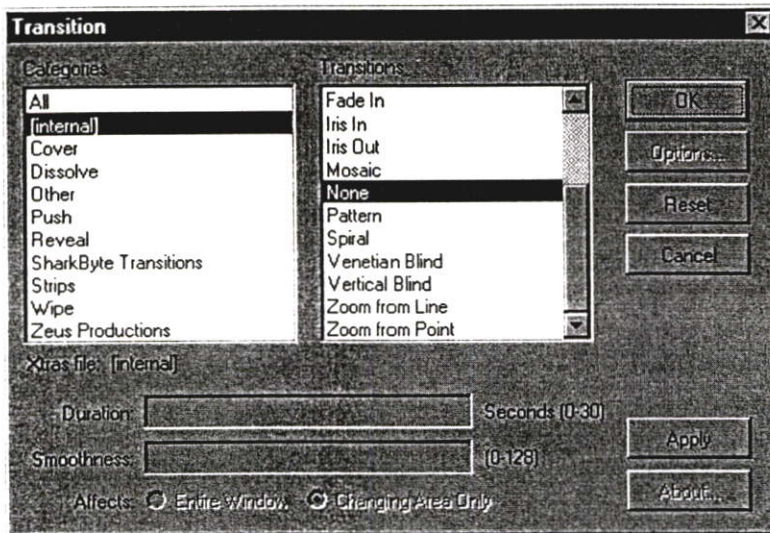
4. **Inverse** ระบุให้กลับสีของวัตถุเป็นตรงข้ามกัน



5. **Erase** ระบุให้ลบส่วนของวัตถุออกจากวัตถุเบื้องหลัง

ภาพที่ 2.40 รูปแบบกำหนดการแสดงผลของวัตถุ

การกำหนดรูปแบบให้การเลื่อนภาพขณะแสดงผลงานในแต่ละภาพ ทำให้ภาพที่แสดงออกมาระหว่างภาพ 2 ภาพ น่าสนใจยิ่งขึ้น การกำหนดนี้จะมีผลระหว่างการเปลี่ยนภาพ (Transition) ซึ่งโปรแกรม Authorware สามารถทำได้ ดังนี้



ภาพที่ 2.41 รูปแบบการเปลี่ยนของภาพ

1. **None** ไม่มีผลกระทบ
2. **Mosaic** นำชิ้นส่วนต่างๆ มาประติดประต่อกันเป็นภาพหรือข้อความ
3. **Pattern** ภาพหรือข้อความเริ่มจากสี่จางแล้วเข้มข้นไปเรื่อยๆ
4. **Spiral** ภาพหรือข้อความบิดเป็นเกลียวจากด้านนอกเข้าด้านใน
5. **Build Up** ภาพหรือข้อความจะแสดงจากด้านล่างขึ้นด้านบน
6. **Build Down** ภาพหรือข้อความจะแสดงจากด้านบนลงด้านล่าง
7. **Build to Right** ภาพหรือข้อความจะแสดงจากทางซ้ายไปทางขวา
8. **Build to Left** ภาพหรือข้อความจะแสดงจากทางขวาไปทางซ้าย
9. **Iris In** ภาพหรือข้อความจะแสดงจากขอบนอกเข้าด้านใน
10. **Iris Out** ภาพหรือข้อความจะแสดงจากขอบในสู่ด้านนอก
11. **Venetian Blind** ภาพหรือข้อความจะแสดงทีละน้อยๆ จนเต็มภาพตามแนวนอน
12. **Vertical Blind** ภาพหรือข้อความจะแสดงทีละน้อยๆ จนเต็มภาพตามแนวตั้ง
13. **Barn Door Close** ภาพหรือข้อความจะเหมือนประตูปิด 2 บาน
14. **Barn Door Open** ภาพหรือข้อความจะเหมือนประตูเปิด 2 บาน

นอกจากคุณสมบัติดังกล่าวแล้ว ส่วนที่สำคัญในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการมีปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนซึ่ง โปรแกรม Authorware ก็จะมีไอคอน (Icon) ที่ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ ดังนี้

1. มี Display Icon/Map ทำหน้าที่ให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เช่น สามารถบอกได้ว่าการตอบสนองนั้นถูกหรือผิด ดีหรือไม่ดี หรือการให้เสริมแรง เช่น มีการชมเมื่อตอบถูก หรือให้คำแนะนำ และให้กำลังใจเมื่อตอบคำถามผิด เป็นต้น

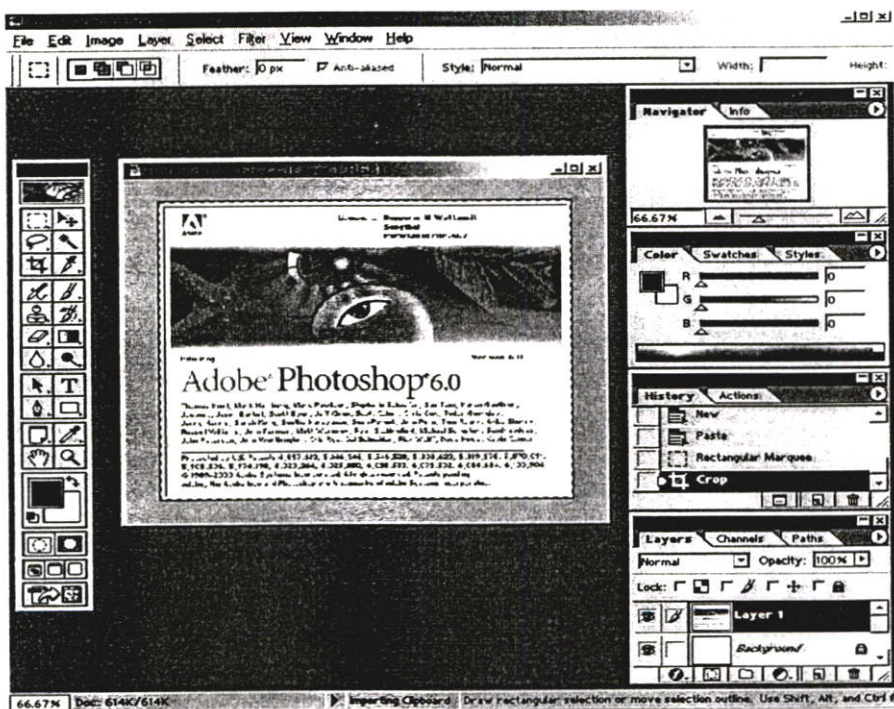
2. มี Interaction Icon ทำหน้าที่ให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน โดยสิ่งเร้าที่ให้อาจเป็นภาพหรือและข้อความให้ผู้เรียนทำ เช่น การเติมคำ การเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้ การลากภาพไปวางไว้ในที่ต่าง ๆ เป็นต้น

3. มี Response Type ทำหน้าที่ให้ผู้เรียนตอบสนองรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจาก 9 รูปแบบโดยอาจให้ตอบสนองในรูปของการพิมพ์ตอบ หรือการลากวัตถุไปยังตำแหน่งที่กำหนดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้นอกจากจะใช้โปรแกรม Authorware 5.2 แล้วยังมีการใช้โปรแกรมอื่น ๆ ช่วยในการสร้างบทเรียนด้วย ดังนี้

2.4.3 โปรแกรม Adobe Photoshop Version 6.0

โปรแกรม Photoshop เป็นโปรแกรมตกแต่งภาพที่เรียกว่า Photo Retouching ได้รับการยอมรับว่าเป็นโปรแกรมมาตรฐานสำหรับตกแต่งภาพที่มีความสามารถยอดเยี่ยมที่สุด เพื่อนำไปใช้กับงานด้านสิ่งพิมพ์ หรือกับงานด้านมัลติมีเดีย การทำงานของโปรแกรมสามารถสร้างภาพที่มีความซับซ้อนได้อย่างดีเยี่ยม สานฝัน และจินตนาการให้กับศิลปิน รวมทั้งผู้ที่ใช้ทั้งมืออาชีพและมือสมัครเล่นได้อย่างไร้ขีดจำกัด (กองบรรณาธิการ QuickPC. 2542 : 61)

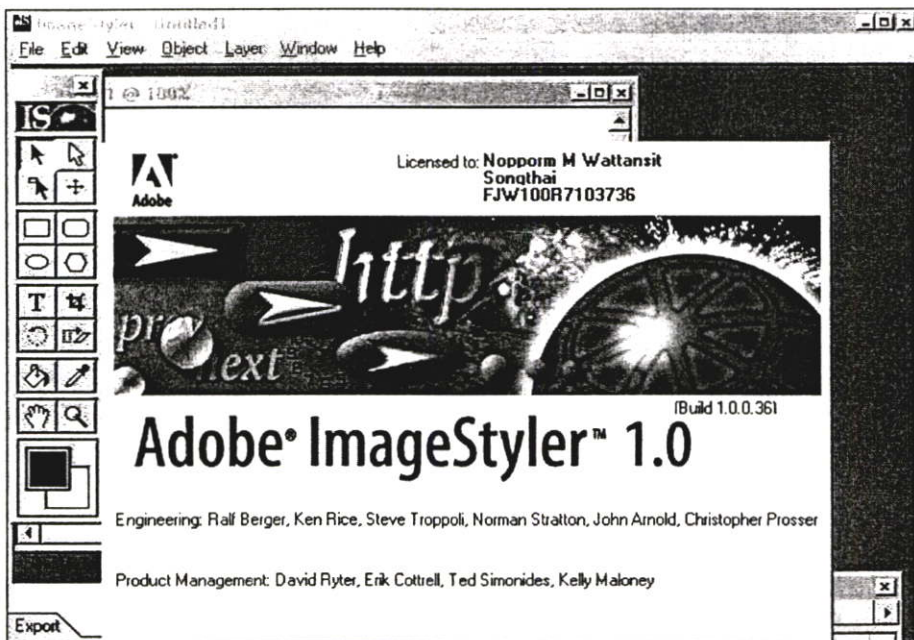
จุดเด่นของโปรแกรม Photoshop ที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ มีจำนวนฟิลเตอร์สำหรับการปรับแต่งภาพมากมาย สามารถสร้างภาพเทคนิคได้ภายในขั้นตอนเดียว



ภาพที่ 2.42 หน้าต่างโปรแกรม Adobe Photoshop

2.4.4 โปรแกรม Adobe ImageStyler Version 1.0

โปรแกรม ImageStyler เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับสร้างเว็บไซต์ชนิดหนึ่ง ที่สามารถออกแบบรูปร่างหน้าตาเว็บได้สวยงามไม่แพ้โปรแกรมสร้างเว็บไซต์อื่น ๆ โปรแกรมนี้สามารถสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ให้เป็นภาพที่สวยงามมีลูกเล่นคล้ายกับโปรแกรม Photoshop แต่ใช้งานได้ง่ายกว่า ส่วนข้อเสีย คือ ถ้าต้องการสร้างภาพที่มีความซับซ้อนแล้วโปรแกรมนี้สามารถทำได้ยากมากและเมื่อสร้างเสร็จจะได้ตัวชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่กว่าโปรแกรมสร้างเว็บไซต์ชนิดอื่น (กองบรรณาธิการ QuickPC. 2541 : 37-38)



ภาพที่ 2.43 หน้าต่างโปรแกรม Adobe ImageStyler

2.4.5 โปรแกรม Macromedia Flash Version 5.0

เป็นโปรแกรมภาพกราฟิกอีกชนิดหนึ่งที่มีความสามารถมากกว่าภาพกราฟิกทั่วไปที่ไม่ใช่แค่แสดงภาพได้ก็พอแล้ว แต่ Flash ยังสามารถส่งข้อมูลไปยัง CGI หรือแม้แต่ทำการประมวลผลเล็ก ๆ น้อย ๆ ได้ นอกจากนี้ Flash ยังใช้กราฟิกแบบเวกเตอร์ (Vector) ซึ่งจะใช้ CPU ประมวลผลจากข้อมูลในไฟล์ Flash ให้เป็นภาพ ภาพที่ได้จะคมชัดไม่แตกเป็นริ้ว ๆ เมื่อซูมภาพเข้าไปมาก ๆ แต่มีข้อแม้ว่าภาพนั้นจะต้องสร้างจากเครื่องมือที่มีอยู่ใน Flash เท่านั้น ถ้าใช้วิธี Import ภาพบิตแมพ (Bitmap) เข้ามา ผลที่ได้ คือ ภาพไม่ชัด (กองบรรณาธิการ Internet. 2543 : 51-58)

ดังนั้น ผู้วิจัยตัดสินใจในการใช้โปรแกรมนี้ ในการทำภาพกราฟิกเคลื่อนไหวบางส่วนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาหรือภาพบางภาพ น่าสนใจยิ่งขึ้น



ภาพที่ 2.44 หน้าต่างโปรแกรม Macromedia Flash

สรุปได้ว่าโปรแกรม Authorware Professional Version 5.2 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้ที่ไม่มีความเชี่ยวชาญในด้านภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใด ๆ สามารถที่จะสร้างบทเรียนที่มีประสิทธิภาพได้ และมีปฏิสัมพันธ์ได้หลายรูปแบบ มีสัญลักษณ์ภาพที่นำไปใช้ในการออกแบบ ช่วยให้การทำงานเป็นไปโดยง่าย แต่ละสัญลักษณ์ภาพจะมีกล่องโต้ตอบปรากฏรายการให้เลือกหรือให้ป้อนข้อมูลหรือมีกล่องเครื่องมือสำหรับสร้างภาพและมีตัวแปรให้ใช้เพื่อกำหนดให้บทเรียนเป็นไปอย่างมีเหตุมีผล นอกจากนี้ยังได้ใช้โปรแกรมอื่น ๆ สนับสนุนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ โปรแกรม Adobe - Photoshop Version 6.0 โปรแกรม Adobe Imagestyler Version 1.0 โปรแกรม Snagit Version 5.0 และโปรแกรม Macromedia Flash Version 5.0 ในการสร้างสรรค์ผลงานลักษณะของข้อความและปุ่มใช้งานต่าง ๆ การบันทึกภาพเคลื่อนไหว การบันทึกภาพนิ่ง การบันทึกภาพต่าง ๆ ที่ค้นหาได้จากเว็บไซต์ หรือจากสื่อวิดีโอ แล้วนำมาผสมผสานกัน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ความสวยงาม และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.5 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน คือ การตรวจสอบดูว่าบทเรียนมีคุณภาพหรือไม่ โดยการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง (อารีย์ มีมุ่งกิจ. 2541 : 33) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทดลองใช้ในชั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในด้าน การนำเสนอ ภาษาที่ใช้ คำชี้แจงในแต่ละหน้าจอ สี สัน ตัวอักษร กราฟิก เสียง ภาพประกอบและการเคลื่อนไหวของวัตถุต่าง ๆ โดยทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยเลือกนักศึกษาที่มีความรู้ต่างกันโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และเลือกนักศึกษาที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และเรียนอ่อน 1 คน (ระดับผลการเรียน B⁺ ขึ้นไปเป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนเก่ง ระดับผลการเรียน B-C เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนปานกลาง ระดับผลการเรียนต่ำกว่า C เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนเรียนอ่อน) โดยทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นทำการทดลองครั้งละ 1 คน เพื่อหาจุดบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น แล้วนำจุดบกพร่องที่พบมาปรับปรุงแก้ไข

2. การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small group testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ภาษาคลุมเครือหรือไม่ นักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ระยะเวลาที่กำหนดไว้มีเหมาะสมหรือไม่อย่างไร โดยทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกนักศึกษาที่มีความรู้ต่างกันโดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง และเลือกนักศึกษาที่เรียนเก่ง 3 คน ปานกลาง 4 คน และเรียนอ่อน 3 คน (ระดับผลการเรียน B⁺ ขึ้นไปเป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนเก่ง ระดับผลการเรียน B-C เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนปานกลาง ระดับผลการเรียนต่ำกว่า C เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนเรียนอ่อน) โดยทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองในช่วงเวลาชั่วโมงอาจารย์ที่ปรึกษาหลังการที่นักศึกษาได้ศึกษาบทเรียนตามเนื้อหาที่กำหนดแล้วและได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนที่ 1, 2, 3 บทเรียนละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ หลังจากเรียนครบหมดทุกหัวข้อแล้ว จึงให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป จากนั้นนำผลจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้หาจุดบกพร่องแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข

3. การทดลองในชั้นทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปใช้จริง โดยทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 30 คน โดยเลือกสุ่มแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองในช่วงเวลาชั่วโมงอาจารย์ที่ปรึกษาหลังการที่นักศึกษาได้ศึกษาบทเรียนตามเนื้อหาที่กำหนดครบหมดทุกหัวข้อแล้ว จึงให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป จากนั้นนำผลจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายทั้ง 3 กลุ่ม เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ทางด้านเคมี และไม่เคยทำการทดลองเคมีมาก่อน

2.5.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนดไว้เป็นเกณฑ์นั้นผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมไปในทางที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่ง

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional - behavior) ของผู้เรียน ได้แก่ การประกอบกิจกรรมกลุ่ม งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal behavior) โดยพิจารณาจากการสอนหลังเรียน และการสอบได้

สำหรับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ฉลองชัย สุรวฒนบุรณ์ ให้ความเห็นว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นความรู้ ความเข้าใจควรใช้เกณฑ์ 90/90 ส่วนอารีย์ มีมุงกิจ ให้ความเห็นว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะควรใช้เกณฑ์ 80/80

การจะยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น ให้ถือค่าความแปรปรวน 2.5 – 5 % นั่นคือประสิทธิภาพของบทเรียนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5 % แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ 2.5 % การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนมี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ (2) เท่าเกณฑ์ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2525 : 247 - 252)

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (academic achievement) หมายถึง “คุณลักษณะความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการคิด ฝึกฝน อบรมหรือการสอน และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความรู้ ทักษะ ความสามารถหรือความสำเร็จในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะว่ามีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่” (บุญชม ศรีสะอาด. 2540 : 27 ; พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 96)

2.6.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านความรู้ ความจำ ตามแนวคิดของ Klopfer (อ้างใน ภาไพบูลย์. 2540 : 95) ได้แบ่งวัตถุประสงค์ทางการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ความรู้และความเข้าใจ (Knowledge and comprehension) แบ่งได้เป็น ความรู้วิทยาศาสตร์ และความเข้าใจวิทยาศาสตร์

1.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง เนื้อหาที่เป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับโมติหรือความคิดรวบยอด ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้นตอน ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทจัดประเภทและเกณฑ์ ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการกฎ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

1.2 ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความคิดที่สูงกว่าความจำ การนำความรู้ไปใช้ในสิ่งใหม่ และแปลความหมายของความรู้ในรูปของสัญลักษณ์หนึ่งไปเป็นรูปของอีกสัญลักษณ์หนึ่งได้

2. กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of scientific inquiry) เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาเรื่องราวของธรรมชาติและสร้างสรรค์ความคิดใหม่ ๆ ขึ้นมา กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

2.1 การสังเกตและการวัด เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้าเข้าไปสำรวจวัตถุหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยตรง การสังเกตอย่างเฉยๆ ไม่สามารถบอกปริมาณที่ถูกต้องแน่นอนได้ต้องใช้ทั้งการสังเกตและการวัดควบคู่กันไป

2.2 การมองเห็นปัญหาและหาทางที่จะแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.3 การตีความหมายข้อมูลและสร้างข้อสรุป ในขณะที่ทดลองผู้ทดลองจะต้องทำการบันทึกผลจากการสังเกตและการวัดต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะต้องถูกจัดกระทำต่อไปเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ดีที่สุดในการตีความหมายข้อมูล เช่นการปรับเปลี่ยนรูปของข้อมูลใหม่ เช่น กราฟ ตาราง ฯ

2.4 การสร้าง ทดสอบและปรับปรุงแบบจำลองทฤษฎี เพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ต่อไป บางครั้งผลการศึกษา ค้นคว้าใหม่ขัดแย้งกับกับข้อสรุปที่เคยมีอยู่เดิม ทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองที่เข้ากันกับข้อเท็จจริงหรือหลักการต่าง ๆ ที่มีอยู่

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of scientific knowledge and methods) ในชีวิตประจำวันผู้เรียนต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมายซึ่งจำเป็นต้องแก้ไข เมื่อผู้เรียนสามารถใช้ความรู้หรือทักษะที่เคยเรียนมาจัดการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ที่ไม่เคยพบมาก่อนเรียกว่าเป็นผู้มีความสามารถนำความรู้ไปใช้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาที่นักเรียนทำมาแล้ว การกระทำแบบนี้เป็นเพียงความจำไม่ใช่การนำไปใช้ ผู้เรียนควรฝึกแก้ปัญหา 3 ประการดังนี้

- 3.1 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 3.2 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นเรื่องของวิทยาศาสตร์ในสาขาเดียวกัน
- 3.3 การนำไปใช้แก้ปัญหาที่เป็นนอกเหนือไปจากเรื่องของวิทยาศาสตร์

4. ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ (Manual skills) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ผู้เรียนต้องทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของปัญหา จึงจำเป็นต้องฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทักษะในการติดตั้งเครื่องมือ เทคนิคการทดลอง เพื่อให้เกิดความคล่องแคล่วในการปฏิบัติไม่ทำให้เครื่องมือชำรุดเสียหายไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อตนเองและผู้อื่น

5. เจตคติและความสนใจ (Attitudes and interests) เพื่อให้ผู้เรียนเจตคติและความสนใจทางวิทยาศาสตร์ ยอมรับกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความพอใจในประสบการณ์การเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีการพัฒนาและสนใจที่จะเลือกอาชีพที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

6. การมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์ (Orientation) หลักสูตรวิทยาศาสตร์สมัยใหม่มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจในวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม มีโลกทัศน์ที่กว้างขวางและสามารถปรับตัวได้ดี

ในการเรียนการสอนและการวัดผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งหกด้าน คือด้านความรู้และความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ทักษะปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ เจตคติและความสนใจและการมีแนวโน้มในทางวิทยาศาสตร์

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง ในชั้นวัดความรู้ ความจำ เนื่องจาก

เนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในครั้งนี้เป็นความรู้ใหม่ที่นักศึกษาไม่เคยเรียนรู้มาก่อนและมีความสำคัญมากซึ่งนักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้ในด้านการใช้เครื่องมืออุปกรณ์การทดลองและเทคนิคการทดลองที่ถูกต้องก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อความปลอดภัยและทำการทดลองได้อย่างมั่นใจ ผลการทดลองถูกต้อง รวดเร็วยิ่งขึ้น

2.6.3 การวางแผนสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 178 - 179) การสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ดีจะต้องมีการเตรียมตัวและการวางแผนเพื่อให้แบบทดสอบดังกล่าวมีกลุ่มตัวอย่างของพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้อย่างเด่นชัดจากการทดสอบแต่ละครั้ง ซึ่งต้องอาศัยวิธีการสร้างอย่างมีระบบ โดยปกติทั่วไปแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อ ๆ และให้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเหล่านั้น สอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ

ขั้นที่ 2 กำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาสาระที่จะทำการทดสอบให้ครบถ้วน

ขั้นที่ 3 เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบทดสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วน และพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้เด่นชัด สั้นกระชับรัด และชัดเจน

ขั้นที่ 4 สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการที่จะทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวโน้มความต้องการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังต่อไปนี้

ดิเรก หุ่นสุวรรณ (2530 : 56-57) ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในกรุงเทพมหานคร โดยสุ่มตัวอย่างจากโรงเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ ทั้งหมด 8 กลุ่ม กลุ่มละ 1 โรงเรียน โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวมประชากรทั้งสิ้น 414 คน โดยใช้เครื่องมือวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย และแบบวัดเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านความตระหนักและเห็นความสำคัญของความปลอดภัย ความสนใจในการรักษาความปลอดภัย การป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น และความพึงพอใจในการรักษาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และความพร้อมที่จะปฏิบัติตามเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานครได้คะแนนเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านการใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัยสูงสุดคิดเป็น

ร้อยละ 51.27 ส่วน การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ได้คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 444.76 และ 45.28 ตามลำดับ ส่วนคะแนนเจตคติต่อความปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมีในด้านความตระหนักและเห็นความสำคัญของความปลอดภัยสูงสุด รองลงมาคือ ความสนใจในการรักษาความปลอดภัย การป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น และความพึงพอใจในการ รักษาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและความพร้อมที่จะปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยในห้อง ปฏิบัติการเคมี ตามลำดับ

มณฑนา บุญจันทร์ (2530 : 56-57) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมโดยเพื่อน และกลุ่ม ที่เรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองโดยใช้สื่อประสม จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี (ว 304) ของกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองโดยใช้ สื่อประสมไม่สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมโดยเพื่อนนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

สมศักดิ์ กิจสุขจิต (2530 : 108-109) การจำลองกิจกรรมในห้องปฏิบัติการเคมีโดยใช้ ไมโครคอมพิวเตอร์ ได้จำลองกิจกรรม 3 หน่วยย่อย คือ จำลองผลการทดลองเคมี การสาธิต กิจกรรมในห้องปฏิบัติการเคมี และบทเสริมทักษะการศึกษาเคมี พบว่าสามารถจำลองโดยสร้าง ภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องได้แต่ลักษณะเคลื่อนไหวทำได้ช้า การสร้างสีและเสียงให้สัมพันธ์กับ ปฏิกริยาเคมี และคุณสมบัติของสารได้แต่สีที่ได้มีลักษณะค่อนข้างหยาบ สามารถสร้างภาพ อุปกรณ์ทดลองต่าง ๆ และปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็นภาพลายเส้นแบบ 2 มิติ และสามารถแสดง ข้อมูลบนจอภาพเป็นภาษาไทยได้ ผู้ใช้สามารถใส่ค่าต่าง ๆ เข้าไปให้คอมพิวเตอร์คำนวณเกี่ยวกับ ผลการทดลองต่าง ๆ และหาคำตอบได้ถูกต้อง

มยุรีย์ ชันรินทร์คำ (2532 : 81) ศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลอง วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับ ต่างกัน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัด เชียงใหม่ จำนวน 440 คน จากการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระดับสูง ปานกลาง ต่ำ มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลองแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อมร สุขจรัส (2533 : 101) ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง “การย่อยอาหาร” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี จำนวน 60 คน เปรียบเทียบกับวิธีสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนปกติและนักเรียน

ที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการเรียนด้วยวิธีนี้

ยุพิน โปธิวิทย์ (2534 : 52-53) ผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง จำนวน 90 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 2 ห้องเรียน โดยให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน โดยใช้เครื่องมือชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง 4 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมี 2 ฉบับ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

กรองพร ชูชื่น (2538 : 110) ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของการสอนปฏิบัติการเคมีของครูกับทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า

1. คุณภาพของการสอนปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างประชากรครูทั้งหมดโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่าคุณภาพของการสอนปฏิบัติการเคมีของกลุ่มตัวอย่างประชากรครูยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร ซึ่งเมื่อแยกพิจารณาเป็นรายด้าน ปรากฏว่า

ด้านการเตรียมตัวก่อนสอนปฏิบัติการเคมี อยู่ในระดับปานกลาง

ด้านการนำเข้าสู่ขั้นตอนการทดลอง อยู่ในระดับต่ำ

ด้านอภิปรายก่อนทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

ด้านกิจกรรมระหว่างทดลอง อยู่ในระดับต่ำ

ด้านกิจกรรมหลังการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

ด้านการใช้เทคนิคการสอนเสริม อยู่ในระดับต่ำ

2. ทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียน โดยรวมทุกทักษะอยู่ในระดับปานกลาง

3. คะแนนคุณภาพของการสอนปฏิบัติการเคมีของครูมีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พรพรหม สัมฤทธิ์ (2540 : 168-170) ทักษะปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสาธิต สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในด้านการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้ทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้สารเคมี การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลอง และการดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวม 22 กลุ่มการทดลอง โดยใช้แบบสังเกตทักษะปฏิบัติการเคมี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีทักษะปฏิบัติการทดลองเคมีในด้านต่าง ๆ เกือบทุกด้านสำหรับทักษะบางด้านที่นักเรียนมีปัญหาหรือยังขาดทักษะ เช่น

1. ด้านทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ กระจกควง เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ และการทดสอบกรด - เบส

2. ด้านการใช้ทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับทักษะการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การถ่ายเทของเหลวจากบีกเกอร์สู่ชุดกรอง การคนสาร และการคมกลั่นสาร

3. ทักษะการใช้สารเคมี ขาดทักษะในการเก็บสารเคมี เพราะครูเป็นผู้จัดเก็บ
4. ทักษะการติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ การกรอง การสกัดโดยกลั่นด้วยไอน้ำ และโครมาโตกราฟี ในขั้นขณะทำการทดลอง
5. ทักษะการดำเนินการทดลอง ได้แก่ การกรอง การสกัดโดยกลั่นด้วยไอน้ำ โครมาโตกราฟี และการเตรียมและเก็บแก๊ส
6. ทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม ได้แก่ การทดลองการแยกสาร โดยวิธีโครมาโตกราฟี และการทดลองเรื่องพลังงานกับการละลาย

สมพร จันทมัตตุการ (2540 : 114) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักศึกษาศาสนาบัณฑิตราชภัฏสุรินทร์ พบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่ามีประสิทธิภาพ 82.45/82.64 และนักศึกษากลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์

ชัยณรงค์ เพ็ชรเยี่ยม (2541 : 124-128) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร เพื่อสำรวจสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ โดยใช้แบบสอบถามกับผู้บริหาร หัวหน้าหมวดวิชาคอมพิวเตอร์หรือผู้รับผิดชอบงานด้านคอมพิวเตอร์ และอาจารย์ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาต่าง ๆ จำนวน 363 คน พบว่า

1. สภาพด้านนโยบาย พบว่า โรงเรียนส่วนใหญ่มีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่าง ๆ ยังไม่ชัดเจน ไม่มีหน่วยงานในโรงเรียนช่วยเหลือครูผู้สอน
2. สภาพด้านงบประมาณ โรงเรียนมัธยมไม่ได้รับการจัดสรรเงินงบประมาณจากกรมสามัญศึกษา หากแต่ใช้เงินงบประมาณจากเงินสมาคมผู้ปกครองและรองลงมาคือเงินบริจาค ซึ่งยังไม่เพียงพอ
3. สภาพด้านบุคลากร พบว่า ครู-อาจารย์โรงเรียนมัธยมส่วนใหญ่ที่มีความรู้ความสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ได้จบสาขาคอมพิวเตอร์โดยตรงแต่ได้รับความรู้มาจากการฝึกอบรมเป็นส่วนใหญ่ ทำให้ความรู้ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนน้อยและไม่มีเวลาในการจัดหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. สภาพด้านโปรแกรม พบว่าโรงเรียนมัธยมศึกษาร้อยละ 51.67 ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำเร็จรูปโดยใช้รูปแบบการสอน (Instruction) แบบฝึกหัดและฝึกทักษะ (Dill and - Practice) และแบบทดสอบ (Test) โดยวิธีการซื้อมา และมีโรงเรียนส่วนน้อยที่สร้างขึ้นมาใช้เอง

โดยใช้โปรแกรมออโต้แวร์ (Authorware)

5. สภาพด้านฮาร์ดแวร์ พบว่าโรงเรียนมัธยมศึกษาส่วนใหญ่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ล้าสมัยไม่สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

6. สภาพการจัดห้องเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มีห้องเรียนคอมพิวเตอร์ไว้สอนเฉพาะวิชาคอมพิวเตอร์อย่างเดียว ไม่มีห้องเรียนสำหรับใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะทำให้มีปัญหาด้านการจัดตารางการใช้ห้องเรียน

ลัดดาวัลย์ สุชะวลี (2541 : 83-85) แนวโน้มการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาสังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ในระหว่างปี 2541-2546 โดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาหรือเทคโนโลยีทางการศึกษาที่สังกัดกรมสามัญศึกษาและมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ 18 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (purporing sampling) พบว่า แนวโน้มการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในด้านต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันสูงว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุด ดังนี้

1. ด้านการพัฒนาและออกแบบระบบการเรียนการสอน ที่ยึดหลักการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือกับนักเรียนและพัฒนาระบบการสอนในหลักสูตรนานาชาติมากขึ้น รวมทั้งการเรียนการสอนในชั้นให้เอื้อกับนักเรียนพิการที่เรียนร่วมกับนักเรียนปกติมากขึ้น
2. ด้านการบริการสารสนเทศ ให้มีการพัฒนาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้ครอบคลุมสถานศึกษาทุกแห่ง โดยเน้นการบริการสารสนเทศ นวัตกรรมใหม่ ๆ ด้านการศึกษา การวิจัย ทดลองรูปแบบการบริการสื่อการศึกษา และการพัฒนาเทคโนโลยี โทรคมนาคมเพื่อการศึกษา
3. ด้านการผลิตสื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ในการเรียนการสอนให้อยู่ในวงจำกัดตามกำหนดและมาตรฐาน โดยเน้นการนำคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาไปใช้ให้ตรงตามวัตถุประสงค์มากขึ้น คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาการเรียนการสอนในชั้นเรียน และพัฒนาคอมพิวเตอร์กราฟิกเพื่อการศึกษา
4. ด้านการจัดการและบริการ พัฒนาความรู้ความสาารถของครูผู้สอนและเจ้าหน้าที่ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มากขึ้น และความเพียงพอของงบประมาณในการจัดหาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา
5. ด้านการพัฒนาคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เป็นสื่อใหม่ที่ทุกคนควรศึกษา
6. ด้านการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ระบบการเรียนการสอนแบบเปิด) จะเข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาได้
7. ด้านระบบการเรียนการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีศูนย์บริการสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นหน่วยงานกลางบริการให้สถานที่ศึกษา และห้องสมุดของสถานศึกษา

จะให้บริการหนังสือที่อยู่ในรูปของสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากขึ้น

8. ด้านประเมินคุณภาพประสิทธิภาพหรือผลที่เกิดจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างมีระบบทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และมีทักษะคิดที่ดีต่อคอมพิวเตอร์

9. ด้านความเห็น เจตคติ ของผู้เรียนต่อการเรียนการสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ให้นักเรียนสามารถนำไปประกอบอาชีพได้ในอนาคต และส่งเสริมพัฒนาเจตคติต่อสื่อการเรียนการสอนของนักเรียน

อารมณฺ์ เบสูงเนิน (2541 : 93) การสร้างชุดการสอนวิชาเคมีเรื่อง แก๊ส ของเหลวของแข็ง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่เรียนตามวิธีปกติ

วงเดือน เอียดบางหยี (2543 : 72-74) ปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครูสังกัดโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ กรมสามัญศึกษา ในด้านการเตรียมการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การใช้อุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ ความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และการวัดและการประเมินผลการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่แตกต่างกันในด้านประสบการณ์ในการสอน และจำนวนคาบในการสอน ประชากรเป็นครูวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ จำนวน 72 คน ผลการศึกษาพบว่า การสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของครูสังกัดโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ กรมสามัญศึกษา มีปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลาง ทั้งโดยภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน ส่วนครูผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์ในการสอนต่างกัน มีปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันทั้งโดยภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน โดยครูที่มีประสบการณ์ในการสอนน้อยมีปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มากกว่าครูที่มีประสบการณ์ในการสอนมาก และครูผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีจำนวนคาบการสอนต่างกัน มีปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แตกต่างกันทั้งโดยภาพรวมและแยกเป็นรายด้าน โดยครูที่มีคาบการสอนมาก มีปัญหาในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มากกว่าครูที่มีคาบการสอนน้อย

จรววยพร ศรีศศลักษณ์ (2544 : 28) การพัฒนาชุดการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อหลักในรายวิชาจุลชีววิทยาและประวัติวิทยาเบื้องต้น สำหรับนักศึกษาพยาบาล มหาวิทยาลัยสยาม จากการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 นอกจากนั้นเมื่อศึกษาผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียนพบว่า มีความคิดเห็นต่อการใช้บทเรียนในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้วิจัยได้รับความรู้และเกิดแนวคิดที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ขึ้นเพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของครูผู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป และสามารถช่วยทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

3.1.3 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 31 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

วิธีสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดำเนินการดังนี้

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป จากหลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร และจากหนังสือเทคนิคการทดลอง

2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจในระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ จำชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง วิธีการใช้และเลือกใช้เครื่องมือ-อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการได้ถูกต้องเหมาะสม และมีเทคนิคการทดลองที่ถูกต้องก่อนการลงมือปฏิบัติการทดลอง

3. ศึกษาโปรแกรม Authorware Professional Version 5.2

4. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา เอกสาร วารสาร รวมทั้งผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5. กำหนดรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างบทเรียนแบบการสอน (Tutorial Instruction) ผสมกับบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)

6. ออกแบบบทเรียน โดยเน้นในเรื่องการใช้ภาพประกอบคำบรรยายเนื้อหาวิชา ผสมผสานกับกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย คำถามในส่วนกิจกรรมระหว่างเรียนที่สั้นได้ใจความและการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียนแล้วนำมาสร้างเป็นผังงาน

7. นำผังงานที่สร้างเสร็จแล้วมาสร้างสคริปต์เป็นการเตรียมการนำเสนอภาพ ตัวอักษร รวมทั้งสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ ลงบนกระดาษบรรจุไว้ในกรอบ โดยประกอบด้วยกรอบนำเข้าสู่บทเรียน กรอบแนะนำผู้วิจัย กรอบแนะนำการใช้บทเรียน กรอบเนื้อหา กรอบทบทวน และกรอบส่งท้าย ให้มีความเหมาะสมในการนำเสนอทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีเนื้อหาดังนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 4 ห้องเรียน รวม 120 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

3.1.2.1 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 30 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

3.1.2.3 กลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 31 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน โดยการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี
 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี
- วิธีสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดำเนินการดังนี้

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

1. ศึกษาเนื้อหาวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป จากหลักสูตรสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร และจากหนังสือเทคนิคการทดลอง
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจในระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ จำชื่อเครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง วิธีการใช้และเลือกใช้เครื่องมือ-อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการได้ถูกต้องเหมาะสม และมีเทคนิคการทดลองที่ถูกต้องก่อนการลงมือปฏิบัติการทดลอง
3. ศึกษาโปรแกรม Authorware Professional Version 5.2
4. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา เอกสาร วารสาร รวมทั้งผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กำหนดรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างบทเรียนแบบการสอน (Tutorial Instruction) ผสมกับบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation)
6. ออกแบบบทเรียน โดยเน้นในเรื่องการใช้ภาพประกอบคำบรรยายเนื้อหาวิชา ผสมผสานกับกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย คำถามในส่วนกิจกรรมระหว่างเรียนที่สั้นได้ใจความและการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียนแล้วนำมาสร้างเป็นผังงาน
7. นำผังงานที่สร้างเสร็จแล้วมาสร้างสคริปต์เป็นการเตรียมการนำเสนอภาพ ตัวอักษร รวมทั้งสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ ลงบนกระดาษบรรจุไว้ในกรอบ โดยประกอบด้วยกรอบนำเข้าสู่บทเรียน กรอบแนะนำผู้วิจัย กรอบแนะนำการใช้บทเรียน กรอบเนื้อหา กรอบบททวนและกรอบส่งท้าย ให้มีความเหมาะสมในการนำเสนอทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยมีเนื้อหาดังนี้

บทเรียนที่ 1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการและอันตรายจากสารเคมี

บทเรียนที่ 2 เครื่องมือ อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการและเทคนิคการใช้

บทเรียนที่ 3 เทคนิคการทดลอง

8. นำสคริปต์ที่สร้างมาเขียนสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

(Linear program) โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional Version 5.2

9. ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ที่สร้างขึ้นดังนี้

9.1 ตรวจสอบความถูกต้องทางด้านเนื้อหาวิชาในแต่ละกรอบ โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 2 ท่านดังนี้

1. อาจารย์บรรเทิง ศิลปสกุลสุข หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์อุดม พลเยี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ไซติเวจ กรุงเทพมหานคร

เป็นผู้ตรวจสอบในด้านการนำเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ ได้พิจารณาตรวจสอบและช่วยแนะนำแก้ไขการใช้ภาษาที่ชัดเจนและรัดกุม ผู้วิจัยได้นำคำแนะนำนั้นมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9.2 ตรวจสอบความเหมาะสมทางด้านเทคนิคการนำเสนอในแต่ละกรอบ โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้นให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านดังนี้

1. อาจารย์พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ รองคณบดีฝ่ายพัฒนา คณะครุศาสตร์ อดุสากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

2. อาจารย์ยุพาภรณ์ นวลเพ็ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

3. อาจารย์ทรงวุฒิ บรรณศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร

เป็นผู้ตรวจสอบในด้านเทคนิคการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้แบบประเมิน ซึ่งผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี มีค่าเฉลี่ย 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .20

โดยใช้เกณฑ์การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ

4.50-5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

2.50-3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

1.50-2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

1.00-1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ผู้ทรงคุณวุฒิได้เห็นว่าเป็นภาพรวมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ดังแสดงไว้อยู่ในภาคผนวก ง นอกจากนี้ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และ ผู้ทรงคุณวุฒิ ยังได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

- ปรับเปลี่ยนฉากหลังในบทเรียนที่ 1 ใช้รูปห้องเรียนปฏิบัติการเคมีเป็นฉากหลังแทน
- ควรเพิ่มภาพกราฟิกในแต่ละบทเรียนให้มากขึ้น

ผู้วิจัยทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ โดยถ่ายภาพห้องปฏิบัติการทดลองเคมีทำเป็นฉากหลังในบทเรียนที่ 1 และได้เพิ่มภาพกราฟิกในแต่ละบทเรียน เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพยิ่งขึ้น

10. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ ไปทดลองหาประสิทธิภาพดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดลองใช้ขั้นหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อ

ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในด้าน การนำเสนอ ภาษาที่ใช้ คำชี้แจงในแต่ละหน้าจอ สีสัน ตัวอักษร กราฟิก เสียง ภาพประกอบและการเคลื่อนไหวของวัตถุต่างๆ บทเรียน โดยใช้กับ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยเลือกนักศึกษาที่มีความรู้ต่างกันโดยพิจารณาจากคะแนนสอบที่ได้จากการเรียนในภาคการเรียนที่ 1 และเลือกนักศึกษาที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 1 คน และเรียนอ่อน 1 คน (ระดับผลการเรียน B⁺ ขึ้นไปเป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนเก่ง ระดับผลการเรียน B-C เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนปานกลาง ระดับผลการเรียนต่ำกว่า C เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนเรียนอ่อน) โดยทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นทำการทดลอง ครั้งละ 1 คน เพื่อหาจุดบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ในวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2545 ในขณะที่ทำการทดลอง ผู้วิจัยจะทำการสังเกตและสอบถามปัญหาที่นักศึกษาพบในระหว่างการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

- สีของฉากหลัง สว่างเกินไปทำให้แสบตาเมื่อมองนานๆ ควรทำให้สีหม่นลง
- สีของตัวอักษร มีหลายสีเกินไป ควรปรับให้เป็นสีเดียวกันและเน้นข้อความที่สำคัญด้วยสีที่ต่างกันไป

- ภาพประกอบลายเส้นของอุปกรณ์การทดลองไม่คมชัด ควรใช้ภาพถ่ายจริงหรือนำไปตกแต่งให้ภาพคมชัด

ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำไปทดลองในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 ทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small group testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงความเหมาะสมของบทเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น การใช้ภาษาคลุมเครือหรือไม่ นักเรียนในกลุ่มเล็กมีความเข้าใจที่ตรงกันหรือไม่ ระยะเวลาที่ใช้แต่ละบทเรียนมีเหมาะสมหรือไม่ โดยทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 10 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกนักศึกษาที่เรียนเก่ง 3 คน ปานกลาง 4 คน และเรียนอ่อน 3 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาในลักษณะเดียวกันกับการทดลองในขั้นที่ 1 ซึ่งทำการทดลองในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2544 และได้ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในบทเรียนที่ 1, 2, 3 บทเรียนละ 10 ข้อ รวม 30 ข้อ หลังจากเรียนครบหมดทุกหัวข้อแล้ว จึงให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป นอกจากนี้ นักศึกษายังให้ข้อมูลว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้เวลาในการเรียนมากเกินไป ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อคิดเห็นของนักศึกษามาปรับปรุง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยตัดเนื้อหาบางตอนที่อธิบายฟุ่มเฟือยเกินไปให้สั้นลง จากนั้น ผู้วิจัยนำผลจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูกต้องจากการทำกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียนรวมกัน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

N แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\Sigma F}{N}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣF แทน คะแนนรวมของนักศึกษาทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 74.80 / 77.83

ขั้นที่ 3 ทดลองกับกลุ่มใหญ่ (Field testing) มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นก่อนนำไปใช้จริง โดยทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 ในวันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2545 หลังการที่นักศึกษาได้ศึกษาบทเรียนตามเนื้อหาที่กำหนดครบหมดทุกหัวข้อแล้ว จึงให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป จากนั้นนำผลจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนได้ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 81.03 / 80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือร้อยละ 80 / 80 ผู้วิจัยจึงนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

แบบทดสอบที่นำไปใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งในขั้นแรกสร้างไว้ 45 ข้อ มีลักษณะเป็นโจทย์คำถามที่สัมพันธ์กับจุดประสงค์ในการเรียนรู้และเนื้อหา โดยวัดผลระดับความรู้ ความจำ ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ เนื้อหา นำหนัก จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ และจำนวนข้อสอบที่ออกเกิน (แสดงไว้ในภาคผนวก จ) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ให้ 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบได้ถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจหาคุณภาพ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 3 ท่าน ประกอบไปด้วย

1. อาจารย์บรรเทิง ศิลป์สกุลสุข หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร
 2. อาจารย์ศิริพร พลายลมุล อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
 3. อาจารย์อุคม พลเยี่ยม อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ไซติเวจ กรุงเทพมหานคร
- ตรวจสอบความเที่ยงตรงในเชิงเนื้อหาวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป โดยใช้สูตร (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2538 : 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน 0 สำหรับข้อที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน -1 สำหรับข้อที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นมีความเที่ยงตรง

เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงจำนวน 45 ข้อโดยมีค่า IOC ระหว่าง 0.66 - 1.0

2. หาค่าความยากง่าย (Item difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination power)

โดยนำข้อสอบที่มีความเที่ยงตรง จำนวน 45 ข้อ ไปทดสอบกับนักศึกษาสาขา วิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม จำนวน 30 คน ในวันที่ 30 มกราคม 2545 ที่เคยเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปมาแล้ว นำผลมาวิเคราะห์ แล้ว คัดเลือกข้อสอบไว้ 30 ข้อ (ภาคผนวก ข) ซึ่งมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.25 - 0.83 และค่าอำนาจ จำแนกระหว่าง 0.13 - 0.80 ขึ้นไป (ภาคผนวก จ) คำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2538 : 144)

$$p = \frac{R_h + R_l}{n_h + n_l}$$

$$r = \frac{R_h - R_l}{n_h}$$

เมื่อ R_h, R_l แทนจำนวนผู้ที่ตอบถูกในคนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n_h, n_l แทนจำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

p แทนค่าความยากง่าย

r แทนค่าอำนาจจำแนก

การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ ซึ่งใช้เทคนิค 50% (สุมาลี จันทรชลอ. 2542 : 139)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป โดยการนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ในวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2545 ที่ผ่านการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปมาแล้ว และไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยใช้สูตร $K-R_{20}$ ของ Kuder – Richardson (ชิดชนก เจริญเชาว์. 2539 : 202)

$$r(K20) = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ r แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบหมด

p แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านข้อสอบแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้สอบผ่านข้อสอบแต่ละข้อ ($1 - p$)

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งหมด

นำคะแนนที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่น 0.71

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองที่มหาวิทยาลัยสยาม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร โดยใช้สถานที่ทดลอง คือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ให้นักศึกษาซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในวันที่ 20 มิถุนายน 2545 เวลา 11.15 – 12.15 น.
2. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก
3. ผู้วิจัยแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยตนเอง โดยให้นักศึกษาเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
4. ให้นักศึกษาเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ในวันที่ 27 มิถุนายน 2545 เวลา 11.15 – 15.00 น. ซึ่งในแต่ละบทเรียนกลุ่มตัวอย่างจะต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งหมด 3 บทเรียน ซึ่งผู้วิจัยจะนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ
5. หลังจากที่นักศึกษาได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองจนครบแล้ว ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
6. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และนำข้อมูลจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 ต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลการทดสอบของกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยข้อที่ 2 โดยใช้สถิติ t – test for Dependent Samples (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541 : 191-192)

$$t = \frac{\bar{D}}{S_D}$$

df = n-1

เมื่อ \bar{D} แทน ค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง

S_D แทน ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง

df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

n แทน จำนวนคู่ของข้อมูล

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองตามลำดับได้ดังนี้

1. การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี กับกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่สอบได้		
คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน	30	24.30	81.03	81.03 / 80.11
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	30	24.00	80.11	

จากตารางที่ 4.1 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 30 คน มีประสิทธิภาพ 81.03 / 80.11 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี กับกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 31 คน

กลุ่มตัวอย่าง	\bar{X}	S.D.	n	\bar{D}	$S_{\bar{D}}$	t	sig
ก่อนเรียน	12.5161	2.7181	31	11.2681	.3212	35.052**	.000
หลังเรียน	23.7742	1.7457					

**p < 0.01

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 1 คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม กรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่มมา 1 ห้องเรียน จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

ในการทดลองครั้งนี้ใช้เวลา 2 วัน ซึ่งในวันแรกให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน และในวันที่ 2 ให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น และให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนทันที โดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร จากนั้น ผู้วิจัยได้นำผลจากการทดลองไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติ t -test แบบ Dependent Samples

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 81.03 / 80.11

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล (ต่อเนื่อง 3 ปี) หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผล

จากสรุปผลการวิจัยมีประเด็นที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี มีประสิทธิภาพ 81.03 / 80.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้อาจมีสาเหตุมาจากผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นบทเรียนย่อย ๆ 3 บทเรียน ซึ่งทำให้นักศึกษาใช้เวลาในการเรียนแต่ละบทเรียนไม่มาก นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนเป็นขั้น ๆ และได้้นำข้อบกพร่องของแต่ละบทเรียนที่ได้รับคำแนะนำมาปรับปรุงจนได้บทเรียนที่มีคุณภาพ นอกจากนี้การนำเสนอบทเรียนประกอบไปด้วยภาพกราฟิก การเคลื่อนไหวของวัตถุ สี สันของตัวอักษร การโต้ตอบกับผู้เรียน และมีเสียงบรรยายประกอบบทเรียนที่น่าสนใจ มีความสวยงาม นักศึกษาสามารถเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัสทั้งทางตา หู และมือ ทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และทำให้เกิดความเข้าใจมากกว่าที่นักศึกษาจะเรียนรู้เนื้อหาจากหนังสือ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์การวิจัยที่ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.18 / 81.75 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ นักศึกษาได้เสนอแนะว่าต้องการให้มีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ในเนื้อหาตอนอื่น ๆ ต่อไป และมีนักศึกษาสนใจทำสำเนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปศึกษาทบทวนด้วยตนเองที่บ้าน

2. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปรากฏว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของอมร สุขจรรย์ส (2533 : 101) ที่ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

ชีววิทยา เรื่อง “การย่อยอาหาร” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี จำนวน 60 คน เปรียบเทียบกับวิธีสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีสอนปกติ ยุพิน โภธิวิทย์ (2534 : 52-53) ได้ศึกษาผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง จำนวน 90 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายจำนวน 2 ห้องเรียน โดยให้เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 45 คน โดยใช้เครื่องมือชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลอง 4 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมี 2 ฉบับ พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติการเคมีสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สมพร จันทมัตตุการ (2540 : 114) ได้ศึกษาผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏสุรินทร์ พบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ พบว่ามีประสิทธิภาพ 82.45 / 82.64 จรวยพร ศรีศศลักษณ์ (2544 : 28) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักในรายวิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยาเบื้องต้น สำหรับนักศึกษาพยาบาล มหาวิทยาลัยสยาม จากการศึกษาค้นคว้า พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ไปใช้เป็นการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาต่าง ๆ ได้ เนื่องจากวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเป็นวิชาพื้นฐานของหลักสูตรวิศวกรรม โดยให้นักศึกษาเรียนใน 3 ชั่วโมงแรกของการเรียนการสอน ซึ่งจะทำให้ชั่วโมงเรียนคราวต่อ ๆ ไป เมื่อนักศึกษาทำการทดลองจะได้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง และมีเทคนิคที่ถูกต้องในการทดลองทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. นักศึกษาสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี ไปศึกษาด้วยตนเองที่บ้าน เพื่อทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาโดยไม่จำกัดเวลาซึ่งจะทำให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปให้มีเนื้อหาครบทุกการทดลอง โดยให้มีภาพกราฟิก วิดีทัศน์ และเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาช่วย โดยเน้นการทำการทดลองจริง ๆ และในกรณีที่การทดลองใดที่เป็นอันตรายมากหรือสารเคมีที่ใช้ในการทดลองมีราคาแพงอาจใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาสอนทดแทนกันได้โดยไม่ต้องลงมือทำการทดลอง

2. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์แขนงอื่น ๆ หรือระดับชั้นอื่น ๆ โดยแสดงในรูปแบบเกมการแข่งขัน สถานการณ์จำลอง แทนการนำเสนอแบบเสนอเนื้อหาอย่างเดียว

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและวัฒนธรรม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กรองทอง ชูชื่น. 2538. “ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสอนปฏิบัติการเคมีของครูกับทักษะ การปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กองบรรณาธิการ QuickPC. 2541. “โปรแกรมที่ทำให้คุณเป็นมืออาชีพ ในการสร้างกราฟิก สำหรับเว็บ.” **Adobe ImageStyler 1.0 (Bata)**. 33 : 37-38.
- กองบรรณาธิการ QuickPC. 2542. “สองประสานเพื่องานออกเว็บ.” **Adobe Photoshop 5.5**. 54 : 61.
- กองบรรณาธิการ QuickPC. 2543. “ทั้งจับและแต่งเสร็จครบสรรพในโปรแกรมเดียว.” **Snagit 5.0**. 67 : 47-50.
- กองบรรณาธิการ Internet. 2543. “แอปคู Macromedia Flash 5.0 BatA.” นิตยสารอินเทอร์เน็ต. 5 (10) : 51-58.
- เจริญ ปุสุรินทร์คำ. 2537. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาอาจารย์ สถาบัน เทคโนโลยีราชชมงคล.
- จรวบพร ศรีศสลักษณ์. 2544. “การพัฒนาชุดการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักใน รายวิชาจุลชีววิทยาและปรสิตวิทยาเบื้องต้น สำหรับนักศึกษาพยาบาล.” **วารสาร พยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม**. 2(3) : 35-36.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิต.
- ชิดชนก เขิงเซาว์. 2539. วิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. ปัตตานี : สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ดิเรก หุ่นสุวรรณ. 2530. “ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้อง ปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. 2524. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์. ทบวงมหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2542. วิธีใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS และแปลความหมายผลลัพธ์ที่ได้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- บันลือ พุกกะวัน 2534. ยุทธศาสตร์การสอนตามแนวหลักสูตรใหม่. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญศรี พรหมมาพันธุ์ และคณะ. 2535. “หน่วยที่ 5 ลักษณะเครื่องมือวัดผลที่ดี.” การพัฒนา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมมาธิราช.
- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2538. “เอกสารประกอบการอบรมมัธยมศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2539. “เอกสารประกอบการอบรมมัธยมศึกษาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- บุรณะ สมชัย. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดเคชั่น.
- ปิยวรรณ สุขเกษม. 2541. “การศึกษาพฤติกรรมการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ใน
วิชาเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดบุรีรัมย์.” กรุงเทพฯ :
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ประวิทย์ บึงสว่าง. 2537. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์
และสรุปผลการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาไฟฟ้าเคมี.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต
(ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2528. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. 2532. การทดสอบปริมาตรด้วยคอมพิวเตอร์ในวิชาเคมีระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรพรหม สัมฤทธิ์. 2540. “ทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษา
ตอนปลาย โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรทิพย์ ไชยโส. 2535. “หน่วยที่ 8 การสร้างเครื่องมือวัดผลทางด้านพุทธิพิสัย.” การพัฒนา
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย
ธรรมมาธิราช.
- พร้อมพรรณ อุคมสิน. 2538. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ภพ เลหาไพบูลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

- มัทนา บุญจันทร์. 2530. “เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์
ต่ำชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมโดยเพื่อน และกลุ่มที่เรียน
ซ่อมเสริมด้วยตนเองโดยใช้สื่อผสม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา
มัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มยุรีย์ ชันรินทร์คำ. 2532. “การศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลอง
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์ในระดับต่างกัน.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ยุพิน พิพิธกุล และอรพรรณ ดันบรรจง. 2535. เทคโนโลยีการผลิตสื่อการเรียนการสอน.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยุพิน โพธิวิทย์. 2534. “ผลของชุดฝึกทักษะปฏิบัติการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะปฏิบัติ
การเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหอวัง.” กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2540. การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เขอรี มหาทุมะรัตน์ และคณะ. 2532. คู่มือปฏิบัติการเคมีทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.
พรินติ้ง เฮ้าส์.
- ราชบัณฑิตสถาน. 2525. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.
- ลัดดา สุขปรีดี. 2522. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : พิมพ์.
- ลัดดาวัลย์ สุขะวัลลิ. 2541. “แนวโน้มการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในระดับมัธยมศึกษา
สังกัดกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ในระหว่างปี พ.ศ. 2541-2546.”
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วินิต เกตุขำ และชาญชัย ศรีไสยเพชร. 2519. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์สอน.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- วีระพนธ์ คำดี. macromedia AUTHORWARE 5. ม.ป.ป. กรุงเทพฯ : ชัคเซส มีเดีย.
- วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต. 2529. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียน
เสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครูกับกลุ่มที่เรียนจาก
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิต
วิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วงเดือน เอียดบางหยี. 2543. “ปัญหาในการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของครู สังกัดโรงเรียนศึกษาสงเคราะห์ กรมสามัญศึกษา.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2540. **แผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544)**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมศรี เชือกสาด. 2527. “อุบัติเหตุและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย ในเขตกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมศักดิ์ กิจสุขจิต. 2530. “การจำลองกิจกรรมในห้องปฏิบัติการเคมีโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมชัย ชินะตระกูล. 2536. “เอกสารประกอบการประชุมครั้งที่ 1 โครงการพัฒนาคอมพิวเตอร์ เพื่อการเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา. เอกสารอัดสำเนา.
- สมพร จันทปิตตการ. 2540. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาเคมีเรื่อง พันธะโคเวเลนต์ ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏสุรินทร์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2536. “เอกสารประกอบการสัมมนาเชิงวิชาการการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ ในศึกษานอกโรงเรียน.” กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. “เทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน.” **วารสารครุศาสตร์** 16 : 75-81.
- สุธีร์ กิจฉวี และอรนุช อุทานนท์. 2541. **คู่มือการใช้ Authorware 4** ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุนทรีย์ สัตยพัฒน์. 2538. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องน้ำเพื่อชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุมาลี จันทรชลอ. 2542. **การวัดและประเมินผล**. กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.
- สุรางค์ โคว์วตระกูล. 2541. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุวัฒน์ พุทธเทธา. 2523. **การเรียนการสอนปัจจุบัน**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

- อารีย์ มีมุงกิจ. 2541. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อารมณ เบสูงเนิน. 2541. “การสร้างชุดการสอนวิชาเคมีเรื่อง แก๊ส ของเหลว ของแข็ง สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อมร สุขจำรัส. 2533. “ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหาร.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โอวาท เสนีตันติกุล. 2539. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” **ครูปริทัศน์**. 78 – 80.
- Carin, A. and Robert, B. S. 1971. **Teaching Modern Science**. 2nd ed. ohio : Charleslt. Merrill.
- Hunt, R. 1994. **Laboratory Experiments General Chemistry**. 2nd ed. New York : Saunders College Publishing.
- Morris, H. et. Al. 1996. **Foundation of Chemistry in theLaboratory**. 9th ed. Brooks/Cole.
- Robert M. Gagne'. 1985. **The Conditions of Learning and theory of Instruction**. 4th ed. Florida : Saunders College Publishing.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก ตัวอย่างบทเรียน

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป
เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ภาคผนวก ง ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมี
ทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ เนื้อหา น้ำหนัก จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ และจำนวน
ข้อสอบที่ออกเกินในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติ
การเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ภาคผนวก ฉ แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้น
เกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ภาคผนวก ช แสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติ
การเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี

จัดทำโดย

นางสาวอุไรวรรณ พัดมณีทอง

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษา วิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี (เคมี)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ในการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีผู้ทดลองจำเป็นต้องปฏิบัติตามตามกฎระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี และมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเครื่องมือ - อุปกรณ์การทดลองชนิดต่าง ๆ และเทคนิคการใช้ สารเคมี และ อันตรายจากสารเคมี เทคนิคการทดลองที่จะช่วยให้การทดลองนั้น ประสบผลสำเร็จและน่าเชื่อถือ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 บทเรียน ดังนี้

บทเรียนที่ 1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมีและอันตรายจากสารเคมี

บทเรียนที่ 2 เครื่องมือ - อุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการเคมีและเทคนิคการใช้

บทเรียนที่ 3 เทคนิคการทดลอง

เมื่อศึกษาเนื้อหาในแต่ละบทเรียนจบแล้ว จะมีแบบทดสอบให้ฝึกศึกษาได้ฝึกทำ เพื่อทบทวนสิ่งที่ได้เรียนผ่านมา และเมื่อไม่เข้าใจบทเรียนใดสามารถย้อนกลับไปศึกษาใหม่ได้

คลิกต่อไป

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี

โปรดเลือกหัวข้อที่ท่านต้องการศึกษา

บทเรียนที่ 1

บทเรียนที่ 2

บทเรียนที่ 3

ออกจากโปรแกรม

บทเรียนที่ 1


กฎระเบียบหรือข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมีและอันตรายจากสารเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. รู้ระเบียบหรือข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี
2. จากเครื่องหมายเตือนอันตรายสามารถระบุได้ว่า เป็นสารเคมีชนิดใด
3. บอกวิธีการจัดการเมื่อสารเคมีชนิดต่าง ๆ หลุดได้
4. แยกประเภทของสารเคมีและอันตรายจากสารเคมีได้

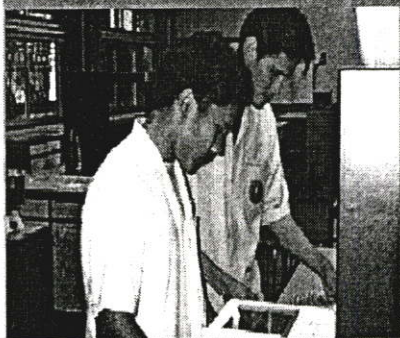
คลิกต่อไป





ในการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมี โดยทั่วไปมักเรียนในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีทั้งอุปกรณ์และสารเคมีชนิดต่างๆเป็นจำนวนมาก ผู้ทดลองจำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อความปลอดภัยของตนเองและผู้ร่วมทำการทดลอง

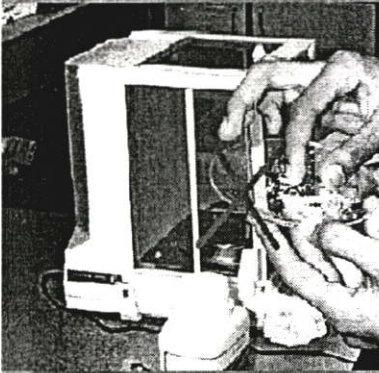
กฎระเบียบหรือข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี



1. อ่านและทำความเข้าใจวิธีการทดลองมาก่อนลงมือปฏิบัติการ
2. ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ทำงานต้องทำการทดลองด้วยความตั้งใจ
3. รักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการเพื่อความสะดวกในการหยิบอุปกรณ์หรือสารเคมีไปใช้
4. ทำการทดลองภายในระยะเวลาที่กำหนด
5. สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการทุกครั้งที่ทำกรทดลอง ห้ามสวมรองเท้าแตะเพื่อป้องกันสารเคมีหกใส่

คลิกต่อไป

กฎระเบียบหรือข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี



6. การใช้สารละลายจะต้องรินออกจากขวดใส่บีกเกอร์ และถ้าสารละลายที่รินออกมาเหลือ ห้ามเทกลับลงในขวด ให้เททิ้งในอ่างน้ำ แล้วเปิดน้ำตามมาก ๆ
7. ถ้าสารเคมีหกรดผิวหนังหรือเสื้อผ้า ให้รีบล้างออกด้วยน้ำ แล้วแจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมทราบ
8. ห้ามทดลองชิมสารเคมีหรือรับประทานอาหารภายในห้องปฏิบัติการ
9. ห้ามใช้มือหยิบจับสารเคมีใด ๆ โดยตรง
10. ไม่ทำการทดลองใดๆ นอกเหนือจากที่กำหนดก่อนได้รับอนุญาต

คลิกต่อไป

กฎระเบียบหรือข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี



11. ห้ามเทน้ำลงในกรดเข้มข้นใดๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดความร้อนขึ้นทันทีที่ปล่อยๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำพร้อมใช้ถังแตกแล้วคน
12. ก่อนหยิบสารเคมีไปใช้จะต้องอ่านชื่อสารอย่างละเอียด 2 ครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่าหยิบสารไปใช้ไม่ผิด
13. เมื่อใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย มีกลิ่นเหม็น หรือติดแก๊สพิษ ให้ทำการทดลองในตู้ดูดควัน(Hood)เสมอ
14. ใช้ปากกลั่นในการเตรียมสารละลายในการทดลองปฏิบัติการเคมี
15. รักษาความสะอาดอุปกรณ์ พื้นโต๊ะปฏิบัติการและอ่างน้ำทุกครั้ง หลังเสร็จสิ้นการทดลอง

คลิกต่อไป

อันตรายจากสารเคมี

สารเคมีทุกชนิดมีอันตรายมากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ ชนิดและปริมาณของสารเคมี รวมทั้งระยะเวลาที่ได้สัมผัส สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ ทางปาก ทางจุก และทางผิวหนัง สารเคมีบางชนิด มีฤทธิ์กัดกร่อน บางชนิด ไวระเหย เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ระคายเคือง บางชนิดติดไฟง่าย หรืออาจระเบิด เมื่อผสมกับสารอื่น

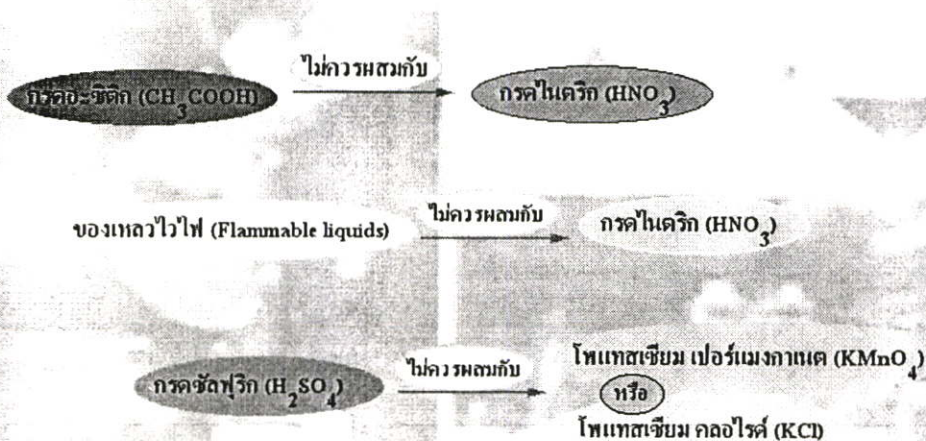
คลิกต่อไป

อันตรายจากสารเคมี

1. สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible chemical)

คือ เมื่อผสมกับสารอื่นแล้วจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง ระเบิด ถูกคึดไฟ หรือให้แก๊สพิษ

ตัวอย่างสารเคมีที่ผสมกันไม่ได้ เช่น

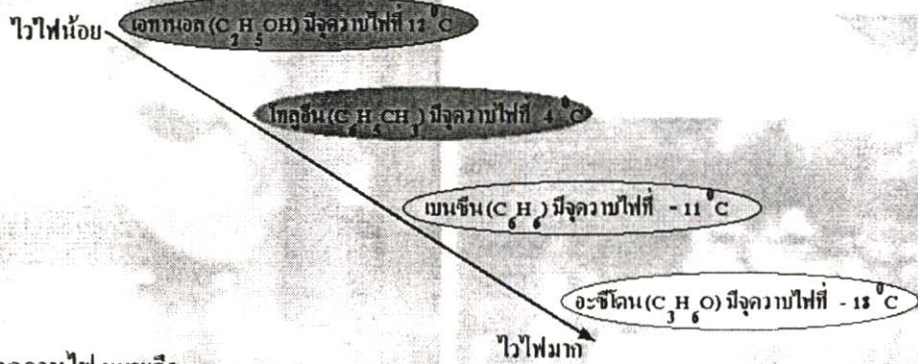


คลิกต่อไป

อันตรายจากสารเคมี

2. สารไวไฟ(Flammable substances)

หมายถึง สารที่ติดไฟได้ง่าย มีทั้งของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ของแข็งไวไฟจะมีอันตรายน้อยกว่าของเหลวและแก๊ส ของเหลวไวไฟมักมีสมบัติระเหยกลายเป็นไอได้ดี เพราะมี จุดวาบไฟ (Flash point) ต่ำ เช่น



จุดวาบไฟ หมายถึง

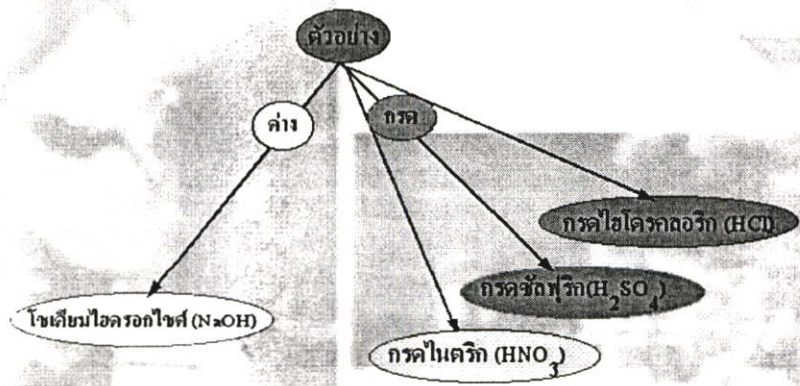
อุณหภูมิของสารที่สามารถทำให้ไอระเหยได้เพียงพอที่จะผสมกับอากาศแล้วติดไฟหรือระเบิดเมื่อถูกจุด

คลิกต่อไป

อันตรายจากสารเคมี

3. สารกัดกร่อน (Corrosive substances)

คือ สารเคมีที่สามารถทำลายผิวหนังและเนื้อเยื่อของร่างกาย เมื่อสัมผัสทำให้คันหรือเป็นรอยไหม้ ส่วนใหญ่ได้แก่ สารจำพวกกรดและด่างเข้มข้น

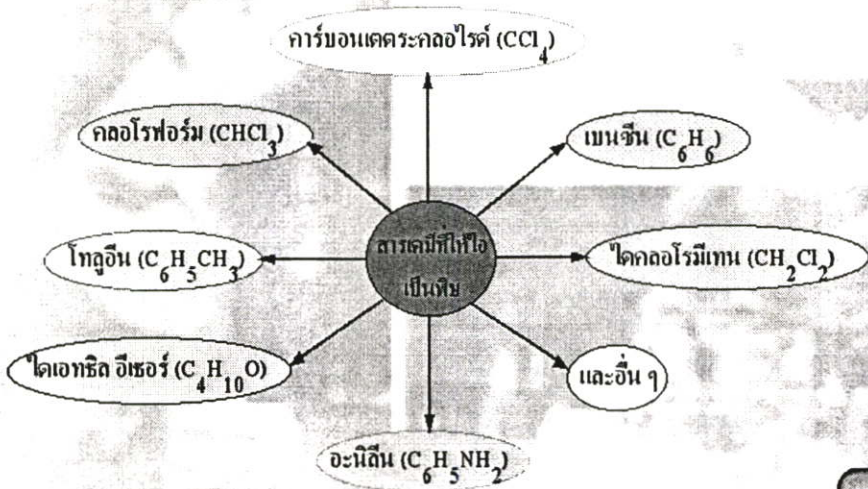


คลิกต่อไป

อันตรายจากสารเคมี

4. สารเคมีที่ให้ไอเป็นพิษ (Toxic volatile substances)

หมายถึง สารเคมีที่ระเหยเป็นไอได้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อสูดดมเข้าไปปริมาณมากจะเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ

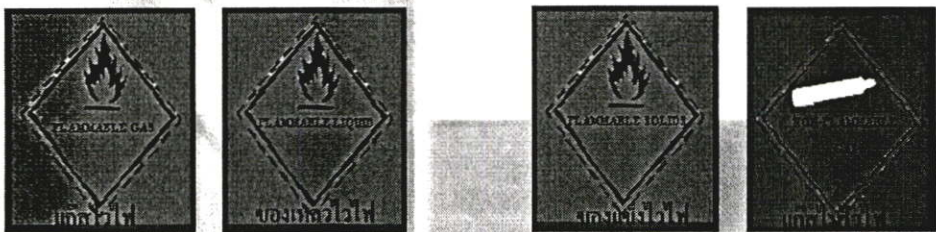


คลิกต่อไป

เครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมี

ผู้ทดลองสามารถทราบได้ว่าสารเคมีชนิดใดเป็นสารเคมีที่มีพิษ สารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือ สารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา โดยดูจาก เครื่องหมายเตือนอันตรายบนฉลากขวดสารเคมี ดังนี้

สารไวไฟ

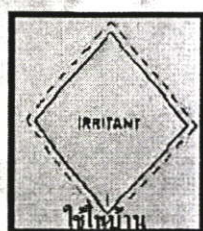


สารไวไฟ อาจลุกติดไฟเมื่อได้รับความร้อน ประกายไฟ เปลวไฟ หรือเมื่อผสมกับอากาศ เกิดส่วนผสมที่ระเบิดได้ ทำให้เกิดอันตรายถึงชีวิตแก่คน หรือเกิดเพลิงไหม้ ซึ่งอาจทำให้เสียชีวิตหากได้หายใจ กลืนกิน หรือจิมผ่านผิวหนัง

คลิกต่อไป

เครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมี

ผู้ทดลองสามารถทราบได้ว่าสารเคมีชนิดใดเป็นสารเคมีที่มีพิษ สารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือ สารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา โดยดูจาก **เครื่องหมายเตือนอันตราย** บนฉลากขวดสารเคมี ดังนี้



สารระคายเคือง



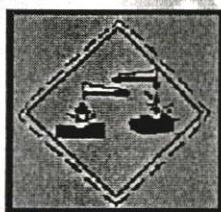
สารระคายเคืองอาจระคายเคืองเมื่อได้รับความร้อน หรือติดไฟที่แก๊สพิษ แก๊สระคายเคือง แก๊สกัดกร่อน เป็นอันตรายต่อผิวหนัง ตา หรือระบบทางเดินหายใจ เป็นแผลไหม้หรือเสียชีวิต

คลิกต่อไป

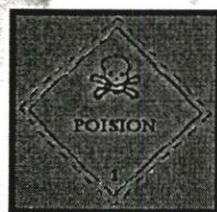
เครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมี

ผู้ทดลองสามารถทราบได้ว่าสารเคมีชนิดใดเป็นสารเคมีที่มีพิษ สารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือ สารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา โดยดูจาก **เครื่องหมายเตือนอันตราย** บนฉลากขวดสารเคมี ดังนี้

สารกัดกร่อน



สารมีพิษ



สารระเบิด



สารระเบิด อาจระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อน แรงกระแทก การเสียดสี เกิดเพลิงไหม้รุนแรง เศษวัสดุพุ่งออกมา เกิดแก๊สพิษ แก๊สระคายเคือง แก๊สกัดกร่อน เป็นอันตรายได้

คลิกต่อไป

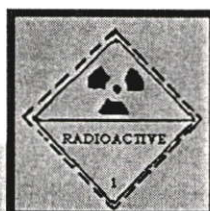
เครื่องหมายเตือนอันตรายจากสารเคมี

ผู้ทดลองสามารถทราบได้ว่าสารเคมีชนิดใดเป็นสารเคมีที่มีพิษ สารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา โดยดูจาก **เครื่องหมายเตือนอันตราย** บนฉลากขวดสารเคมี ดังนี้

สารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา

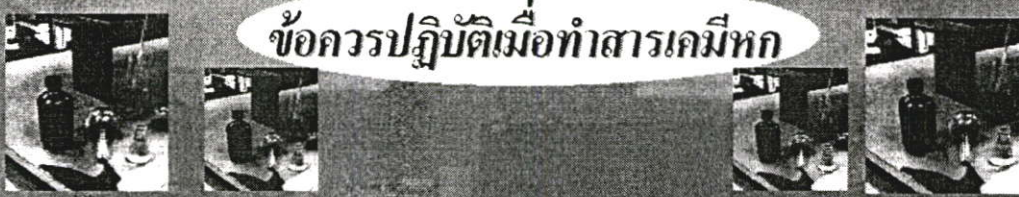


สารกัมมันตรังสี



สารกัมมันตรังสี ก่อให้เกิดอันตรายจากการแผ่รังสีมีมากหรือเฝ้าชั่งน้อยกับขนาด และปริมาณสารกัมมันตรังสี บางชนิดอาจเป็นพิษหรือกัดผิวหนังทันที บางชนิดอาจมีผลต่อร่างกายในภายหลังทำให้เกิดการบาดเจ็บสาหัสและอาจถึงแก่ชีวิตได้

คลิกต่อไป



ข้อควรปฏิบัติเมื่อทำสารเคมีหก

1. สารที่เป็นของแข็ง (Solids, Dry substances)
ใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ช่องตักสาร หรือกระดาษแข็งก่อนนำไปใส่ในภาชนะ
2. สารละลายที่เป็นกรด (Acid solutions)
ก่อนๆ เทน้ำลงไปแล้วโรยด้วยโซดาแอช (NaOH) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO₃) เพื่อลดฤทธิ์กรดให้เป็นกลาง จากนั้นล้างด้วยน้ำแล้วเช็ดให้สะอาด
3. สารละลายที่เป็นด่าง (Alkaline solutions)
รีบเทให้เจือจางด้วยน้ำแล้วเช็ดให้แห้ง ระวังอย่าให้กระเด็น เนื่องจากสารละลายด่างทำให้ที่พื้นลื่น

คลิกต่อไป

ข้อควรปฏิบัติเมื่อทำสารเคมีหก



4. สารระเหยง่าย (Volatile solvents)
 ทหาความสะอาดโดยใช้ผ้าเช็ดถูออกถ้าหากจำนวนมากเช็ดแล้วเก็บใส่ถังไว้ใช้ได้

5. สารที่เป็นน้ำมัน (Oil substances)
 เช็ดออกโดยใช้ไขมันากๆ แล้วล้างด้วยผงซักฟอก

6. สารปรอท (Mercury)
 กวามารวมกันแล้วใช้หัวจุกอุดเก็บ อย่าดื่มหรืสัมผัสโดยตรง

คลิกต่อไป

จับบทเรียน
 ขอโทษทีนคาร
 ทำแบบทดสอบนะครั้บ



คลิกต่อไป

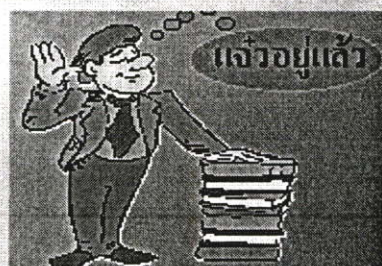


1. ผู้ทดลองจะต้องทำสิ่งใดก่อนการทดลองทุกครั้ง

- ก) ล้างมือทุกครั้ง
- ข) อ่านฉลากสารเคมี
- ค) อ่านคู่มือปฏิบัติการทดลอง
- ง) ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ผู้ทดลองจะต้องทำสิ่งใดก่อนการทดลองทุกครั้ง

- ก) ล้างมือทุกครั้ง
- ข) อ่านฉลากสารเคมี
- ค) อ่านคู่มือปฏิบัติการทดลอง
- ง) ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ



1. ผู้ทดลองจะต้องทำอะไรก่อนการทดลองทุกครั้ง

- ก) ล้างมือทุกครั้ง
- ข) อ่านฉลากสารเคมี
- ค) อ่านคู่มือปฏิบัติการทดลอง
- ง) ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ผู้ทดลองจะต้องทำอะไรก่อนการทดลองทุกครั้ง

- ก) ล้างมือทุกครั้ง
- ข) อ่านฉลากสารเคมี
- ค) อ่านคู่มือปฏิบัติการทดลอง
- ง) ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือ



2. ข้อใดต่อไปนี้เป็นควรรูปปฏิบัติขณะทำการทดลอง

- ก) ทำการทดลองเพียงคำฟัง
- ข) ใช้น้ำกลั่นทุกครั้งในการเตรียมสารละลาย
- ค) อ่านชื่อสารเคมีอย่างน้อย 2 ครั้งก่อนหยิบมาใช้
- ง) รายงานต่ออาจารย์ผู้สอนทุกครั้งเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

3. เมื่อทำสารละลายต่างเข้มข้นหกบนพื้นห้อง นักศึกษาควรปฏิบัติเช่นไร

- ก) ล้างด้วยผงซักฟอก
- ข) ใช้น้ำดูพื้นดูไปมาให้แห้ง
- ค) ใช้กระดาษทิชชูซับให้แห้ง
- ง) เจือจางด้วยน้ำแล้วซับให้แห้ง

5. เมื่อต้องการเตรียมสารที่ก่อให้เกิดแก๊สพิษมีวิธีการเตรียมอย่างไรให้ปลอดภัยที่สุด

- ก) ใส่ถุงมือ
- ข) เตรียมในตู้ควัน
- ค) ใส่แว่นตานิรภัยขณะเตรียม
- ง) เตรียมบนโต๊ะปฏิบัติการโดยให้เพื่อนอยู่ห่างๆ

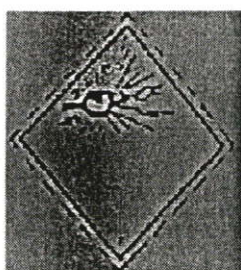
6. ข้อใดถูกต้อง

- ก) ของแข็งไวไฟมีอันตรายมากกว่าของเหลวไวไฟและแก๊สไวไฟ
- ข) สารกัดกร่อนได้แก่สารที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ
- ค) ของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำ จะมีอันตรายมากกว่าของเหลวที่มีจุดวาบไฟสูง
- ง) สารเคมีที่ให้ไอเป็นพิษได้แก่สารที่นำไปให้ความร้อนแล้วระเหยกลายเป็นแก๊สพิษ

7. เมื่อทำสารละลายกรดเข้มข้นหก นักศึกษาคควรปฏิบัติเช่นไร

- ก) เจือจางด้วยน้ำ โดยค่อยๆ ภาคน้ำลงไปแล้วซับให้แห้ง
- ข) เจือจางด้วยน้ำ โดยภาคน้ำลงไปอย่างรวดเร็วแล้วซับให้แห้ง
- ค) เจือจางด้วยน้ำ โดยค่อยๆ ภาคน้ำลงไปแล้วโรยด้วยโซดาแอส
- ง) เจือจางด้วยน้ำ โดยภาคน้ำลงไปอย่างรวดเร็ว แล้วโรยด้วยโซดาแอส

8. สัญลักษณ์เตือนอันตรายข้างล่างนี้เป็นสารเคมีอันตรายชนิดใด



- ก) สารมีพิษ
- ข) สารระเบิด
- ค) สารไวไฟ
- ง) สารกัดมันตรังสี

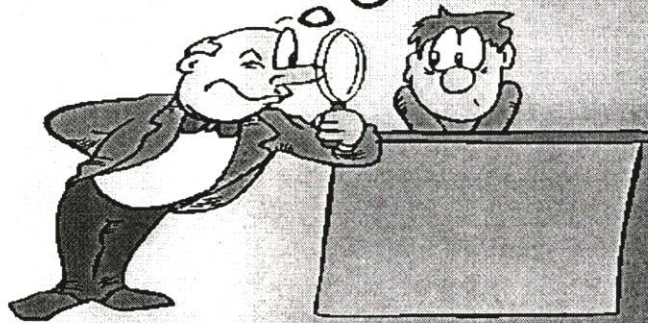
9. สารใดต่อไปนี้ จัดเป็นสารเคมีชนิดกัดกร่อน

- ก) เบนซีน (Benzene)
- ข) เมททานอล (Methanol)
- ค) กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid)
- ง) โพแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate)

10. ไม่ควรผสมคู่สารใดต่อไปนี้เข้าด้วยกัน เนื่องจากก่อให้เกิดอันตรายได้

- ก) กรดอะซิติก (Acetic acid) กับ กรดไนตริก (Nitric acid)
- ข) กรดอะซิติก (Acetic acid) กับ กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid)
- ค) กรดไนตริก (Nitric acid) กับ กรดซัลฟูริก (Sulfuric acid)
- ง) กรดไนตริก (Nitric acid) กับ โพแทสเซียม เปอร์แมงกาเนต (Potassium permanganate)

คุณ 42064211
ตอบถูก 8 ข้อ
ตอบผิด 2 ข้อ
คุณทำได้ 80 %



คลิกต่อไป

ภาคผนวก ข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป
เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

เวลา 1 ชั่วโมง

คะแนนเต็ม 30 คะแนน

คำชี้แจง ให้นักศึกษาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ให้ตรงกับข้อนั้น ๆ ในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดสำคัญน้อยที่สุดในการปฏิบัติการทดลอง
 - 1) เลือกใช้อุปกรณ์ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับวิธีทดลอง
 - 2) ล้างอุปกรณ์เก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว
 - 3) จัดให้เพื่อนในกลุ่ม 1 คนเป็นผู้ล้างอุปกรณ์โดยเฉพาะทุกครั้งที่ทำกรทดลอง
 - 4) รักษาบริเวณพื้นที่ทดลองให้สะอาดเรียบร้อย เก็บของที่ไม่ใช่ออกไปให้พ้นบริเวณ
2. ข้อใดควรปฏิบัติเป็นอันดับแรกเมื่อกรดซัลฟูริกเข้มข้นหกรดแขน
 - 1) ล้างแขนด้วยน้ำจำนวนมากทันที
 - 2) รีบนำส่งโรงพยาบาล
 - 3) นำสารละลายเบสไปล้างแขนเพื่อทำลายฤทธิ์กรด แล้วล้างน้ำตามมาก ๆ
 - 4) ใช้กระดาษชำระหรือผ้าซับกรดให้แห้ง แล้วจึงนำไปล้างน้ำที่กำลั้งไหลมาก ๆ
3. ข้อใดเป็นการกระทำที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้
 - 1) สูบบุหรี รับประทานอาหาร
 - 2) สูบบุหรี ใช้มือหยิบสารเคมี
 - 3) รับประทานอาหาร ใช้มือหยิบสารเคมี
 - 4) สูบบุหรี รับประทานอาหาร ใช้มือหยิบสารเคมี
4. ข้อใดเป็นวิธีการกำจัดสารปรอทหกบนพื้นห้อง
 - 1) ใช้ผ้าแห้งกวาดปรอทมากองรวมกัน แล้วใช้เครื่องดูดเก็บ
 - 2) ใช้แก๊สออกซิเจนพ่นเข้าไปที่มีปรอทอยู่เพื่อให้เกิดออกไซด์
 - 3) ใช้ก้ามะถันผงโรยไปที่ปรอท แล้วกวาดรวมกันนำไปฝังดิน
 - 4) ใช้ผ้าแห้งกวาดปรอทมากองรวมกัน แล้วใช้ช้อนตักนำไปทิ้งโดยการฝังดิน

5. จากเครื่องหมายเตือนอันตรายดังภาพ แสดงว่าเป็นสารเคมีชนิดใด

- 1) สารพิษ
- 2) สารไวไฟ
- 3) สารกัดกร่อน
- 4) สารกัมมันตรังสี



6. ข้อใดควรปฏิบัติในการเจือจางกรดไฮโดรคลอริก

- 1) เทกรดเข้มข้นทั้งหมดลงในน้ำอย่างรวดเร็ว พร้อมใช้แท่งแก้วคน
- 2) เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวังพร้อมกับใช้แท่งแก้วคน
- 3) เทน้ำลงในกรดเข้มข้นอย่างช้า ๆ ด้วยความระมัดระวังพร้อมกับใช้แท่งแก้วคน
- 4) เทกรดเข้มข้นและน้ำลงในภาชนะปากกว้างพร้อมๆ กันอย่างช้าๆ และใช้แท่งแก้วคน

7. ข้อใดไม่จำเป็นในการใช้กระบอกดวง

- 1) ใช้มือจับกระบอกดวงขณะถ่ายสาร
- 2) พื้นที่ที่วางกระบอกดวงต้องเป็นพื้นราบ
- 3) ยกกระบอกดวงขึ้นเพื่ออ่านปริมาตรสาร
- 4) ปรับระดับสายตาให้ตรงกับขีดปริมาตรที่อ่าน

8. ข้อใดควรปฏิบัติในการดมกลิ่นสารขณะทดลองให้ปลอดภัยที่สุด

- 1) ถือให้ปากภาชนะใส่สารอยู่ต่ำและห่างจากจมูกเล็กน้อยแล้วค่อย ๆ สูดดมกลิ่นสาร
- 2) ถือให้ปากภาชนะใส่สารอยู่ต่ำและอยู่ห่างจากจมูกเล็กน้อยแล้วใช้มือ โบกให้กลิ่นของสารผ่านเข้าจมูกช้า ๆ
- 3) ถือให้ปากภาชนะอยู่ในระดับเดียวกับจมูก และห่างจากจมูกเล็กน้อยแล้วค่อย ๆ สูดดมกลิ่นสารอย่างช้า ๆ
- 4) ถือให้ปากภาชนะอยู่ในระดับเดียวกับจมูก และอยู่ห่างเล็กน้อยใช้มืออีกข้างหนึ่ง โบกให้กลิ่นของสารผ่านเข้าจมูกช้า ๆ

9. ข้อใดควรปฏิบัติเป็นอันดับแรกเมื่อทำอุปกรณ์แก้วแตก และกระเด็นเข้าตา

- 1) ให้เพื่อนรีบนำส่งโรงพยาบาล
- 2) ให้เพื่อน ๆ ช่วยเอาเศษแก้วออกจากตา
- 3) แจ้งให้อาจารย์ทราบเพื่อหาทางช่วยเหลือ
- 4) พยายามเอาเศษแก้วออกจากตาคด้วยตนเองทันที

10. ข้อใดควรปฏิบัติเป็นอันดับแรกในการใช้เครื่องชั่ง
- 1) ปรับศูนย์ก่อน
 - 2) ใช้ภาชนะใส่สารสำหรับชั่ง
 - 3) ทำความสะอาดเครื่องชั่งให้เรียบร้อย
 - 4) นำน้ำหนักสารที่ชั่ง ไม่มากเกินไปกำหนดของเครื่องชั่ง
11. ข้อใดไม่ใช่จุดมุ่งหมายในการทำความสะอาดช้อนก่อนใช้ตักสารต่างชนิดกัน
- 1) ไม่ให้สารอื่นมาเจือปนสารที่ใช้
 - 2) ไม่ให้สารต่างชนิดทำปฏิกิริยากัน
 - 3) ให้ผลการทดลองถูกต้อง ไม่คลาดเคลื่อน
 - 4) ฝึกให้ผู้ปฏิบัติเป็นคนรักความสะอาดและมีระเบียบ
12. ข้อใดเป็นเทคนิคการผสมสารละลายในขวดรูปกรวยที่ถูกต้อง
- 1) ใช้แท่งแก้วคนสารในขวดรูปกรวย
 - 2) ใช้ข้อมือหมุนขวดวนไปมาสลับกัน
 - 3) ใช้ข้อมือหมุนขวดวนไปในทิศทางเดียวกัน
 - 4) แกว่งให้ก้นขวดกระทบเข้ากับฝ่ามืออีกข้างหนึ่ง
13. ข้อใดเป็นเทคนิคการเขย่าสารในหลอดทดลองที่ถูกต้อง
- 1) ใช้จุกยางปิดปากหลอดทดลองแล้วเขย่าขึ้นลงเบา ๆ
 - 2) เขย่าสารขึ้นลงโดยไม่ให้ของเหลวกระเด็นออกมา
 - 3) แกว่งปลายหลอดด้านล่างกระทบกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งแรง ๆ
 - 4) ใช้นิ้วปิดปากหลอดแล้วแกว่งปลายหลอดด้านล่างกระทบกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ
14. ข้อใดไม่ควรปฏิบัติขณะต้มของเหลวในหลอดทดลอง
- 1) ใช้อุปกรณ์สำหรับจับหลอดทดลอง
 - 2) เอียงหลอดทดลองและเลื่อนไปมาอย่างช้า ๆ
 - 3) ก้มดูของเหลวเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลงของสาร
 - 4) เขย่าหลอดทดลองเล็กน้อย เพื่อให้ของเหลวทุกส่วนในหลอดทดลองได้รับความร้อน
15. ข้อใดควรปฏิบัติในการถ่ายของเหลวจากขวดบรรจุสารลงในกระบอกตวง
- 1) รินสารละลายผ่านแท่งแก้วลงในกระบอกตวง
 - 2) รินสารละลายผ่านกรวยกรองลงในกระบอกตวง
 - 3) ใช้กระบอกฉีดยาคูดสารละลายขึ้นมาแล้วใส่ลงในกระบอกตวง
 - 4) เอียงปากภาชนะทั้งสองมาแตะกันแล้วเทสารละลายลงไปอย่างช้า ๆ

16. ในข้อใดไม่ควรปฏิบัติเมื่อมีขของเหลวเหลืออยู่ในบีกเกอร์หลังเสร็จสิ้นการทดลอง
- 1) เทลงในขวดทิ้งสาร
 - 2) ตีคผลากแล้วเก็บไว้ใช้ต่อไป
 - 3) เทกลับลงในขวดสารละลายเดิม
 - 4) เททิ้งลงในอ่างน้ำแล้วเปิดน้ำตามมาก ๆ
17. ข้อใดควรปฏิบัติมากที่สุดเมื่อต้องการใช้สารเคมีที่มีกลิ่นเหม็นหรือเกิดแก๊สพิษ
- 1) ทำการทดลองตามปกติ
 - 2) ทำการทดลองในตู้ดูดควัน
 - 3) ใส่หน้ากากป้องกันแก๊สพิษ
 - 4) ทำการทดลองนอกห้องปฏิบัติการ
18. เบนซีน (Benzene) จัดอยู่ในสารประเภทใด
- 1) สารกัดกร่อน
 - 2) สารระคายเคือง
 - 3) สารกัมมันตรังสี
 - 4) สารที่ทำให้ไอเป็นพิษ
19. ข้อใดเป็นสีของเปลวไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์
- 1) ม่วง
 - 2) เขียว
 - 3) น้ำเงิน
 - 4) เหลือง
20. ข้อใดเป็นประโยชน์ของกรวยกรองบุชเนอร์
- 1) กรองแบบสุญญากาศ
 - 2) กรองแบบแรงโน้มถ่วงของโลก
 - 3) ช่วยในการบรรจุสารลงในอุปกรณ์ปากแคบ
 - 4) ช่วยลงในการบรรจุสารในอุปกรณ์ปากกว้าง
21. ข้อใดเป็นสารดูดความชื้นในโถอบแห้งที่นิยมใช้มากที่สุด
- 1) ซิลิกาเจล (Silica gel)
 - 2) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
 - 3) แคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4)
 - 4) แคลเซียมคลอไรด์ (CaCl_2)

22. ข้อใดเป็นเทคนิคที่ถูกต้องที่สุดในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน
- 1) ละลายสารในบีกเกอร์ จากนั้นปรับปริมาตร
 - 2) ละลายสารในบีกเกอร์ เทสารลงในขวดวัดปริมาตร จากนั้นปรับปริมาตร
 - 3) เทสารลงในขวดวัดปริมาตรเติมน้ำกลั่นลงไปเพื่อให้สารละลาย จากนั้นปรับปริมาตร
 - 4) ละลายสารในบีกเกอร์เทลงในขวดวัดปริมาตรแล้วล้างบีกเกอร์หลาย ๆ ครั้งเทลงไปรวมกัน จากนั้นปรับปริมาตร
23. ข้อใดเป็นเทคนิคการใช้ปิเปตที่ถูกต้องและปลอดภัย
- 1) ใช้ปากดูดที่ส่วนปลายปิเปตให้สารละลายขึ้นมา
 - 2) ใช้ลูกยางดูดที่ส่วนปลายปิเปตให้สารละลายขึ้นมา
 - 3) ใช้ลูกยางหรือปากดูดที่ส่วนปลายปิเปตให้สารละลายขึ้นมา
 - 4) ใช้ลูกยางดูดสารละลายที่เป็นอันตราย ส่วนสารละลายที่ไม่เป็นอันตรายใช้ปาก
24. ข้อใดบอกคุณสมบัติของปิเปตแบบสเกล และปิเปตแบบกระเปาะได้ถูกต้อง
- 1) มีรูปร่างต่างกัน แต่การใช้งานเหมือนกัน
 - 2) มีรูปร่างเหมือนกัน แต่การใช้งานต่างกัน
 - 3) ปิเปตแบบกระเปาะมีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ กัน
 - 4) ปิเปตแบบกระเปาะมีขีดบอกปริมาตรเพียงขีดเดียว
25. ข้อใดเป็นอุปกรณ์ในการไตเตรตที่ใช้บรรจุสารละลายมาตรฐานทุกชนิด
- 1) ปิเปต
 - 2) บิวเรต
 - 3) บีกเกอร์
 - 4) ขวดรูปชมพู่
26. ข้อใดเป็นขั้นตอนในการใช้บิวเรตที่ถูกต้องหลังจากติดตั้งและปิดก๊อกบิวเรตแล้ว
- 1) บรรจุสารละลายโดยใช้บีกเกอร์ แล้วทำการไตเตรท
 - 2) บรรจุสารละลายผ่านกรวยกรอง แล้วทำการไตเตรท
 - 3) บรรจุสารละลายโดยใช้บีกเกอร์ ไล่ฟองอากาศออก อ่านปริมาตรสาร ทำการไตเตรท
 - 4) บรรจุสารละลายผ่านกรวยกรอง ไล่ฟองอากาศออก อ่านปริมาตรสาร ทำการไตเตรท
27. ข้อใดเป็นเทคนิคในการเทสารละลายออกจากขวดบรรจุขนาด 250 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์
- 1) เขย่าขวดสารก่อนเท
 - 2) จับขวดบรรจุสารด้านที่ติดฉลาก แล้วเทสารละลายลงในบีกเกอร์ช้า ๆ
 - 3) เปิดจุกขวดวางหงายกับพื้น โต๊ะแล้วเทสารละลายลงบีกเกอร์อย่างรวดเร็ว
 - 4) เปิดจุกขวดออกวางคว่ำกับพื้น โต๊ะแล้วเทสารละลายลงบีกเกอร์อย่างช้า ๆ

28. ข้อใดเป็นเทคนิคการไตเตรทที่ถูกต้อง

- 1) มือซ้ายจับขวดรูปกรวย มือขวาจับก้อยกปิดเปิดสารละลาย
- 2) มือขวาจับขวดรูปกรวย มือซ้ายจับก้อยกปิดเปิดสารละลาย
- 3) เปิดก้อยกให้สารละลายไหลลงไปทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับสารในขวดรูปกรวย
- 4) เปิดก้อยกให้สารละลายไหลลงไปทำปฏิกิริยาอย่างช้า ๆ กับสารในขวดรูปกรวย

29. ข้อใดเป็นประโยชน์ของสามเหลี่ยม (Triangle)

- 1) สำหรับดวงสาร
- 2) สำหรับกรองสาร
- 3) สำหรับรองรับครุชีเบิล
- 4) สำหรับรองรับบีกเกอร์

30. ข้อใดเป็นประโยชน์ของกรวยแยก (separatory funnel)

- 1) ผสมสาร
- 2) กรองสาร
- 3) แยกสกัดสาร
- 4) เตรียมสารละลาย

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป

- | | | |
|--------|--------|--------|
| 1. 3) | 11. 4) | 21. 4) |
| 2. 1) | 12. 3) | 22. 3) |
| 3. 4) | 13. 1) | 23. 1) |
| 4. 1) | 14. 3) | 24. 4) |
| 5. 1) | 15. 4) | 25. 2) |
| 6. 2) | 16. 3) | 26. 4) |
| 7. 3) | 17. 2) | 27. 2) |
| 8. 2) | 18. 4) | 28. 2) |
| 9. 3) | 19. 4) | 29. 3) |
| 10. 1) | 20. 1) | 30. 3) |

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป
เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชื่อผู้ประเมิน ตำแหน่ง

สังกัด

ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
(ต่อเนื่อง 3 ปี) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยสยาม
2. ผู้ผลิต นางสาวจิรวรรณ พัฒน์ทอง นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษา
วิทยาศาสตร์ (เคมี) บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
3. โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียน Authorware Professional Version 5.2

การประเมิน โดยชี้แจงเครื่องหมาย / ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ปรับปรุง 1
1. วัตถุประสงค์กำหนดชัดเจน					
2. การนำเสนอน่าสนใจ และจูงใจผู้เรียน					
3. คำแนะนำการใช้บทเรียนชัดเจน					
4. การเสริมแรงจัดได้เหมาะสม					
5. ตีความสนใจผู้เรียนได้ดี					
6. การใช้กราฟิกช่วยในการนำเสนอมีความเหมาะสม					
7. ตำแหน่งของข้อมูลที่แสดงบนจอภาพจัดได้เหมาะสม					
8. เทคนิคการนำเสนอภาพเหมาะสม					
9. สีและขนาดตัวอักษรที่ใช้ชัดเจนเหมาะสม					
10. ความเข้าใจและความชัดเจนของเสียงในบทเรียน					
11. ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ด้วยตนเอง					
12. บทเรียนมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้					
13. การบันทึกผลการเรียนมีความเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

วันที่/...../.....

ภาคผนวก ง

ตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป
เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. วัตถุประสงค์กำหนดชัดเจน	4.67	.58	ดีมาก
2. การนำเสนอน่าสนใจ และจูงใจผู้เรียน	4.33	.58	ดี
3. กำหนดการใช้บทเรียนชัดเจน	4.67	.58	ดีมาก
4. การเสริมแรงจัดได้เหมาะสม	4.33	.58	ดี
5. ดึงความสนใจผู้เรียนได้ดี	4.67	.58	ดีมาก
6. การใช้กราฟิกช่วยในการนำเสนอมีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
7. ตำแหน่งของข้อมูลที่แสดงบนจอภาพจัดได้เหมาะสม	4.33	.58	ดี
8. เทคนิคการนำเสนอภาพเหมาะสม	4.33	.58	ดี
9. สีและขนาดตัวอักษรที่ใช้ชัดเจนเหมาะสม	4.67	.58	ดีมาก
10. ความเข้าใจและความชัดเจนของเสียงในแบบฝึกหัดของบทเรียน	4.67	.58	ดีมาก
11. ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ด้วยตนเอง	5.00	.00	ดีมาก
12. บทเรียนมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.67	.58	ดีมาก
13. การบันทึกผลการเรียนมีความเหมาะสม	4.67	.58	ดีมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.54	.20	ดีมาก

หมายเหตุ

เกณฑ์การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ

4.50-5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

2.50-3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

1.50-2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

1.00-1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

จากตารางที่ 6.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปฏิบัติการทดลองเคมี โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .20

ภาคผนวก จ

ตารางที่ 6.2 ผลการวิเคราะห์ เนื้อหา น้ำหนัก จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ และจำนวนข้อสอบที่ออกเกินในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ตารางที่ 6.2 ผลการวิเคราะห์ เนื้อหา น้ำหนัก จำนวนข้อสอบที่ต้องการใช้ และจำนวนข้อสอบที่ออกเกินในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

เนื้อหาบทเรียน	น้ำหนัก	แบบทดสอบวัดด้านความรู้ความจำ		รวม
		ที่ต้องการใช้	ที่ออกเกิน	
บทเรียนที่ 1	100/3	10	5	15
บทเรียนที่ 2	100/3	10	5	15
บทเรียนที่ 3	100/3	10	5	15
รวม	100	30	15	45

ภาคผนวก ฉ

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้
เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ตารางที่ 6.3 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไปเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.83	0.21
2	0.67	0.18
3	0.46	0.16
4	0.35	0.38
5	0.83	0.33
6	0.53	0.22
7	0.47	0.44
8	0.75	0.33
9	0.72	0.41
10	0.81	0.31
11	0.57	0.58
12	0.75	0.33
13	0.62	0.39
14	0.80	0.29
15	0.58	0.16
16	0.25	0.33
17	0.80	0.26
18	0.40	0.29
19	0.43	0.70
20	0.60	0.61
21	0.71	0.13
22	0.36	0.17
23	0.60	0.80
24	0.37	0.63
25	0.52	0.52
26	0.60	0.80
27	0.40	0.29
28	0.45	0.41
29	0.37	0.43
30	0.55	0.26

ภาคผนวก ช

ตารางที่ 6.4 แสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติ
การเคมีทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

ตารางที่ 6.4 แสดงคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมี
ทั่วไป เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมี

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (คะแนน)	คะแนนหลังเรียน (คะแนน)
1	14	25
2	15	26
3	14	25
4	14	26
5	9	20
6	17	27
7	14	25
8	13	24
9	15	26
10	10	21
11	16	26
12	10	24
13	11	23
14	13	24
15	11	23
16	13	24
17	15	23
18	12	22
19	11	25
20	15	23
21	12	23
22	7	20
23	16	25
24	13	25
25	12	24
26	11	22
27	18	25
28	9	22
29	11	23
30	9	23
31	8	23

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นางสาวจิรวรรณ พัฒน์ทอง
วัน เดือน ปี เกิด	14 เมษายน 2513
สถานที่เกิด	อำเภอบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	143/97 หมู่บ้านปิ่นเกล้าพัฒนา ซอยโรงพยาบาลเจ้าพระยา ถนนบรมราชชนนี เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ถนนเพชรเกษม เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำ
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษา อนุปริญญาเคมีปฏิบัติ จากวิทยาลัยครูเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ปีการศึกษา 2540 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกเคมี จากสถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร