

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการแยกสาร

COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON
CHEMICAL SUBSTANCE ANALYSIS



จิปาถะ พลายนประเสริฐ
JIRAPORN PLAIPRASERT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....60247
วัน,เดือน,ปี..... 27 ส.ย. 2549

b..... 11503130
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION ON
CHEMICAL SUBSTANCE ANALYSIS**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY
IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2005

ISBN 974-15-1536-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ
รหัสประจำตัว	43064526
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับก่อนเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมเทพ อุทิส จังหวัดเพชรบุรี โดยสุ่มใช้กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยทดลองกับนักเรียนจำนวน 40 คน จากนักเรียน จำนวน 200 คน

ผลการวิจัยครั้งนี้สรุปว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแยกสาร ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 80.58 : 80.00 ซึ่งใกล้เคียงเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Computer -Assisted Instruction on Chemical Substance
Student	Miss Jiraporn Plaiprasert
Student ID.	43064526
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2005
Thesis Adviser	Associate Professor Dr. Supit Karnjanapun
Thesis Co-Adviser	Assistant Professor Dr. Chantana Viriyavejakul

ABSTRACT

This research aimed to develop Computer-Assisted Instruction on Chemical Substance with the established criteria of 80 : 80 and also to compare the result between pre-test and post-test scores of subject who studied with the courseware.

The population were 200 Mattayom 4 students of Benchamateputit Changwad Petchaburi School. The samples used in this research were 40 students randomly selected from population.

The courseware was experimented with 40 students to compare the result before and after studying with Computer-Assisted Instruction. The t-test method was used to analyze the raw data.

The results of the study were as follows :

1. Computer-Assisted Instruction on Chemical Substance met the effectiveness criterion at 80.58 : 80.00.
2. The posttest of the students who learned with Computer-Assisted Instruction was statistically higher than pretest at 0.05 level of significance.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ และ ผ.ศ.ดร. ฉันทนา วิริยเวชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบ แก้ไขเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการวิจัย ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนสมบูรณ์ขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์หมวดวิทยาศาสตร์ทุกท่าน และเจ้าหน้าที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ที่ได้อนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี รวมถึงนักเรียนชั้นมัธยมปลาย สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ได้เสียสละเวลามาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ และความช่วยเหลือทุกๆ เรื่อง ในการสร้างเครื่องมือและการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณชาย คุณพ่อ คุณแม่ ขอบคุณน้องชาย ซึ่งเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่ง และขอขอบคุณ คุณเกรียงไกร ศิลปสังข์ ที่ช่วยเหลือทุกสิ่งทุกอย่าง ให้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

จิราพร พลายประเสริฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย.....	5
1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524	7
2.2 แผนการสอนวิชาเคมี ว 431	10
2.3 สื่อการเรียนการสอนรายบุคคล.....	12
2.4 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล.....	13
2.5 ประวัติและ โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	15
2.6 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	27
2.7 การวัดและประเมินผลการศึกษา.....	38
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	57
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	57
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
3.3 วิธีดำเนินการและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	64
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	65
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	69
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....	69
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน.....	69
4.4 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	71
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	72
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	72
5.2 อภิปรายผล.....	74
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม	78
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	82
ภาคผนวก ข เนื้อหาเรื่องการแยกสาร.....	92
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	99
ภาคผนวก ง รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินสื่อการสอน.....	109
ภาคผนวก จ แบบประเมินสื่อการสอน.....	111
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	114
ภาคผนวก ช ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	137
ประวัติผู้เขียน	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แผนการสอนวิชาเคมี 1 ว. 432.....	10
2.2 รูปแบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่ม.....	48
3.1 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ.....	60
4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบจาก คะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน.....	70
4.2 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น.....	71
4.3 แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....	71
จ.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	112
จ.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา.....	113
ฉ.1 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามและผลการวิเคราะห์.....	115
ฉ.2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) (ทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5)	124
ฉ.3 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน(ทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5)....	125
ฉ.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....	127
ฉ.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบ หลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง	129
ฉ.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบ หลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....	130
ฉ.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	131
ฉ.8 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ...	133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเชิงเส้น.....	16
2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขา.....	17
2.3 แผนผังโครงสร้างบทเรียนชนิดทดสอบ.....	17
2.4 แผนผังโครงสร้างบทเรียนชนิดเลือกบทเรียน.....	18
2.5 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	27
2.6 แสดงทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบจงใจกระทำ.....	31
2.7 แสดงทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไคค์.....	32
3.1 แผนผังดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	59
3.2 แผนผังดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการเรียนการสอนวิชาเคมี ในรายวิชา เคมี ว 431 จากคำอธิบายรายวิชาเพื่อให้ผู้เรียน มีความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ และนำ ความรู้และหลักการไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับสมบัติและความสัมพันธ์ ระหว่างสมบัติกับปริมาณของสาร (กรมวิชาการ, 2533 : 114) ซึ่งในหัวข้อการแยกสาร นักเรียน ต้องเข้าใจถึงกระบวนการในการแยกสารซึ่งมีด้วยกัน 6 วิธี คือ การกรอง การตกผลึก การกลั่น การสกัดด้วยตัวทำละลาย การสกัดด้วยไอน้ำ และโครมาโทกราฟี ซึ่งมีเหตุผลหลายประการที่ จำเป็นต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนในวิชานี้คือ

ประการที่ 1 ครูผู้สอนวิชาเคมี โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี มีเพียงสื่อแผ่น โปร่งใสที่ใช้ในการสอน ซึ่งการใช้แผ่นโปร่งใสนักเรียนไม่สามารถเห็นขั้นตอนต่างๆ ได้ชัดเจน

ประการที่ 2 เมื่อใช้การทดลองจากของจริง อุปกรณ์ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ไม่ เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน ต้องใช้นักเรียนกลุ่มใหญ่ต่ออุปกรณ์หนึ่งชุด ซึ่งนักเรียนบางคนไม่มี ส่วนร่วมในการทดลองจึงทำให้นักเรียนเหล่านั้นไม่สามารถเข้าใจกระบวนการในการทดลอง

ประการที่ 3 การทดลองในแต่ละวิธี ใช้เวลาค่อนข้างมากในการทดลองแต่ละครั้ง ซึ่งการ ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยประหยัดเวลาในการทดลองได้มาก

ประการที่ 4 การทดลองจำเป็นต้องใช้สารเคมี และสารประเภทไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อนักเรียนได้

จากข้อจำกัดต่างๆ เหล่านี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและและพัฒนาระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนในเรื่องการแยกสารนี้

CAI ซึ่งย่อมาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Computer – assisted หรือ –Aided Instruction คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อการถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ ในลักษณะใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541 : 7)

และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญที่แตกต่างจาก สื่อประเภทอื่นๆ ซึ่งคุณลักษณะต่างๆ เหล่านี้ จะช่วยเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในบทเรียนให้กับ นักเรียนได้ดีขึ้น ซึ่งมีด้วยกัน 4 ประการ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึงเนื้อหาสาระ ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็น อย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือ ได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนด วัตถุประสงค์ไว้

ซึ่งในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแยกสารนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และเรียบเรียง เนื้อหาไว้เป็นอย่างดีแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองของความแตกต่าง ระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกัน ทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบ ให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน รวมทั้งการเลือก รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับคนได้

และในการเรียนวิชาเคมี ซึ่งเป็นวิชาที่ค่อนข้างยาก ผู้เรียนหลายคนอาจไม่สามารถเข้าใจ บทเรียนได้ทั้งหมดในเวลาที่คุณครูสอน หรือเวลาเรียนในห้องเรียน ผู้เรียนก็สามารถนำบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปเรียนรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตัวเอง และสามารถศึกษาซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อให้ตัวเอง เข้าใจได้ดีขึ้น

3. การโต้ตอบ (Interaction) การโต้ตอบในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียน กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิด โอกาส ให้ผู้เรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด

ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ทำให้ผู้เรียนให้ความสนใจ กับบทเรียนมากขึ้น เพราะการเรียนแบบนี้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ไม่ใช่แต่นั่งฟังหรือนั่ง อ่านตัวหนังสือเพียงอย่างเดียวซึ่งทำให้เกิดความเบื่อหน่าย และในบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่องการ แยกสารนี้ ผู้เรียนสามารถเห็นการทดลอง การเคลื่อนไหวของสารได้ โดยการคลิกเมาส์หรือ คีย์บอร์ด และสามารถศึกษาได้หลายครั้งเพื่อให้เข้าใจมากขึ้นโดยผู้เรียนโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ได้ด้วยตัวเอง

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ตามแนวคิดของ Skinner แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นกรเสริมแรงอย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียน ในทันทีหมายรวมถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความ เข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

การที่ให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบและรู้คำตอบทันทีว่าถูกหรือผิด จะเป็นส่วนช่วยให้ ผู้เรียนจำเนื้อหาได้ดีขึ้น ซึ่งการเรียนในห้องเรียนแล้วทำข้อสอบผู้เรียนอาจไม่รู้เลยว่าคำตอบที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวเองตอบหรือสิ่งที่ตัวเองเข้าใจถูกต้องหรือไม่ แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในคำตอบทันทีว่าถูกหรือผิด และยังสามารถทราบเหตุผลของคำตอบนั้นๆ ได้อีกด้วย

จากคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว สื่อประเภทนี้จึงเหมาะสมมากกับการนำมาใช้เป็นการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ และในวิชาเคมี เรื่องการแยกสารคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จะสามารถช่วยให้นักศึกษาเข้าในการแยกสารแต่ละวิธีได้ง่ายขึ้น โดยสื่อชนิดนี้จะช่วยให้นักเรียนเห็นภาพการเคลื่อนที่ของไอน้ำได้ชัดเจน เห็นกระบวนการต่างๆ ได้ชัดเจน และสื่อประเภทนี้ยังช่วยเพิ่มความสนใจให้กับบทเรียนได้อีกด้วย นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตัวเอง สามารถย้อนกลับมาดูเนื้อหาในแต่ละหัวข้อได้ถ้ายังไม่เข้าใจและยังมีแบบทดสอบที่ผู้เรียนสามารถทราบคำตอบได้ทันที เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้ดีขึ้น และยังสามารถนำไปใช้ในการทบทวนบทเรียนนั้นๆ ได้อีกด้วย

การสอนด้วยคอมพิวเตอร์และการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) จะช่วยพัฒนาระบบการสอนของครูอาจารย์ผู้สอน และส่งเสริมการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญ และความจำเป็นในการพัฒนาสื่อประเภทนี้ขึ้น เพื่อเป็นการส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอนในระดับนี้ รวมทั้งนำมาทดลองและวิจัย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การแยกสาร

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์แบบ Tutorials จะยึดหลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน โดยจะดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Gagné ตามลำดับขั้นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คว้าความสนใจ (Gain Attention)

บทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกันเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจของจากผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (Define Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงโครงของเนื้อหาอีกด้วย

3. ทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

เพื่อเตรียมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้อีกก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

4. การเสนอเนื้อหา (Present Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนCAI คือพยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาหาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจัดเท่าที่จะทำได้

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถามการตอบ ในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียนโดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

บทเรียนCAI นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายโดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การ Feedback ที่เป็นภาพจะช่วยคว้าความสนใจยิ่งขึ้น

8. ทดสอบความรู้หลังเรียน (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างเรียนหรือการทดสอบท้ายบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองการทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยัง

9. การจำและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

สรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียนในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีขอบเขตในการวิจัยดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่องการแยกสาร สร้างขึ้นตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 5 ห้อง จำนวน 200 คน
 - 2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยห้องเรียนเป็น หน่วยสุ่ม (Sampling Unit) จำนวน 1 ห้อง จำนวน 40 คน
3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นในการวิจัย

- 1.6.1 ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ เป็นผู้มีความสามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้และถือว่าผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้
- 1.6.2 ผู้เรียนที่ใช้เวลาเรียนแตกต่างกันถือว่าไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 1.6.3 ผู้เรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

- 1.7.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้ดำเนินการหาแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ เรื่อง การแยกสาร มาจัดไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ผลการสอบวิชาเคมี เรื่องการแยกสารของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.7.3 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการเรียนที่ให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง ตามขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและกำหนดเงื่อนไขไว้ล่วงหน้า

1.7.4 นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

1.7.5 แบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประเมินความรู้ภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.7.6 การประเมิน หมายถึง แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบประเมินความพึงพอใจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.7.7 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนที่วัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 : 80

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องของแต่ละข้อ จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน

1.7.8 เรื่องการแยกสาร หมายถึง การทำสารให้บริสุทธิ์ โดยวิธีการต่างๆ ที่ทำให้สารประกอบในสารละลายแยกออกจากกันเพื่อให้สารนั้นบริสุทธิ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การแยกสาร ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)
- 2.2 แผนการสอนวิชาเคมี
- 2.3 สื่อการเรียนการสอนรายบุคคล
- 2.4 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนการสอนรายบุคคล
- 2.5 ประวัติและโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 การวัดและประเมินผลการศึกษา
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

(กรมวิชาการ. 2533 : 1-2)

2.1.1 หลักการ

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย มีหลักการดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะเฉพาะด้าน ที่สามารถนำไปประกอบอาชีพให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม
2. เป็นการศึกษาที่สนองความต้องการพัฒนาอาชีพในท้องถิ่น หรือการศึกษาต่อ
3. เป็นการศึกษาที่ส่งเสริมการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ท้องถิ่น และประเทศชาติ

2.1.2 จุดมุ่งหมาย

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิตและให้สามารถทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาเขาวิปัญญา มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีใหม่ ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ส่วนหนึ่งเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญเฉพาะด้าน
2. มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาการเทคโนโลยีต่าง ๆ
3. สามารถเป็นผู้นำ และเป็นผู้ให้บริการชุมชนเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม
4. สามารถวางแผนแก้ปัญหาในชุมชนของตน
5. มีความภูมิใจในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนรวม ให้ความช่วยเหลือผู้อื่นอย่างเท่าเทียมกัน
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำแนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ ไปใช้ในการพัฒนาชุมชนของตนเอง
7. มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ และเห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ
8. มีนิสัยรักการทำงาน เต็มใจทำงานร่วมกับผู้อื่น และมีทักษะในการจัดการ
9. เข้าใจสภาพและการเปลี่ยนแปลงของสังคมในประเทศในโลกมุ่งมั่นการพัฒนาประเทศตามบทบาทและหน้าที่ของตน ตลอดจนอนุรักษ์และเสริมสร้างทรัพยากร ศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของประเทศ

2.1.3 โครงสร้าง

1. วิชาบังคับ จำนวน 30 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ รายวิชาต่อไปนี้
 - 1.1 วิชาบังคับ จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้

ภาษาไทย	6 หน่วยการเรียนรู้
สังคมศึกษา	6 หน่วยการเรียนรู้
พลานามัย	3 หน่วยการเรียนรู้
 - 1.2 วิชาบังคับเลือก จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้

พลานามัย	3 หน่วยการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์	6 หน่วยการเรียนรู้
พื้นฐานวิชาชีพ	6 หน่วยการเรียนรู้
2. วิชาเลือกเสรี เลือกเรียนอย่างน้อยจำนวน 45 หน่วยการเรียนรู้ ให้เลือกจากรายวิชาในกลุ่มวิชาต่าง ๆ ต่อไปนี้
 - 2.1 กลุ่มวิชาภาษา

ภาษาไทย	ภาษาต่างประเทศ
---------	----------------
 - 2.2 กลุ่มวิชาสังคมศึกษา
 - 2.3 กลุ่มวิชาพัฒนาบุคลิกภาพ

พลานามัย	ศิลปะ
----------	-------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์

2.5 กลุ่มวิชาอาชีพ

2.6 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมต่อไปนี้

1. กิจกรรมตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดกิจกรรมในสถานศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2532 จำนวน 1 คาบต่อสัปดาห์ ต่อภาค
2. กิจกรรมแนะแนว และหรือกิจกรรมแก้ปัญหา และหรือกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้อีก จำนวน 2 คาบเรียนต่อสัปดาห์ ต่อภาค
3. กิจกรรมอิสระของผู้เรียน

หมายเหตุ

ผู้เรียนที่นับถือศาสนาพุทธ ให้เลือกเรียนรายวิชาพระพุทธศาสนา ในกลุ่มวิชาสังคมศึกษา ภาคเรียนละ 1 รายวิชา ตลอด 3 ปี

2.1.4 หลักเกณฑ์การใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) (กรมวิชาการ. 2533 : 5-6)

1. เวลาเรียน

- 1.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้เวลาเรียนโดยปกติประมาณ 3 ปี
- 1.2 ในปีการศึกษาหนึ่ง ให้แบ่งเป็นภาคเรียนปกติ 2 ภาค ภาคเรียนละ 20 สัปดาห์ โรงเรียนอาจเปิดภาคฤดูร้อนได้อีกตามที่เห็นสมควร สำหรับภาคฤดูร้อนซึ่งมีเวลาเรียน 4 สัปดาห์นั้น เวลาเรียนต่อสัปดาห์ของรายวิชาที่เปิดสอนจะต้องเป็น 5 เท่าของภาคปกติ
- 1.3 ในสัปดาห์หนึ่งโรงเรียนต้องเปิดเรียนไม่น้อยกว่า 5 วัน วันละไม่น้อยกว่า 7 คาบ คาบละ 50 นาที โดยจัดให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างน้อย 25 คาบ และจัดให้ผู้เรียนทำกิจกรรมตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการ ว่าด้วยการจัดกิจกรรมในสถานศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ 1 คาบ และจัดกิจกรรมแนะแนว และหรือกิจกรรมแก้ปัญหา และหรือกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้อีก 2 คาบ เวลานอกเหนือจากนี้ให้เรียนได้เลือกเรียนรายวิชาเพิ่มเติมตามความสนใจและปฏิบัติกิจกรรมอิสระ
- 1.4 หน่วยการเรียน รายวิชาใดที่ใช้เวลาเรียน 2 คาบต่อสัปดาห์ต่อภาคเรียน ให้มีหน่วยการเรียน 1 หน่วยการเรียน รายวิชาใดที่มีจำนวนคาบเรียนมากกว่าหรือน้อยกว่า 2 คาบต่อสัปดาห์ต่อภาคเรียน ให้มีจำนวนหน่วยการเรียนมากขึ้น หรือน้อยลงไปตามสัดส่วนวิชาบังคับ และวิชาเลือกเสรี

1.5 ผู้เรียนจะต้องวิชาบังคับ และวิชาเลือกเสรีตามที่กำหนดไว้ในโครงสร้างของหลักสูตรการเรียน สำหรับภาษาต่างประเทศ ผู้เรียนจะเลือกเรียนได้ 2 ภาษาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แผนการสอนวิชาเคมี 1 ว 431

ตารางที่ 2.1 แผนการสอนวิชาเคมี 1 ว 431

สัปดาห์ที่	หัวข้อ	คาบเรียน 50 นาที/คาบ		
		คาบ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	บทที่ 1 สารและสมบัติของสาร 1.1 การจำแนกสารเป็นหมวดหมู่ 1.1.1 สารแขวนลอย คอลลอยด์ และสารละลาย 1.1.2 สารบริสุทธิ์	4	2	2
2	1.2 การแยกสารและการทำสารให้บริสุทธิ์ 1.2.1 การกรอง 1.2.2 การตกผลึก 1.2.3 การกลั่น 1.2.4 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ 1.2.5 การสกัดด้วยตัวทำละลาย 1.2.6 โครมาโตกราฟี	4	2	2
3	บทที่ 2 อะตอมและตารางธาตุ 2.1 แนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองอะตอม 2.2 แบบจำลองอะตอมของคอลลตัน 2.3 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน	4	2	2
4	2.4 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด 2.4.1 อนุภาคมูลฐานของอะตอม 2.4.2 เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป	4	2	2
5	2.5 แบบจำลองอะตอมของโบร์ 2.5.1 คลื่นและสมบัติของคลื่นแสง 2.5.2 สเปกตรัม 2.5.3 สเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย	4	2	2
6	2.6 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก	4	2	2
7	2.7 พลังงานไอออนในเซชัน 2.7.1 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม	4	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อ	คาบเรียน 50 นาที/คาบ		
		คาบ	ทฤษฎี	ปฏิบัติ
8	2.8 ตารางธาตุ 2.8.1 วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ	4	2	2
9	สอบกลางภาค	4	2	2
10	บทที่ 3 พันธะเคมี 3.1 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคของสาร	4	2	2
11	3.2 พันธะไอออนิก 3.2.1 การเกิดพันธะไอออนิก 3.2.2 การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก	4	2	2
12	3.2.3 โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก 3.2.4 สมบัติบางประการของสารประกอบไอออนิก	4	2	2
13	3.3 พันธะโควาเลนต์ 3.3.1 การเกิดพันธะโควาเลนต์ 3.3.2 ชนิดของพันธะโควาเลนต์	4	2	2
14	3.3.3 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ 3.3.4 การเขียนสูตรและเรียกชื่อสารโควาเลนต์	4	2	2
15	3.3.5 รูปร่างโมเลกุลโควาเลนต์ 3.3.6 สภาพัฒของโมเลกุลโควาเลนต์	4	2	2
16	3.3.7 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลโควาเลนต์ 3.3.8 สารโครงผลึกร่างตาข่าย	4	2	2
17	3.4 พันธะโลหะ	4	2	2
18	สอบปลายภาค	4	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สื่อการเรียนการสอนรายบุคคล

สื่อการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบสำคัญอย่างหนึ่งของการศึกษา หรือการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น นักการศึกษาต่างมีความเห็นสอดคล้องกันว่า สื่อการสอนเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้นโดยเสียเวลาน้อยลง การได้เห็น ได้ยินช่วยให้เกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดได้ง่าย ทั้งยังช่วยเหลือในการศึกษาให้ทุกระดับความสามารถ อายุ ชั้นเรียนและทุกสาขาวิชาด้วย

2.3.1 ความหมายของสื่อการสอน

สื่อการสอน (Instructional Media) หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการใดๆ ก็ตามที่เป็นตัวกลางหรือพาหนะในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ ทักษะและประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน สื่อการสอนแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติพิเศษและมีคุณค่าในตัวมันเองในการเก็บและแสดงความหมายที่เหมาะสมกับเนื้อหาและเทคนิควิธีการใช้อย่างมีระบบ (จิวิวรรณ์ จันทร์เทพย์, 2540 : 19)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 4) กล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งที่ใช้ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สื่อการสอนที่รู้จักกันในชื่อ โสตทัศนวัสดุอุปกรณ์ (Audiovisual Aids) ซึ่งเป็นการเรียกสิ่งของหรือเครื่องมือเครื่องใช้สำหรับใช้สอน ปัจจุบันสื่อการสอนมิได้จำกัดอยู่เพียงเฉพาะเครื่องมือเท่านั้น ยังมองไปถึงเทคโนโลยีอื่นๆ อันเป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเรียกกระบวนการทั้งหมดว่า “เทคโนโลยีการสอน” (Instructional Technology)

2.3.2 ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

ในหนังสือเรื่อง การสื่อสาร ได้จัดประเภทของสื่อเป็น 6 ประเภท ที่นักถ่ายทอดทั้งหลายควรจะได้รับทราบดังนี้

1. สื่อสิ่งพิมพ์ (Printed Material)

- | | | |
|----------------|----------------|--------------|
| - หนังสือพิมพ์ | - วารสาร | - นิตยสาร |
| - จดหมายข่าว | - หนังสือต่างๆ | - ใบปลิว |
| - แผ่นพับ | - โปสเตอร์ | - จดหมายเหตุ |

2. สื่อโสตทัศน (Audio Visual Aids)

- | | | |
|--------------|--------------|-----------------|
| - รูปภาพ | - แผนที่ | - แผนภูมิ |
| - फिल्मสตริป | - สไลด์ | - ภาพยนตร์ |
| - วิดิทัศน์ | - ไมโครฟิล์ม | - แผ่นเสียง/เทป |
| - ลูกโลก | - หุ่นจำลอง | - วัสดุตัวอย่าง |

3. สื่อคอมพิวเตอร์/อิเล็กทรอนิกส์

- | | | |
|---------------|-------------|--------------|
| - คอมพิวเตอร์ | - วิทยุ/เทป | - เครื่องฉาย |
|---------------|-------------|--------------|

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สื่อบุคคล (เทคโนโลยีด้านแสงสีและเสียง)
 - นักวิชาการ - ผู้มีประสบการณ์ - บุคคลตัวอย่าง
 - นักปราชญ์ท้องถิ่น - วิทยากร
5. สื่อระคน
 - ศิลาจารึก - สื่อพื้นบ้าน - หุ่นฟาง - หุ่นผ้า
6. สื่อธรรมชาติ
 - บรรยากาศรอบตัว - ธรรมชาติรอบๆตัว

2.3.3 คุณค่า หรือประโยชน์ของสื่อการเรียนการสอน

1. สื่อการเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เรียนได้อย่างถูกต้อง
2. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความจำเรื่องราวได้มากและนาน
3. ใ้เราให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและช่วยผู้ให้ทำกิจกรรมด้วยตัวเอง
4. คุณลักษณะที่เป็นรูปธรรมและเป็นความจริงของสื่อการเรียนการสอน
5. สื่อการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนรู้ศัพท์ใหม่ได้ดีขึ้น
6. สื่อการเรียนการสอน สามารถช่วยประหยัดค่าพุดครูและนักเรียน
7. สามารถช่วยนักเรียนที่เรียนช้าให้เรียนได้เร็วมากขึ้น
8. สื่อการเรียนการสอนช่วยส่งเสริมความคิด และการแก้ปัญหา
(สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์. 2536 : 12-14)

2.4 ทฤษฎีเกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายบุคคล

การศึกษาเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญสำหรับชีวิตมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์สามารถพัฒนาให้เจริญก้าวหน้า และเปลี่ยนแปลงไปได้ การพัฒนาความสามารถของมนุษย์จะได้ผลเพียงใดย่อมขึ้นอยู่กับธรรมชาติของแต่ละบุคคลและเทคนิควิธีการใช้ตลอดจนความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางการศึกษาจึงนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การพัฒนาความสามารถของมนุษย์ประสบความสำเร็จได้ด้วยดีมนุษย์มีความแตกต่างกันในด้านความสามารถ ความสนใจ ความพร้อม และความต้องการ จึงทำให้นักศึกษาและนักเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้พัฒนาเทคนิคงานการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลขึ้นการจัดระบบการศึกษาตามแนวความคิดของนักการศึกษายุคใหม่ ได้เน้นตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น ด้านการจัดหลักสูตรได้มีการจัดหลักสูตรที่ยืดหยุ่นให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความถนัดและความสามารถในด้านวิธีการสอนก็ได้มีการวิจัยค้นคว้าหาวิธีการสอนที่เป็นระบบระเบียบ เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพความแตกต่างระหว่างบุคคล ระบบการสอนตามเอกัตภาพ (Individualized Instruction) เป็นระบบการศึกษาที่มุ่งมั่นให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาค้นคว้าหาวิชาความรู้ได้อย่างอิสระ ตามความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ตามความแตกต่างกันของสภาพร่างกาย อารมณ์ สังคม โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม การสอนแบบนี้เป็นวิธีหนึ่งในระบบการสอนในรูปของระบบย่อย (Micro System) ที่มุ่งขจัดปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนการสอน (สมหญิง เจริญจิตรกรรม. 2525 : 42)

สาเหตุที่ต้องจัดให้มีการเรียนการสอนรายบุคคลเกิดจาก

1. ความไม่พอใจของคนทั่วไปในคุณภาพการศึกษาที่เขามีอยู่
2. การเน้นถึงความต้องการ ที่จะปรับปรุงให้ได้มา จากความสามารถของผู้เรียนที่ยังไม่พร้อมหรือนักศึกษาที่มีปัญหา
3. ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งจะพัฒนาปรับปรุงแผนการศึกษา หรือโปรแกรมการเรียน

4. ความสามารถที่เป็นไปได้ของคอมพิวเตอร์ ที่จะจัดโปรแกรมการเรียนรายบุคคล

5. การขยายตัวอย่างรวดเร็วของชิ้นงานด้าน โสตทัศนวัสดุ

6. การขยายตัวของทุนต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นการจัดการศึกษาที่ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง และก้าวไปตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อม ความแตกต่างระหว่างบุคคลทำให้การจำการเรียนการสอนรายบุคคล ยังเป็นเหตุให้บทบาทของครูและนักเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไป สรุปได้ดังนี้

1. บทบาทของครู

1.1 ครู คือ ผู้จัดการระบบการเรียนรู้ทั้งหมด

1.2 ครู คือ ผู้แนะแนวและให้คำปรึกษาแนะนำ

1.3 ครู คือ ผู้เรียน เรียนรู้เกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียน

1.4 ครู เป็น ผู้ทำหน้าที่สอนในสิ่งที่ผู้เรียนไม่เข้าใจ หรือสอนในสิ่งที่ไม่มีสื่อการเรียน

2. บทบาทของผู้เรียน

2.1 ผู้เรียน คือ ผู้วางแผนการเรียนของตนเอง

2.2 ผู้เรียน คือ ผู้ตรวจสอบวัดผลความก้าวหน้าของตนเองอยู่เสมอ

2.3 ผู้เรียน คือ ผู้ที่จะต้องมีความกระตือรือร้นที่จะเข้าร่วมกิจกรรมการสอน

2.4 ผู้เรียน คือ ครูผู้ช่วยสอนของผู้เรียนคนอื่น

การจัดการสอนรายบุคคลเป็นการศึกษาที่จัดขึ้น โดยปรับปรุง โปรแกรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียน ผู้เรียนดำเนินการตาม โปรแกรมการเรียนการสอนที่กำหนดให้ โดยเฉพาะครูหรือผู้ผลิตโปรแกรมการสอนรายบุคคลเพราะจะต้องทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ออกแบบการสอนอย่างจงใจให้เป็นการสอน ที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล
3. วินิจฉัยความต้องการและความสามารถของผู้เรียน
4. ออกแบบสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ทางการศึกษาที่เหมาะสม
5. กำหนดวิธีการเรียนและวัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอนที่เหมาะสม
6. ควบคุมสถานะการเรียนรู้อย่างเต็มที่

บทเรียนแบบโปรแกรมประกอบด้วยเนื้อหาความรู้คำถามและคำตอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาบทเรียนออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนในรูปแบบของกรอบ หรือ เฟรม (Frame) โดยแต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อย ในทุกขั้นตอนของการเรียนจะมีคำถามย้อนกลับทันที โปรแกรมนี้จะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นหนังสือตำราเรียน สไลด์ฟิล์ม สตรีป เครื่องช่วยสอน และเครื่องคอมพิวเตอร์ (วันชัย ฉลวยเจริญวงศ์, 2538 : 7-9)

2.5 ประวัติและโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 บทนำและความเป็นมาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กระบวนการเรียนการสอน คือ การสื่อสารข้อมูลระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เมื่อผู้เรียนรับรู้ข้อมูลแล้วแปลผลก็แสดงว่ามีการเรียนรู้เกิดขึ้น

การสื่อสารในกระบวนการเรียนการสอนมี 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การสื่อสารทางเดียว หรือระบบวงจรมืด (Open-loop system) คือ การสื่อสาร ผ่านสื่อต่าง ๆ ไปยังผู้เรียนทางเดียว ผู้เรียนไม่สามารถสื่อไปยังผู้สอนได้ เช่นการเรียนระบบทางไกลการอ่านจากเอกสารและตำรา เป็นต้น

2. การสื่อสารสองทาง หรือระบบวงจรมืด (Closed-loop system) คือการสื่อสารที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถโต้ตอบกันได้ เช่น การสอนในห้องเรียนการสาธิต (Demonstration) เป็นต้น

การสื่อสารแบบสองทาง เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ผู้เรียนสามารถแปลผลหรือรับรู้ข่าวสารได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เมื่อไม่เข้าใจก็สามารถซักถามได้การจัดการศึกษาตามเอกัตภาพ

ในกระบวนการเรียนการสอนนั้นผู้เรียนมีศักยภาพ แตกต่างกันทั้งทางร่างกาย ความรู้ความสามารถ และระดับมันสมอง แม้จะมีการจัดการเรียนการสอนสองทางแล้วก็ตามผู้เรียนแต่ละคนจะรับรู้ได้ไม่เท่ากันทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้าต้องใช้เวลามากในการเรียนรู้ส่วนผู้เรียนรู้ได้รวดเร็วต้องเสียเวลารอผู้ที่เรียนช้าทำให้เกิดการเบียดเบียนได้ จึงได้มีนักการศึกษาทำการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เป็นเอกภาพตามระดับความสามารถของผู้เรียน เรียกว่า “การศึกษาตามเอกัตภาพ” การศึกษาตามเอกัตภาพ มีอยู่ 3 ลักษณะได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) เป็นบทเรียนที่จัดเป็นหน่วย ๆ มีกระบวนการเรียน โปรแกรมนี้ และวัตถุประสงค์เสร็จเมื่อผู้เรียนในหน่วยต่อไปได้ บทเรียนโปรแกรมนี้ สกินเนอร์ (B.F.Skinner) เป็นผู้คิดขึ้นมา เพื่อแก้ปัญหาการเรียนอ่อนของบุตรสาวของตนเอง

2. บทเรียนโมดูล (Module Instruction) เป็นบทเรียนที่จัดเป็นชุด (Package) ซึ่งประกอบด้วยบทเรียนอุปกรณ์ และสื่อ เพื่อประกอบไปด้วยบทเรียนครบวงจร อยู่ในชุดการเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และทดลองหาประสบการณ์ได้ด้วยตนเอง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer-Assisted Instruction) พัฒนามาจากบทเรียนโปรแกรมของ B.F. Skinner ตามวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอบทเรียน

2.5.1.1 ประวัติบทเรียน CAI

ปี ค.ศ. 1958 มหาวิทยาลัยฟลอริดาได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนและ ทบทวนบทเรียนทางด้านวิชาฟิสิกส์และสถิติ ในปีเดียวกัน มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดได้นำ คอมพิวเตอร์มาช่วยในการสอนระดับมัธยมศึกษาในวิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์พื้นฐาน

ปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์จัดทำ CAI แบบเทอร์มินัล (Terminal) ที่สามารถโต้ตอบกับผู้เรียน ได้ชื่อว่า "PLATO"

ปี ค.ศ. 1971 มหาวิทยาลัยบริกคัมยงและเทกซัสได้พัฒนาบทเรียน CAI ใช้กับ มินิ คอมพิวเตอร์ (Mini computer) ใช้โปรแกรมชื่อ TICCIT : Time Shared Interactive Controlled Information Television)

ต่อมาที่ญี่ปุ่นได้พัฒนาบทเรียน CAI จนสามารถใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ และได้มีการเผยแพร่ทั่วไปใช้เป็นบทเรียนช่วยสอน ตั้งแต่ระดับประถมศึกษา

2.5.1.2 ลักษณะของบทเรียน CAI

แบบเชิงเส้น (Linear Programming)

เป็นบทเรียนที่ต้องเรียนทีละหน่วยตามลำดับ จะข้ามหน่วยไม่ได้

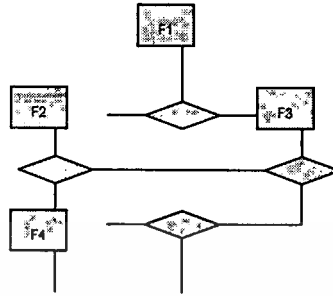


ภาพที่ 2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเชิงเส้น

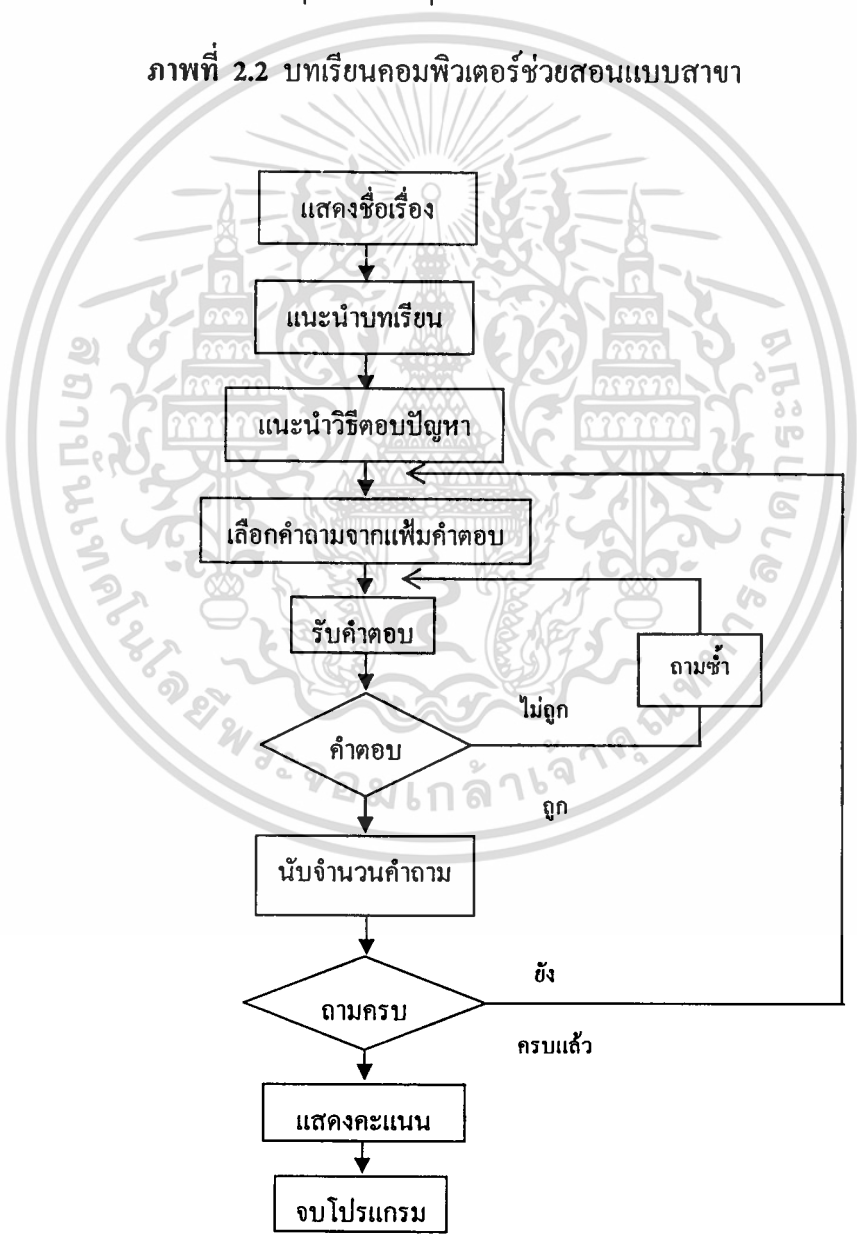
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสาขา (Branching Programming)

เป็นบทเรียนที่โยงระหว่างหน่วยถึงกันได้ตามความต้องการ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหน่วยต่างๆ ที่จัดไว้ตามระดับความสามารถของตนเองได้

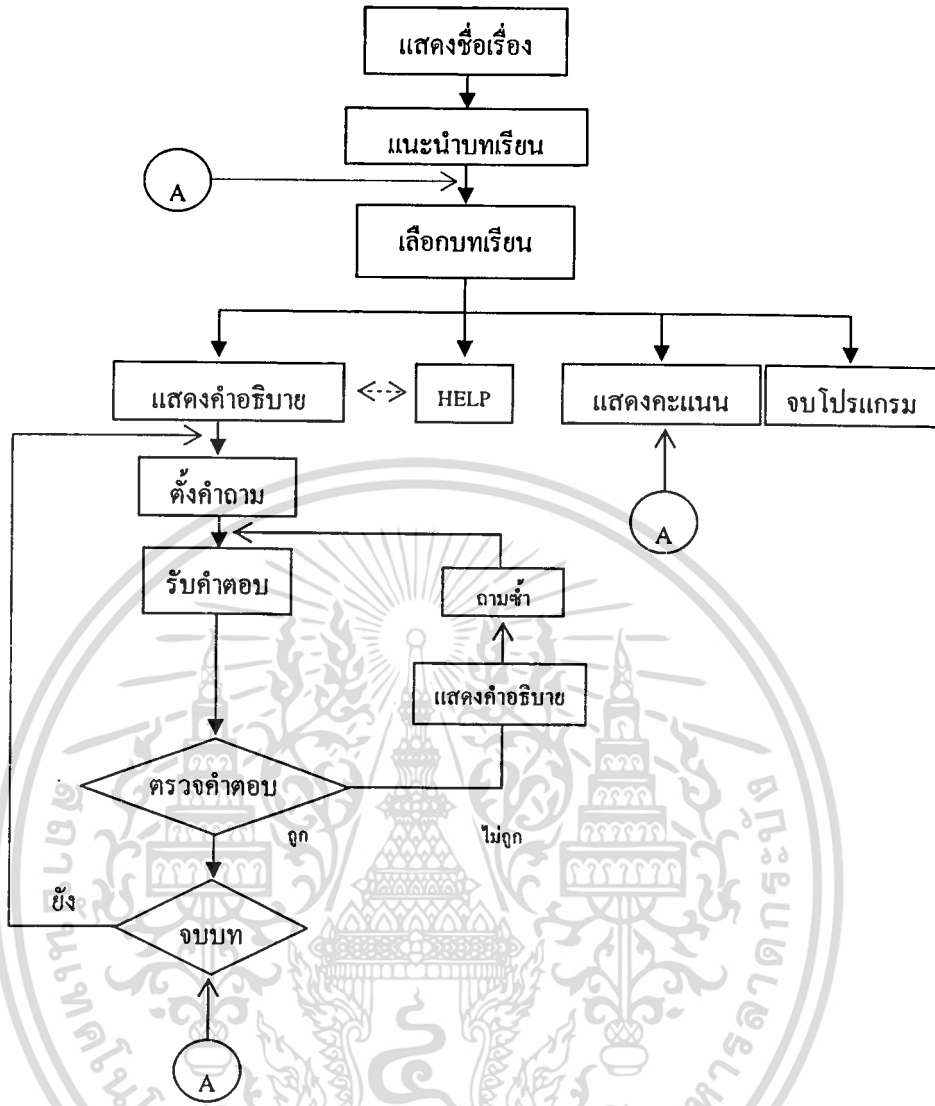


ภาพที่ 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสาขา



ภาพที่ 2.3 แผนผังโครงสร้างบทเรียนชนิดทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แผนผัง โครงสร้างบทเรียนชนิดเลือกบทเรียน

2.5.1.3 ประเภทของบทเรียน CAI

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice)

เป็นลักษณะบทเรียน โปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ

2. แบบเจรจา (Dialogue)

เป็นลักษณะพูดคุยได้โต้ตอบได้ใช้ในการเรียนด้านภาษาหรือนักเรียนระดับอนุบาลหรือประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กับบทเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น

4. เกม (Games)

เป็นการเรียนรู้จากเกมที่จัดทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมต่อภาพ เกมต่อคำศัพท์ เกมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving)

เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลมา แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา เช่น วิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

6. การค้นพบสิ่งใหม่ๆ (Investigation)

เป็นการจัดสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมพยัญชนะหรือคำศัพท์ โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น

7. การทดสอบ (Testing)

เป็นการทดสอบความรู้และความสามารถของผู้เรียน โดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ I.Q. เป็นต้น

2.5.2 ความหมายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากคำว่า (Computer-Assisted Instruction : CAI) ได้มีผู้ให้ความหมายได้หลากหลายดังนี้

ยีน กูว์รเวอร์ธ (2531 : 121) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ มาใช้อย่างมีระบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

วีรพันธ์ คำดี (2543 : 1) Computer-Assisted Instruction คือคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน การนำคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งมาช่วยในการเรียนการสอนของนักเรียนและครูโดยมีครูหรือผู้มีความรู้เป็นผู้ผลิตสื่อขึ้นมา ไปให้เด็กได้เรียนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการนำกระบวนการเรียนการสอนของครูไปสู่ผู้เรียน

จากความหมายของของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพอสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและตามความสามารถของผู้เรียนเองโดยเนื้อหาที่จะสอนจะอยู่ในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถเสนอเนื้อหาโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอหรือแป้นพิมพ์ สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ในคำตอบของผู้เรียนที่ป้อนไปและมีการประเมินผลเพื่อเสนอแนะขั้นตอนหรือเตรียมการเรียนในขั้นต่อไป (สุวิทย์ สินทิ. 2537 : 8-9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.3.1 ลักษณะของคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

1. คอมพิวเตอร์กับการบริหาร

โรงเรียนส่วนใหญ่เริ่มนำคอมพิวเตอร์เข้ามาเพื่อนำมาใช้ในด้านบริหาร โดยที่คอมพิวเตอร์จะถูกนำเข้ามาใช้ในฝ่ายธุรการ เพื่อช่วยงานการประมวลข้อมูลต่าง ๆ อาทิเช่น การที่ทำทะเบียนประวัติของครู นักเรียนและเจ้าหน้าที่ในโรงเรียน การจ่ายเงินเดือนครูและเจ้าหน้าที่ การพิมพ์ใบแจ้งผลการเรียน การจัดทำตารางสอน ตารางเรียน ตารางสอบ การจัดเก็บรายรับ - รายจ่ายงบประมาณและข้อมูลทรัพย์สินของโรงเรียน ฯลฯ ทั้งนี้ถือเป็นการช่วยผู้บริหารในหลาย ๆ ด้าน โดยเฉพาะการเตรียมข้อมูล ประมวลผลและนำเสนอ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ การแก้ปัญหาต่าง ๆ

2. คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอน (Computer - Managed Instruction หรือ CMI) คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอน สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ

2.1 คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอนทั่ว ๆ ไป คือการใช้คอมพิวเตอร์ในการเก็บสถิติต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น การเก็บสถิติของนักเรียนที่มาเข้าเรียน ผลการสอบในแต่ละภาค ภาคเฉลี่ย ฯ ซึ่งครูสามารถใช้ข้อมูลสถิติที่ได้จากการประมวลนี้มาใช้ในการวางแผนการสอนตลอดจนปรับปรุงหลักสูตรได้ด้วย

2.2 คอมพิวเตอร์กับการจัดการการสอนทางคอมพิวเตอร์ คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างระบบในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการลักษณะและความต้องการของผู้เรียนเช่นจำนวนครั้งที่เข้าในระบบระยะเวลาในการใช้ ผลสอบของผู้เรียนนอกจากนี้ก็มีการใช้คอมพิวเตอร์สร้างระบบในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ๆ เพื่อช่วยวางแผนการเรียนของผู้เรียน แต่ละคนและระบบการนำเสนอเนื้อหาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตาม ความสามารถความถนัดและความสนใจของตนซึ่งการนำเสนอเนื้อหาจะอยู่ในรูปแบบของบทเรียนช่วยสอนทางคอมพิวเตอร์

3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้ในการศึกษาในลักษณะของการนำเสนอการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนแทนผู้สอนและผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ในปัจจุบันจะพบว่ามีการนำเสนอสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia) เข้ามาช่วย ในการนำเสนอเนื้อหาบนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มาก ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

4 คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การเรียนการสอน

คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์การเรียนการสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการนำเสนอเนื้อหา (Presentation) การสร้างสื่อการสอนและการสร้างฐานข้อมูล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่าง ๆ สำหรับการนำเสนอเนื้อหาโดยใช้ คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีมัลติมีเดียจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ของการสอนแบบบรรยายได้เป็นอย่างดีมา เนื่องจากการที่ผู้เรียนมีโอกาสที่จะได้สัมผัสกับสื่อต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ ภาพหรือเสียง โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ข้อความแต่เพียงอย่างเดียว การนำเสนอในลักษณะนี้จึงมีข้อได้เปรียบมาก นอกจากนี้ การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้คอมพิวเตอร์ยังช่วยเพิ่มบรรยากาศการเรียนรู้ให้ดีขึ้นด้วย

การสร้างสื่อการสอนและช่วยงานพิมพ์โดยใช้คอมพิวเตอร์จะช่วยทุ่นแรงผู้สอนได้มากทั้งนี้เพราะ การแก้ไขเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ บนคอมพิวเตอร์จะสามารถทำได้โดยง่าย ทำให้ผู้สอนสามารถปรับเนื้อหาและข้อมูลต่าง ๆ ให้ทันสมัยได้สะดวก รวดเร็ว

5. คอมพิวเตอร์กับการติดต่อสื่อสารและการค้นหาข้อมูล

การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย โดยเฉพาะการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet) จะช่วยให้ผู้ใช้ (ทั้งครู และ นักเรียน) สามารถแลกเปลี่ยนข่าวสารและสอบถามความคิดเห็นศึกษา ทำวิจัย ร่วมกับผู้ใช้อื่น ๆ ทั้งที่อยู่ในสถาบันเดียวกันและต่างสถาบันต่าง ๆ ทั่วโลก รวมทั้งการส่งหรือส่งการบ้านผ่านทางเครือข่ายได้ โดยทั้งหมดนี้ทำได้โดยการใช้บริการทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษสั้น ๆ ว่า อี-เมล (e-mail ย่อมาจาก electronic-mail) พร้อมทั้งบริการอื่น ๆ ในการช่วยค้นหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต เช่น World Wide Web, Gopher, WAIS ฯลฯ ซึ่งแต่ละบริการก็จะมีลักษณะและการใช้งานแตกต่างกันออกไป

2.5.3.2 คุณลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการได้แก่

1. สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึงเนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

สารสนเทศเป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ช่วยแยกความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม ออกจากซอฟต์แวร์เกมซึ่งมุ่งเน้นแต่ความบันเทิงและความเพลิดเพลินของผู้ใช้โดยไม่ได้คำนึงถึงการให้ความรู้หรือทักษะแก่ผู้เรียนแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์เกมบางชิ้นก็อาจจัดว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทหนึ่งได้แต่ทั้งเกมเหล่านั้นนั้นจะต้องมีคุณลักษณะสำคัญ กล่าวคือ จะต้องมีความหมายรวมหรือวัตถุประสงค์ในการนำเสนอเนื้อหา สารความรู้หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งแก่ผู้เรียน

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลคือคุณลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกไป (Individualization) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตน ได้การควบคุมการเรียนของตนนี้ก็มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญ ๆ ได้แก่

การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา

การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนด้วยตนเอง

การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากจะทำมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจจะต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้ เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การจัดเสนอเนื้อหา (หรือแบบฝึกหัด) ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียนเป็นต้น

3. การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุดนอกจากนี้มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นหาใช่เกิดขึ้นเพียงจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ลักษณะที่ขาดไม่ได้ อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของ สกินเนอร์ (Skinner) แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบจะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนของตนได้

ลักษณะของการให้ผลป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากมัลติมีเดีย-ซีดีรอมส่วนใหญ่ซึ่งได้มีการรวบรวมและนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์สำคัญต่าง ๆ ฯลฯ แต่มัลติมีเดียซีดีรอมไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของ

ผู้ใช้แต่อย่างใดไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบทดสอบฝึกหัดหรือการตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบใด รูปแบบหนึ่งซึ่งทำให้มีลัทธิเดียว-ซีดีรอมเหล่านี้ถูกจัดว่าเป็นสื่อสำหรับการนำเสนอ (Presentation Media) ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.3.3 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวต่อตัว คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวต่อตัวจะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหา ในบทเรียนนั้น ๆ ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมากโดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับ

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับ ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

2.5.3.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนให้ทันผู้อื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ช่วยในการสอนเสริมหรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้

2. ผู้เรียนก็สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้องตามหลักของการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น (motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของผู้เรียนรู้ในปัจจุบันที่ว่า “Learning Is Fun.” ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก

2.5.3.5 คุณค่าทางการศึกษาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ปัญหาการสอนแบบตัวต่อตัว

ในปัจจุบันด้วยอัตราส่วนของครูต่อนักเรียนที่สูงมาก การสอนแบบตัวต่อตัวในชั้นเรียนปกติเป็นสิ่งที่เป็นไปได้โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเปรียบเสมือนทางเลือกใหม่ที่จะช่วยทดแทนการสอนในลักษณะตัวต่อตัวซึ่งนับว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ดีที่สุด

2. ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน

ผู้เรียนแต่ละคนย่อมจะมีพื้นฐานความรู้ซึ่งแตกต่างกันออกไปคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาตามความรู้ความสามารถของตน โดยการเลือกลักษณะและรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้

3. ปัญหาการขาดแคลนเวลา

ผู้สอนมักจะประสบกับปัญหาการมีเวลาไม่เพียงพอในการทำงาน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางเลือกอีกทางที่น่าสนใจเนื่องจากมีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งพบว่าเมื่อมีการเปรียบเทียบการสอนโดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนโดยใช้วิธีปกติแล้ว การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยนั้น จะใช้เวลาเพียง 2 ใน 3 เท่าของการสอนด้วยวิธีปกติเท่านั้น

4. ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญ

สถานศึกษาที่อยู่ห่างไกลชุมชนลุ่มมักจะประสบปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นทางออกให้ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้นอกจากนี้สำหรับสถานศึกษาที่ขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านนั้น ก็ยังที่สามารที่จะนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วยในการสอนได้ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2543 : 13)

2.5.3.6 การสอนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อหลัก

หลักการ

1. เน้นที่ความเป็นกันเองระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ไม่เคร่งเครียด

2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือสงวนชื่อผู้พิมพ์หรือผู้เผยแพร่โดยไม่ผู้รู้หรือยินยอมของสำนักงานการค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้ผู้เรียนมีเสรีภาพเต็มที่ในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจ และใช้เวลาเรียนเต็มที่
4. เน้นกิจกรรมการเรียนการสอนแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าแบบแข่งขัน
5. ให้ความสำคัญของการพัฒนาทางเจตคติ (Affective outcomes) และพัฒนาทางความรู้ (Cognitive outcomes)

หลักการศึกษานิวทอนทั้ง 5 ประการดังกล่าว พบว่าการจัดการเรียนการสอนไม่เน้นความสำคัญของการกำหนดเกณฑ์การศึกษาด้วยระดับของคะแนน เพราะเชื่อว่าไม่ใช่ตัวชี้วัดถึงความรู้ลึกของมนุษย์น้อยลงด้วยเหตุผลคือ

1. ระดับคะแนนมีส่วนต่อการพัฒนาทางสมอง แรงจูงใจ ความรู้ หรือทักษะในการเรียนรู้มาก

2. ระดับคะแนนของนักเรียน เกิดจากการเปรียบเทียบความรู้และความสามารถของนักเรียนกับผู้เรียนคนอื่น หรือเกณฑ์ประติมากรรมที่ผู้สอนกำหนดขึ้น ซึ่งอาจไม่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์การเรียนก็ได้

3. การกำหนดระดับคะแนนเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล และอาศัยดุลพินิจส่วนบุคคลของผู้สอน ซึ่งแต่ละคนมีอยู่แตกต่างกัน

ดังนั้นการประเมินการเรียนการสอนตามแนวความคิดนี้ จึงทำให้ความสำคัญของการกำหนดระดับที่ผู้เรียนมีพัฒนาการ เช่น ประเมินคุณค่าของงานโดยไม่อิงเกณฑ์หนึ่งหรือผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนคนอื่น ๆ ประเมินความก้าวหน้าในการเรียน โดยใช้ระดับการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น หรือดีขึ้นของผู้เรียนแต่ละคนเป็นสำคัญ

วิธีการ

1. วิเคราะห์ผู้เรียน (Learner Analyze) เริ่มต้นจากการประเมินความเหมาะสมและการอธิบายหลักการ หรือรายละเอียดเนื้อหาวิชา ให้เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถพื้นฐาน พฤติกรรมของผู้เรียนในวัยต่าง ๆ โดยใช้หลักการด้านจิตวิทยาศึกษาประยุกต์เข้ากับหลักการด้านจิตวิทยาพัฒนาการ เพื่อให้ได้เนื้อหาวิชา และกลวิธีนำเสนอที่เหมาะสมกับผู้เรียน

2. วิเคราะห์เนื้อหา (Task Analysis) เป็นวิธีการจะนำไปสู่การอธิบายรายละเอียดของเนื้อหาวิชา โดยเริ่มจากการวิเคราะห์และจัดลำดับเพื่อการนำเสนอเนื้อหาที่ตรงตามวัตถุประสงค์ของสาขาวิชา ต่อจากนั้นจึงสังเคราะห์เนื้อหาและกลวิธีการสอนที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น อาจพิจารณาจัดลำดับเนื้อหา หรือรวมเนื้อหาหัวข้อที่ซ้ำซ้อนเข้าด้วยกัน หรือตัดทอนเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ต่อจากนั้นจึงออกแบบการสอนพร้อมทั้งสร้างเครื่องมือขึ้นไปใช้ประเมินเนื้อหาจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หากพบว่าเนื้อหา (Content Validity) และนำเอาเครื่องมือขึ้นไปประเมินเนื้อหาจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หากพบว่าเนื้อหาและแผนการสอนมีข้อบกพร่องประการใดให้ดำเนินการปรับปรุงหรือแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ แล้วนำไปประเมินหรือตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง

ภายหลังจากที่ได้ปรับปรุงเนื้อหาแล้วจึงสร้างเครื่องมือสำหรับการสอน ซึ่ง ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบประเมินผลหรือและวัดพฤติกรรมเชิงความรู้ที่จะนำไปใช้ทั้งในระหว่างการเรียนและภายหลังจากที่ได้ผ่านกระบวนการเรียนแล้ว

เครื่องมือสอน

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องมือที่จะต้องผ่านกระบวนการการพัฒนาและหาประสิทธิภาพให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด เพื่อที่จะรับประกันได้ว่าสามารถนำไปใช้แล้วช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้และพัฒนาความสามารถตรงตามวัตถุประสงค์ของการสอน

2. แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเครื่องมือที่จะต้องผ่านการทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นตามเกณฑ์มาตรฐานมาแล้ว เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษา หรือผู้ทรงคุณวุฒิอื่น ๆ ใช้ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. แบบประเมินพฤติกรรมเชิงความรู้ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือฉบับที่ใช้สำหรับประเมินก่อนสิ้นสิ้นสุดการเรียนกับฉบับที่ใช้สำหรับประเมินภายหลังสิ้นสุดการเรียนแล้ว และแบบประเมินทั้งสองฉบับนี้ควรจะเป็นมือที่สร้างขึ้นได้ครอบคลุมวัตถุประสงค์และผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรง (Content Validity) ตลอดจนผ่านการทดลองใช้เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นอำนาจจำแนก และค่าความยากง่าย ให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ก่อนจะนำมาใช้เป็นแบบประเมินพฤติกรรมเชิงความรู้สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินนี้ นอกจากจะใช้เป็นตัวอย่างบ่งชี้ถึงการมีความเจริญงอกงามในพฤติกรรมเชิงความรู้และมีความคงทนในการจะจำเนื้อหาจากการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนั้นด้วย กล่าวคือ ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาในบทเรียนและได้รับการประเมินความรู้ในระหว่างการเรียนได้อย่างไรจะเก็บเอาไว้เป็น ผลสัมฤทธิ์ในกระบวนการเรียน เพื่อที่จะนำไปเปรียบเทียบกับผลการประเมินภายหลังสิ้นสุดการใช้บทเรียน ซึ่งอาจจะประเมินในภายหลังสิ้นสุดการใช้บทเรียนไปแล้วเป็นระยะเวลา 3 วัน, 5 วัน หรือ 7 วัน ผลประเมินในขั้นนี้เป็น ผลสัมฤทธิ์ภายหลังกระบวนการเรียน ซึ่งนำมาใช้อธิบายความสามารถที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจดจำเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วในระดับ และเมื่อนำเอา ผลสัมฤทธิ์ในกระบวนการเรียน กับ ผลสัมฤทธิ์ภายหลังกระบวนการเรียน มาคำนวณด้วยสูตรหาประสิทธิภาพ คือ KW-CAI ได้ผลลัพธ์นั้นจะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. แบบวัดพฤติกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจสอบพฤติกรรมทางด้านเจตคติที่ผู้เรียนมีอยู่แล้วต่อเนื้อหาหรือความคาดหวังของผู้เรียนที่ตั้งเอาไว้ว่าตนจะได้รับความรู้หรือมีพัฒนาการอย่างไรเมื่อใช้บทเรียนเรื่องนั้น แบบวัดพฤติกรรมที่ผ่านกระบวนการหาประสิทธิภาพแล้วสามารถนำไปประเมินความพร้อมก่อนเรียนแทนการใช้วิธีทดสอบก่อนบทเรียน (Pretest)

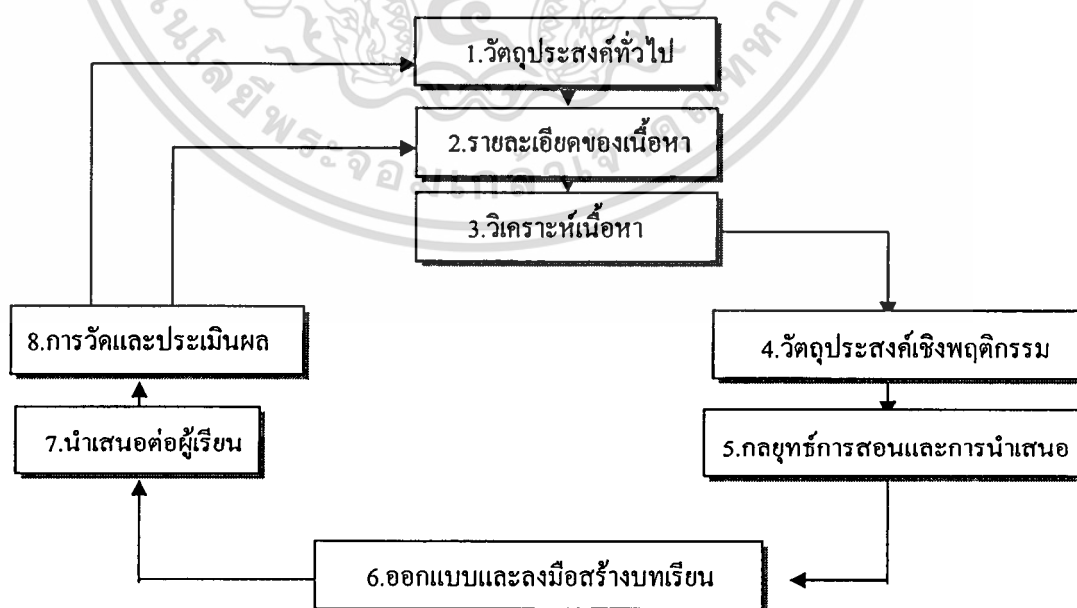
เพราะคะแนนที่ได้จากการทำข้อสอบก่อนการเรียนไม่ใช่ตัวชี้วัดระดับความรู้หรือเจตคติของผู้เรียนที่ต่อเรื่องที่จะเรียนได้

5. แบบปฏิบัติกิจกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลองฝึกปฏิบัติกิจกรรมในบทเรียน การจัดให้มีแบบฝึกปฏิบัติในบทเรียนจะเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในเรื่องบางอย่าง หรือใช้ทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพยายามที่จะใช้ความสามารถของตนมากยิ่งขึ้น และแบบปฏิบัติกิจกรรมที่สร้างขึ้นจะต้องวิเคราะห์ให้ได้เกณฑ์ที่สามารถของตนมากยิ่งขึ้น และแบบปฏิบัติกิจกรรมที่สร้างขึ้นจะต้องวิเคราะห์ให้ได้เกณฑ์ที่สามารถวัดพฤติกรรมเชิงความรู้ของผู้เรียนอย่างน้อยอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (Minimal level)

2.6 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.6.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการที่จะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะต้องใช้ความวิริยะอุตสาหะ และความรู้ความสามารถของผู้ปฏิบัติเป็นอย่างมาก โดยมีเป้าหมายที่การสร้างคุณภาพหรือประสิทธิภาพเชิงความรู้ เพื่อรับประกันได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนั้นมีคุณค่าต่อการศึกษาและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์จากการใช้บทเรียนนั้นได้ในระดับใดบ้าง ตลอดจน สามารถสร้างสรรค์รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาความรู้ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้บทเรียน



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal / Objective) ได้แก่ กำหนดว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้ต้องการจะนำไปใช้ เพื่อใคร? และต้องการให้เรียนรู้ อะไรบ้าง? จากการศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รวมไปถึงแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการนำมาสร้างเป็นสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

2. รายละเอียดของเนื้อหา (Content Specification) ได้แก่ เนื้อหาความรู้ที่กำหนดเอาไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสัมมนาทางวิชาการ หรือค้นหาเพื่อจัดระบบจากแหล่งทรัพยากรอื่น แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญและคุณค่าของบูรณาการด้านเนื้อหา รวมไปถึงการศึกษาและกำหนดคุณสมบัติของเนื้อหาความรู้และกิจกรรมบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย

3. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิธีการนี้จะเริ่มต้นจากการ วิเคราะห์งาน (Task Analysis) เพื่ออธิบายกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดลำดับกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสม ถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไปจนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอน หรือหัวข้อการสอน (Topic Content) ต่อจากนั้นจึงนำเอกรายละเอียดที่ได้มาทำการแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยตามความเหมาะสม การแบ่งแต่ละตอนให้สมดุลและสัมพันธ์กัน อาจสลับหัวข้อใหม่หรือรวมหัวข้อที่คล้ายคลึงกันได้เพื่อให้ต่อเนื่อง หรือเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจที่ง่ายขึ้น ข้อสำคัญ คือ ไม่ควรตัดทอนเนื้อหาให้น้อยกว่าที่กำหนด

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเชิงความรู้ (Knowledge-Base Behavior) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะได้รับสิ่งใดจากการเรียน

การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนเอาไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัด และเฉพาะเจาะจง เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าตนเองจะได้รับการพัฒนาความสามารถ (Competency-Base Learning) จนประสบผลสำเร็จในการเรียนอย่างไร และช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ตามระดับความสามารถจากการกำหนดระดับขั้นพื้นฐานเพื่อจัดสภาวะการณ์การเรียนการสอนล่วงหน้า นั่นคือความสามารถของ ผู้เรียนที่แสดงออกมาให้ตรวจสอบและประเมินได้ภายหลังจากการเรียนในแต่ละเรื่องจบไปแล้ว

5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching Strategies & Models of Delivery) ได้แก่ การเลือกที่จะใช้วิธีสื่อสารเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในที่สุด

การกำหนดกลยุทธ์ทางการสอนและการนำเสนอโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควร แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่สัมพันธ์กันเป็นอย่างดี และนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ต่อเนื่องกัน และถ้าผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพภายในตนเองอย่างเต็มที่แล้วยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ก็ยังสามารถเรียนซ้ำได้ไม่จำกัดครั้ง

6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation) ในขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับ การเตรียมผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ การนำเอารายละเอียดที่ได้จากการปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งหมดมาจำแนกรายละเอียดเป็นการเฉพาะในแต่ละส่วน และเป็นการกำหนดแผนและวิธีการปฏิบัติในรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติ หากพบข้อบกพร่องที่ส่วนใด ควรปรับปรุงและแก้ไขให้บทเรียนมีน้อยที่สุดเรียกขั้นตอนนี้ การเขียนบทดำเนินเรื่อง หรือที่เรียกว่า “การเขียนสคริปต์”

การออกแบบและสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องประกอบด้วย บุคลากร ด้านต่างๆ เช่น ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี การศึกษาที่มีความรู้ความสามารถที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อที่จะกำหนดเป้าหมายและความเหมาะสมของกลวิธีที่จะใช้นำเสนอบทเรียน เช่น การออกแบบการสอน การจัดวางรูปแบบเพื่อนำเสนอ การออกแบบจอภาพที่สื่อความหมายได้ชัดเจน ตลอดจนวิธีการนำเสนอแบบสื่อประสม

7. นำเสนอต่อผู้เรียน (Delivery) เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่กระบวนการหาประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และสร้างรูปแบบนำเสนอให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัดด้านความยืดหยุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับ การสอนโดยครูผู้สอน เพราะผู้เรียนจะเผชิญหน้าและติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นควรเลือกวิธีนำเสนอความรู้อย่างรอบคอบรัดกุม โดยอาจจะใช้วิธี ออกแบบกิจกรรมในบทเรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้รับการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการสร้างบรรยากาศของการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับการส่งเสริมพัฒนาการทางเจตคติ หรือเข้าใจความรู้สึกของมนุษย์ เพื่อสร้างบรรยากาศการจัดสภาวะการณ์สำหรับการสอนตาม แนวความคิดของการสอนแนวใหม่ (Alternative Teaching) ที่มุ่งเน้นให้บรรลุในหลักการสำคัญ โดยสรุป คือ

1. เน้นความเป็นกันเองระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและไม่เคร่งเครียด
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนในการเรียน
3. ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจและใช้เวลาเรียนได้อย่างเต็มที่
4. เน้นกิจกรรมแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าการแข่งขัน

ดังนั้น หากพบว่า มีข้อบกพร่องในบทเรียนตอนใดตอนหนึ่ง ควรปรับปรุงหรือแก้ไขให้ สมบูรณ์มากที่สุดก่อนการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การวัดประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ การประเมินระหว่างการศึกษาด้านเนื้อหา และกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้เบื้องต้น เช่น การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนที่จะจัดให้มีขึ้น ในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุป ซึ่งเป็นชั้นการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้เพื่อการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2.6.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

กิดานันท์ มลิทอง (อ้างถึงใน นิคม สนขุณฑ 2539 : 42-46) ในกระบวนการเรียนการสอนเนื้อหาจะเป็นส่วนที่ครูสอนถ่ายทอดไปยังผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในบทเรียนนั้น และทำการตอบสนองเพื่อให้ก็การเรียนรู้ขึ้น

เนื้อหา หมายถึง เนื้อหาของวิชาตามหลักสูตรที่กำหนดไว้โดยแบ่งเป็นบทเรียน มีการเรียงลำดับความยากง่าย ได้แก่ ความรู้ ความคิด คำบรรยาย ข้อความ รูปภาพ เป็นต้น

ทาบา (Tuba) ได้แบ่งเนื้อหาตามระดับความลึกซึ้ง ความหมายยากง่ายและขอบเขตตาม โนมติของเนื้อหาได้ 4 ระดับคือ

1. เนื้อหาความเป็นจริง (Specific Facts and Processes) ระดับพื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนสามารถเห็นได้โดยทันทีจากลักษณะภายนอก เช่น รูป ขนาด สี เป็นต้น ผู้เรียนจะเรียนรู้เนื้อหา ลักษณะนี้โดยอาศัยความจำ

2. เนื้อหาที่แสดงมโนคติ (Concept) เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องอาศัยการเรียนรู้ขั้น พื้นฐาน จึงจะสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจได้ เนื้อหาเป็นข้อสรุปเป็นคำจำกัดความ ทฤษฎี กฎ สูตร ซึ่งจะ อยู่ในรูปของนามธรรมมากกว่า

3. เนื้อหาที่เป็นหลักการเกิดจากแนวความคิดเบื้องต้น (Basic Idea) ผู้เรียนจะเห็น ความสัมพันธ์ของเนื้อหาส่วนต่าง ๆ โดยอาศัยการเปรียบเทียบจึงเกิดเป็นความเข้าใจในหลักการ

4. เนื้อหาที่มีความยุ่งยากซับซ้อนที่ต้องใช้ความคิดในเชิงระบบ (Thought System) เป็น เนื้อหาที่มุ่งให้ผู้เรียนมีแนวความคิดสร้างสรรค์ ต้องใช้ความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินค่า หลักเกณฑ์ในการจัดเรียงเนื้อหา เพื่อถ่ายทอดให้ผู้เรียนสามารถในการรับเนื้อหาและทำ ความเข้าใจได้อย่างครบถ้วน สรุปได้ดังนี้

1. แยกแยะเนื้อหาอย่างเหมาะสม โดยพิจารณาจากระดับของผู้เรียนและวัตถุประสงค์ของ การเรียน

2. เรียงลำดับการถ่ายทอดเนื้อหาอย่างเหมาะสม การจัดเรียงลำดับส่วนของเนื้อหาที่จะ สอนให้ผู้เรียนได้เรียนอะไรก่อนอะไรหลัง เพื่อให้ง่ายในการเข้าใจในเนื้อหา หลักเกณฑ์การจัดเรียง มีหลักการดังนี้

2.1 เรียนจากเนื้อหาที่รู้แล้วไปยังเนื้อหาใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 เรียนจากเนื้อหาที่มีความเข้าใจง่ายกว่าไปยังเนื้อหาที่เข้าใจยาก

2.3 เรียนจากเนื้อหาที่เป็นรูปธรรมไปหาเนื้อหานามธรรม เพราะการมองจะส่งเสริมความเข้าใจได้ง่ายและเร็ว

2.4 เรียนจากเนื้อหาที่สังเกตได้ไปหาข้อสรุป หรือกฎเกณฑ์โดยใช้สื่อเป็นอุปกรณ์เพื่อนำมาเป็นข้อสังเกตให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดและศึกษาด้วยความเข้าใจ ความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้ จนสรุปเป็นนิยามหรือกฎเกณฑ์

ข้อสรุป จะเห็นได้ว่า ถ้าจะให้กระบวนการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ แนวคิดและความเข้าใจ ความสัมพันธ์ของเนื้อหาได้นั้น จำเป็นจะต้องมีการจัดเรียงเนื้อหาอย่างต่อเนื่องทั้งภาพและข้อความ มีการเรียงลำดับอย่างต่อเนื่องในการเสนอเนื้อหา

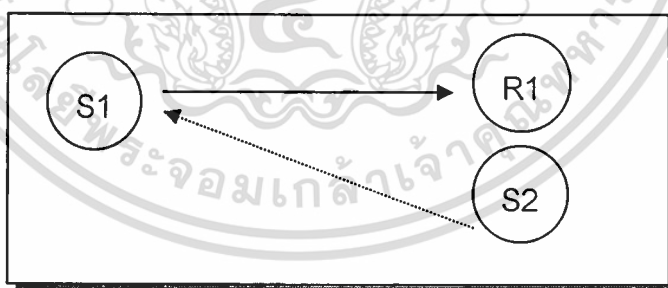
2.6.3 หลักจิตวิทยาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อที่จะถ่ายทอดเนื้อหาไปให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จึงเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ (เบียมส์คักค์ แสตนลิวทิวสซ. 2541 : 42) ดังนี้

ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบจงใจกระทำของสกินเนอร์ (Skinner)

ทฤษฎีนี้เน้นการกระทำของผู้เรียนมากกว่าสิ่งที่เราที่ผู้สอนกำหนด คือ เมื่อต้องให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากสิ่งเร้าสิ่งใดสิ่งเร้าหนึ่ง เราจะปล่อยให้ผู้เรียนเลือกพฤติกรรมเอง โดยเราไม่บังคับ

หรือไม่บอกแนวทางการเรียนรู้ แต่เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้เองแล้ว เราจึง “เสริมแรง” พฤติกรรมนั้น ๆ ทันที เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าพฤติกรรมที่เข้าแสดงนั้น เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ถูกต้องหรือเป็นการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง



ภาพที่ 2.6 แสดงทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบจงใจกระทำ

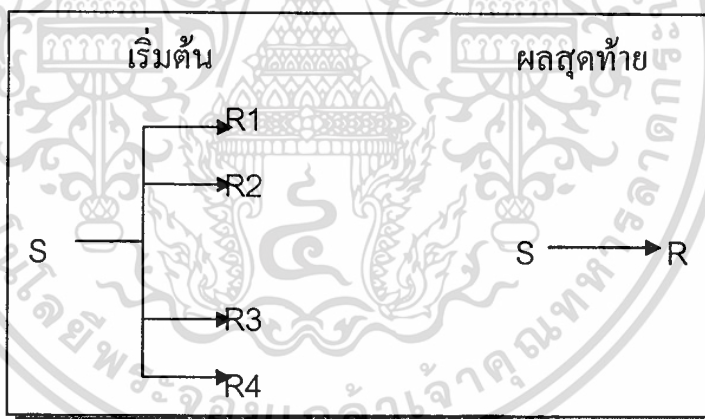
เมื่อต้องการให้เรียนรู้แบบ S1 จะมีการตอบสนองออกมาหลายรูปแบบ แต่มีแบบเดียวที่ต้องการในการเรียนรู้ คือ R1 จะได้รับเสริมแรงคือ S2 ซึ่งผู้เรียนพอใจ ถ้ามี S1 อีกเมื่อใด ผู้เรียนแสดง R1 ทันทีโดยคาดหวังว่าจะได้รับ S2 ต่อไป

ทฤษฎีนี้ได้นำมาใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เน้นให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องไว้เป็นการเสริมแรง ส่วนใหญ่สิ่งเร้า (S1) ที่ใช้มักเป็นคำถามแล้วให้ผู้เรียนตอบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นการตอบสนอง (R1) ถ้าตอบสนองได้ถูกต้องก็จะได้รับแรงเสริม (S2) ดังนั้นในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงจำเป็นต้องมีสิ่งเร้า (S1) การตอบสนองของผู้เรียน (R1) และการเสริมแรง (S2) เป็นองค์ประกอบเสมอ

ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike)

ทฤษฎีกล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (Stimulus) กับการตอบสนอง (Response) โดยมีหลักการเบื้องต้นว่า “การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยมีการตอบสนองมักจะออกมาในรูปแบบต่างๆหลายรูปแบบจนกว่าจะพบรูปแบบที่ดีที่สุดหรือเหมาะสมที่สุด” เราเรียกการตอบสนองนั้นว่า การลองผิดลองถูก (Trial and Error) นั่นคือการเลือกตอบสนองของผู้เรียน จะกระทำด้วยตนเองไม่มีผู้ใดมากำหนดขึ้นหรือชี้ช่องทางในการปฏิบัติให้ และเมื่อเกิดการเรียนรู้ขึ้นแล้ว การตอบสนองหลายรูปและจะหายไปเหลือเพียงตอบสนองรูปแบบเดียวที่เหมาะสมที่สุด และพยายามทำให้การตอบสนองเช่นนั้นเชื่อมโยงสิ่งเร้าที่ต้องการให้เรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ



ภาพที่ 2.7 แสดงทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์

ถ้ามีสิ่งเร้าที่ต้องการให้เกิดการเรียนรู้มากระทบ ผู้เรียนจะเลือกตอบสนองเอาแบบเดาสุ่มหรือลองผิดลองถูก เป็น R1,R2,R3,R4, จนกระทั่งได้ผลที่พอใจและเหมาะสมที่สุดของทั้งผู้สอนและผู้เรียน การตอบสนองต่าง ๆ ที่เหมาะสมจะถูกกำจัดทิ้งไปไม่นำออกมาแสดงการตอบสนองอีกเหลือไว้แต่การตอบสนองที่เหมาะสมคือ กลายเป็น S-R แล้วทำให้เกิดการเชื่อมโยงไปเรื่อย ๆ ระหว่าง S กับ R นั้นทฤษฎีนี้ก็เน้นถึงการให้การเสริมแรงเช่นกัน

2.6.4 โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI Authoring System) หมายถึง โปรแกรมประเภทหนึ่งที่ใช้ในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) การทำงานของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้สร้างจะต้องทำการจัดเตรียมและออกแบบเนื้อหาลงในโปรแกรมไว้ก่อนและโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้จะอ่านเนื้อหาบทเรียนที่ผู้สร้างบทเรียนจัดเตรียมขึ้นและแสดงเนื้อหาที่นั้น ๆ ที่หน้าจอภาพ เนื้อหาของบทเรียนที่ได้รับการออกแบบนั้นมิได้จำกัดเฉพาะในรูปแบบของตัวอักษรและภาพนิ่งเหมือนกับหนังสือพิมพ์หากยังประกอบไปด้วยสื่อประสมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ตาราง กราฟ ข้อมูลเสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดิทัศน์หรือภาพสามมิติ โดยที่ผู้สร้างสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงข้อมูลสื่อประสมเหล่านี้ทันสมัย (update) ได้อย่างง่ายดาย รูปแบบต่าง ๆ ของเนื้อหานั้นนอกจากจะสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้ใช้แล้วยังมีลักษณะพิเศษ กล่าวคือ เนื้อหาข้อมูลที่ได้จะมีลักษณะไม่ตายตัว (dynamic) หากข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปในที่ใดที่หนึ่งข้อมูลในส่วนอื่น ๆ เช่นตารางหรือกราฟ เป็นต้นซึ่งข้อมูลนั้น ๆ ร่วมกันก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยได้โดยทันทีนอกจากนี้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถช่วยผู้สร้างในการจัดเรียงเนื้อหาในลำดับต่าง ๆ รวมทั้งนี้ สามารถช่วยในการสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจรวมทั้งประเมินผลการเรียนได้อีกด้วย

โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายโปรแกรม สำหรับเครื่องซีพี โปรแกรมซึ่งดูเหมือนได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุดในขณะนี้ได้แก่ โปรแกรม Authorware, และโปรแกรม Multimedia ToolBook สำหรับเครื่องแมคอินทอช โปรแกรมซึ่งดูเหมือนได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุดได้แก่ โปรแกรม HyperCard และ Super card คำว่าโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI Authoring System) มีความหมายเดียวกันกับคำว่า โปรแกรมสร้างโปรแกรมบทเรียน (Authoring Program) แต่แตกต่างจากคำว่า Authoring Languages กล่าวคือ คำว่า Authoring Languages จะหมายความเฉพาะถึงภาษาระดับสูงที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยภาษาระดับสูงนี้ี้จะมีความใกล้เคียงกับภาษามนุษย์ปกติ (เช่น ภาษาอังกฤษ) มากและมีคำสั่งน้อย ไวยากรณ์ไม่สลับซับซ้อนโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับภาษาโปรแกรม (Programming Languages) เช่น ภาษาซี ภาษาเบสิก ภาษาเอดา เป็นต้นซึ่งทำให้ผู้ทำให้ผู้เรียนรู้ภาษาระดับสูงนี้ได้ง่ายขึ้นตัวอย่างของ Authoring Languages ได้แก่ ภาษาติวเตอร์ (Tutor) และภาษาไพลอต (Pilot) เป็นต้น

โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีลักษณะการใช้ในส่วนหลักที่ใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ผู้ใช้จะต้องเริ่มจากการสร้างวัตถุ (Objects) ต่าง ๆ ขึ้น ตัวอย่างเช่น เฟรมหรือหน้าจอภาพหนึ่งของบทเรียน กรอบใส่ข้อความ ภาพหรือปุ่มในการควบคุมบทเรียน ฯลฯ และนำวัตถุต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นนี้มาประกอบเชื่อมโยงและจัดลำดับเข้าด้วยกัน สิ่งที่สำคัญคือ การที่ผู้สร้างไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องรู้จักการออกแบบบทเรียนในลักษณะที่เอื้ออำนวยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งตอบในองค์ความแตกต่างรายบุคคลของผู้เรียน รวมทั้งให้เกิดการโต้ตอบ (interaction) ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนให้มากที่สุด สำหรับบางโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนอกจากผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำความเข้าใจกับเครื่องต่าง ๆ ของโปรแกรม เช่น Multimedia ToolBook ผู้สร้างจะต้องเรียนรู้วิธีการเขียนสคริปต์ (script) ของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยการเขียนสคริปต์

สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีความหมายคล้ายคลึงกับการใช้ภาษาโปรแกรมนั่นเองดังนั้น ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมหรือชุดคำสั่งในพื้นฐานบ้างตัวอย่างเช่น ในเรื่องของ โครงสร้างการตัดสินใจ การเขียนผังงาน หลักในการเขียนสคริปต์ของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นต้น

2.6.5 เกณฑ์การเลือกใช้โปรแกรม Authorware Professional 5

การวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมชื่อ Authorware Professional Version 5 เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาบทเรียนโดยมีเกณฑ์การเลือก 5 ประการและเหตุผลประกอบดังนี้ (มนต์ชัย เทียนทอง. 2539 : 59)

2.6.5.1. ความง่ายต่อการใช้งาน

โปรแกรม Authorware Professional นับว่าเป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น ๆ มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและสร้างสรรคงานมัลติมีเดียจะใช้ไอคอนจับไปวางบนเส้น Flow line หลังจากนั้นก็สามารถจัดการในไอคอน โดยการเปิด Presentation Windows เพื่อสร้างภาพ ข้อความ นำเข้าภาพ กำหนดการโต้ตอบ หรือกระทำอย่างอื่น ๆ ตามลักษณะของการจัดบทเรียนที่ออกไปแล้ว แม้ว่าการใช้งานโปรแกรมคล้ายกับโปรแกรม Icon Author แต่จำนวนไอคอนของโปรแกรมมีจำนวนเพียง 11 ตัว เมื่อเทียบกับโปรแกรม Icon Author มีจำนวนถึง 45 ตัว ทำให้เกิดความสับสนในการใช้งานได้

2.6.5.2. การสนับสนุนระบบมัลติมีเดีย

การสนับสนุนระบบมัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบ และการนำเข้าภาพจากไฟล์ภายนอก สามารถสนับสนุนการสร้างระบบมัลติมีเดียซ้อนข้างสมบูรณ์โดยใช้ไอคอนเป็นตัวจัดการเรียกไฟล์เสียงทั้ง .Wav และ .midi ภาพเคลื่อนไหวจากไฟล์ภาพ .mov, .fli, .avi และตัวอื่น ๆ ส่วนการโต้ตอบบทเรียนสามารถกระทำได้ง่ายโดยมีวิธีการโต้ตอบจำนวนหลายวิธีสำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบง่าย โปรแกรมมีไอคอนที่ใช้สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหวที่แตกต่างกัน 5 วิธี ขีดความสามารถเหล่านี้ ทำให้สามารถพัฒนาบทเรียนระบบมัลติมีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.3. การสนับสนุนการจัดการฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการที่จะอำนวยความสะดวกต่อการคำนวณ ประเมินผลการเรียน เก็บบันทึกข้อมูลและรายงานผลต่าง ๆ โปรแกรมมีฟังก์ชันพื้นฐานให้เลือกใช้งานมากกว่า 200 ตัวซึ่งเป็นจำนวนมากเพียงพอที่จะครอบคลุมการเขียน โปรแกรมเพื่อการจัดการต่าง ๆ ทั้งการคำนวณทั่วไปและการจัดการฐานข้อมูล แม้ว่า การใช้ฟังก์ชันเหล่านี้จะเป็นเรื่องที่ยากลำบาก สำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ด้าน โปรแกรมมาก่อน แต่โปรแกรมก็มีรายละเอียดแต่ละฟังก์ชันให้ พร้อมตัวอย่างการใช้งาน

2.6.5.4. ความต้องการของระบบฮาร์ดแวร์การใช้งาน

ขนาดของโปรแกรม มีความจุประมาณ 12 MB ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับโปรแกรมระบบนิพจน์บทเรียนอื่น ๆ นอกจากนี้ความต้องการขั้นต่ำของระบบฮาร์ดแวร์ สำหรับการใช้งานตามที่ระบุไว้ในคู่มือ เป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ แบบ 80286 เท่านั้น ในขณะที่โปรแกรมอื่น ๆ มีความต้องการระบบฮาร์ดแวร์สูงกว่ามาก โดยเฉพาะโปรแกรม Multimedia Toolbook ถ้าใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีซีพียูต่ำกว่า 80486 ความเร็วทำงานจะช้า

2.6.5.5. ความสะดวกต่อการจัดหาโปรแกรม

โปรแกรม Authorware Professional 5 เป็นโปรแกรมที่จัดหาได้ง่ายในตลาดคอมพิวเตอร์ของประเทศไทย เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่แพร่หลายมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน ตลอดจนมีผู้เรียบเรียงเอกสารและตำราที่ใช้อ้างอิงกันค้ำ

ด้วยเหตุผล ทั้ง 5 ข้อที่กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้โปรแกรมระบบนิพจน์บทเรียนชื่อ Authorware Professional Version 5 เป็นเครื่องมือในการพัฒนาบทเรียน ครั้งนี้

2.6.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลักจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อนเพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ใช้จริง (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

2.6.6.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการให้ผู้เรียน เรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้วแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนนั้น ไม่นอญูดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่น่าพอใจ โดยกำหนดค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน ของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ $E_1 : E_2$ หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ $E_1 : E_2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อที่เกี่ยวกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80 : 80,85 : 85 หรือ 90 : 90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70 : 70,75 : 75 (สุโขทัยธรรมมาธิราช. 2527 : 125)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80:80 หรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 137)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80/80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ ± 2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 82.5:82.5
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 80:80
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 77.5:77.5

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัด

80 ตัวหลัง หมายถึงค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูกต้องของแต่ละข้อ จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน

2.6.6.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร $E_1 : E_2$ ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2534 : 491)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (2.1)$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกกรอบ (แบบฝึกหัด) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ถูกต้อง

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

ΣX	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด
ΣF	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

2.6.6.3 ขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์, 2540)

1. ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกจากผู้เรียนที่กล้าวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นซึ่งมีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ร้อยละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. ทดสอบภาคสนามครั้งใหญ่ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่อไปทดลองใช้กับนักเรียน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูงปานกลาง และต่ำ ระดับ 3 คน รวมเป็น 9 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข อีกครั้ง

3. ทดสอบเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กเมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่สุ่มมาแบบมีระบบจำนวน 30 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

2.7 การวัดและประเมินผลการศึกษา (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : หน้า 10-21)

2.7.1 การวัดผล (Measurement)

การวัด (Measurement) หรือการวัดผล ปรากฏมีอยู่ทุกสาขาวิชาใช้แตกต่างกันไปแล้วแต่ลักษณะของวิชา ในภาษาไทยมีใช้มานานแล้วในสมัยโบราณ พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถานให้ความหมายการวัดว่า เป็นการตรวจสอบขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่างๆ เช่น ส่วนขยาย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนกว้าง ส่วนสูง หรือความรู้ เป็นต้น วัดผลการศึกษา หมายถึง ประเมินผลการเรียนการสอน เพื่อค้นหาและพัฒนาสมรรถภาพให้เด็กเรียนดีขึ้น ครูสอนเก่งขึ้น และให้การตัดสินใจที่ตรงแน่นอน และยุคธรรมมากขึ้น นักวัดผลส่วนใหญ่ให้ความหมายของการวัดผลว่า เป็นกระบวนการกำหนดตัวเลขให้แก่สิ่งใดสิ่งหนึ่ง อาจจะเป็นวัตถุ สิ่งของหรือบุคคลใดก็ได้ เพื่อจุดประสงค์ที่จะชี้ให้เห็นความแตกต่างของคุณลักษณะที่ต้องการจะวัด

ในการวัดผลมีวิธีใหญ่ๆ อยู่ 2 อย่างคือ วัดผลทางตรงและวัดผลทางอ้อม

ก. การวัดผลทางตรง หมายความว่า เป็นความสามารถในการวัดสิ่งนั้น ๆ ได้โดยตรงจริงๆ สิ่งที่ต้องการวัดมีรูปธรรม

ข. การวัดผลทางอ้อม หมายถึง การวัดคุณลักษณะหนึ่งโดยอาศัยวัดจากอีกสิ่งหนึ่ง เช่น การวัดผลการเรียน การวัดเชาว์ปัญญา การวัดเจตคติ ฯลฯ คุณลักษณะเหล่านี้เอาเครื่องมือไปทาบวัดโดยตรงไม่ได้ ต้องผ่านกระบวนการทางสมอง (Mental Process) ก่อนเสมอ ผลการวัดที่ได้จึงเป็นผลจากการผ่านกระบวนการทางสมองขั้นหนึ่งก่อน ซึ่งอาจจะเชื่อมั่นได้จริงหรือเปล่านั้นไม่แน่ใจนัก แต่ที่แน่ที่สุดก็คือ เราไม่มีโอกาสวัดคุณลักษณะนั้นๆ ตรงไปตรงมา ความคาดเคลื่อนย่อมมีเป็นธรรมดา

2.7.2 การประเมินผล (Evaluation)

คำนี้มักใช้คู่กับการวัดผลอยู่เสมอ แต่จริงๆ แล้ว มีความหมายแตกต่างกัน โดยเฉพาะการเรียนการสอน หรือการทำกิจกรรมต่างๆ ใช้คำว่าประเมินการเรียนอยู่ประจำ หลังจากการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้ว เพื่อจะรู้ว่าผลการเรียนของนักเรียนก้าวหน้าเป็นอย่างไร การประเมินผลจึงนิยามว่าเป็นกระบวนการพิจารณาตัดสินที่เป็นระบบครอบคลุมถึงจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ นั่นคือ ประเมินดูว่ากิจกรรมที่ทำทั้งหลายเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เพียงใด บางกรณีจึงต้องใช้ปริมาณจากการวัดมาพิจารณาตัดสินด้วยคุณธรรมแล้วลงสรุป บางกรณีไม่ต้องใช้ตัวเลขจากการวัดเป็นแต่เพียงการหาข้อมูลจากด้านอื่นมาประกอบการพิจารณาตัดสิน เช่น ประวัติ ระเบียบสะสม เป็นต้น การประเมินจึงมีความหมายกว้างและคลุมกว่าการวัดผล การประเมินผลจึงมักใช้ข้อมูลของการวัดมาพิจารณาตัดสินดำเนินการเป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากการวัดผลที่ดีจึงเป็นรากฐานของการประเมินที่ดีอีกด้วย บางทีการนิยามการประเมินผลจึงมองในแง่การอธิบายปริมาณหรือตัวเลขจากการวัดและ/หรือ การอธิบายข้อมูลเชิงคุณภาพจากสิ่งที่ไม่ต้องวัดรวมกันเข้ากับการพิจารณาตัดสินอย่างมีคุณธรรม การประเมินผลจึงเป็นเรื่องของการใช้เหตุผลเป็นฐานในการพิจารณาด้วยว่าอะไรเหมาะ อะไรดี อะไรควร เป็นต้น

การประเมินผลที่ดีควรประเมินตลอดแผน โครงการ จึงจะรู้จุดบกพร่องและแก้ไขส่วนที่บกพร่องทัน นั่นคือ ควรประเมินตั้งแต่ตัวการต้น (Input) ประเมินกระบวนการ (Process) จนกระทั่งถึงการประเมินผลผลิต (Output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 เครื่องมือการวัดผล (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : หน้า 21-29)

2.7.3.1 การสังเกต (Observation) การสังเกตเป็นการเฝ้าดู พฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ของบุคคล หรือกลุ่มคน โดยใช้ประสาทสัมผัส ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ตาและหูในการสังเกต

2.7.3.2 การสัมภาษณ์ (Interview) การสัมภาษณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยพูดคุย หรือ สนทนาของผู้สัมภาษณ์ ซึ่งเป็นผู้ที่ต้องการทราบข้อมูล กับผู้ถูกสัมภาษณ์ คือ ผู้ให้ข้อมูล เช่น นักเรียน การสัมภาษณ์อาจจะเป็นรายบุคคล หรือ เป็นกลุ่ม ก็ได้ มีลักษณะคล้ายกับการสังเกต แต่ผู้สัมภาษณ์ มีโอกาสเข้าไปเกี่ยวข้องกับหรือซักถามนักเรียนโดยตรง

2.7.3.3 แบบทดสอบ (Test) แบบทดสอบแบ่งได้หลายประเภท ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของข้อสอบ และการนำไปใช้ เราสามารถจำแนกแบบทดสอบ ได้ดังนี้ (วารินทร์ สายโอบ เอื้อ. 2542 : 6 - 9 และ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539 : 14 - 21)

1. จำแนกตามรูปแบบของคำถาม แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

1.1 แบบทดสอบอัตนัย หรือ ความเรียง หรือแบบบรรยาย (Essay test) แบบทดสอบ ชนิดนี้จะมีคำถาม ไม่หลายข้อนัก เพราะผู้ตอบต้องเขียนบรรยายในแง่มุมต่าง ๆ ตาม คำถามที่กำหนด

1.2 แบบทดสอบแบบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่มี คำตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกมีเพียงข้อเดียว เช่น แบบถูกผิด จับคู่ เต็มคำ และเลือกตอบ แบบทดสอบ แบบปรนัย จะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ ได้แก่ คำถามชัดเจน เข้าใจได้ง่าย มีความชัดเจนในการ ตรวจให้คะแนน ใครตรวจก็ได้คะแนนตรงกัน และ มีความชัดเจน ในการแปลความหมายของ คะแนน ใครก็แปลความหมายได้ตรงกัน

2. จำแนกตามวิธีดำเนินการสอบ แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

2.1 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized test) เป็นแบบทดสอบที่ ดำเนินการสอบที่เป็นมาตรฐาน การแปลคะแนนก็เป็นมาตรฐาน สร้างโดยผู้ชำนาญและผลการสอบ สามารถอ้างอิงไปยังประชากรได้ การดำเนินการสอบต้องทำตามคู่มือทุกอย่าง ไม่ว่าจะเป็นการแจก ข้อสอบ เวลาที่ใช้สอบ การตรวจให้คะแนน และการแปลคะแนน

2.2 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น (Teacher - made test) เป็นแบบทดสอบ ที่ครูสร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้ บางฉบับอาจจะไม่ได้ทดลองสอบมาก่อน การดำเนินการสอบ จึงยังไม่ได้มาตรฐาน ครูผู้สอนไม่จำเป็นต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบแบบทดสอบชนิดนี้ จึงเชื่อถือได้น้อยกว่าแบบทดสอบมาตรฐาน

3. จำแนกตามเวลาที่ใช้สอบ แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 แบบทดสอบเร่งเวลา หรือจำกัดเวลา เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากแต่ให้เวลาสอบน้อย จุดมุ่งหมายเพื่อดูทักษะในการทำงานที่กำหนดให้ ว่าผู้ทำจะมีความคล่องแคล่วรวดเร็ว และถูกต้องเพียงใด คนมีทักษะจะทำอะไร ได้ถูกต้องและรวดเร็ว นั่นคือทำถูกต้องได้มากในเวลาน้อย ๆ คุณลักษณะแบบนี้มักเป็นการวัดคุณลักษณะพื้นฐานบางประการ เช่น ความสามารถในการ บวก ลบ คูณ หาร ฯลฯ

3.2 แบบทดสอบปล่อยเวลา เป็นแบบทดสอบวัดคุณลักษณะที่มีความยุ่งยากซับซ้อนต้องคิดหลายชั้น หรือต้องใช้ความสามารถพื้นฐานหลาย ๆ อย่างมาแก้ปัญหา ระยะเวลาที่ใช้ ในการสอบ ต้องให้ระยะเวลาาน การออกข้อสอบแบบนี้ ต้องยากและซับซ้อนเป็นพิเศษมีฉะนั้นแล้ว จะไม่เกิดประโยชน์อันได้เลย

4. จำแนกตามจำนวนคนสอบ แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่

4.1 แบบทดสอบสอบทีละคน (Individual test) หรือ สอบคนเดียว ส่วนใหญ่ จะเป็นแบบทดสอบให้ปฏิบัติ แบบทดสอบของสแตนฟอร์ด เป็นต้น 4.2 แบบทดสอบที่ใช้สอบเป็นกลุ่ม (Group test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้กระดาษ ดินสอเป็นหลัก การคุมสอบไม่จำเป็นต้องดูแลรายละเอียดเป็นบุคคลโดยตรง ดังนั้น สามารถสอบทีละหลาย ๆ คนได้ ส่วนคนคุมสอบแล้วแต่ความเหมาะสม ว่ากลุ่มหนึ่งจะดูแลได้ทั่วถึงนั้นใช้ก็คน เช่น 30 คนต่อผู้คุมสอบ 2 คนอย่างนี้ก็ได้ แบบทดสอบประเภทนี้ จะประหยัดและสะดวกต่อการจัดการสอบ

5. จำแนกตามลักษณะของแบบทดสอบ แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

5.1 ทดสอบที่ใช้ภาษา (Verbal test) แบบทดสอบประเภทนี้ จะประกอบไปด้วยข้อความหรือประโยคต่าง ๆ หรือ อาจจะมีจุดของตัวเลขอยู่ด้วยในแบบทดสอบแต่ละข้อ ซึ่งผู้ถูกทดสอบ จะต้องมีความสามารถทางภาษา และตัวเลขเพียงพอ จึงจะทำแบบทดสอบประเภทนี้ได้ สำหรับผู้ที่ไม่ได้เรียนหนังสือจะไม่สามารถทำข้อสอบประเภทนี้ได้

5.2 แบบทดสอบที่ไม่ใช่ภาษา (Nonverbal test) แบบทดสอบที่ตัวข้อสอบไม่เป็นภาษาหรือตัวเลข อาจจะเป็นรูปภาพ หรือสัญลักษณ์ หรือให้ปฏิบัติจริง ก็ได้ ผู้ที่ไม่ได้เรียนหนังสือ สามารถทำแบบทดสอบนี้ได้

6. จำแนกตามวิธีการทดสอบ แบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

6.1 แบบทดสอบแบบเขียนตอบ (Paper and pencil test) แบบทดสอบประเภทนี้ กำหนดให้ผู้ตอบเขียนลงในกระดาษคำตอบ อาจจะเขียนบรรยาย หรือเลือกจากคำตอบที่กำหนดให้ซึ่งอาจเป็นแบบทดสอบแบบเรียงความ หรือ แบบเลือกตอบ ก็ได้

6.2 แบบทดสอบปากเปล่า (Oral test) แบบทดสอบประเภทนี้ จะให้ผู้สอบตอบคำถามโดยการอธิบาย หรือ บอกให้ฟัง ซึ่งไม่ต้องเขียนตอบ

6.3 แบบทดสอบภาคปฏิบัติ (Performance test) เป็นแบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบได้ลงมือกระทำจริง ๆ ในการทดสอบจะมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่าง ๆ ให้ปฏิบัติ เช่น การต่อภาพ การเรียงลำดับภาพ การพับ การตัดกระดาษตามรูปทรงเรขาคณิต เป็นต้น

7. จำแนกตามประโยชน์ที่ได้รับ แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

7.1 แบบทดสอบคัดเลือก (Selection test) แบบทดสอบประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้สอบคัดเลือกคนทำงาน เรียนต่อ หรือเพื่อกระทำกิจการใดกิจการหนึ่งตามที่ต้องการ แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์อย่างดี

7.2 แบบทดสอบการจัดตำแหน่ง (Placement test) แบบทดสอบประเภทนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความสามารถพื้นฐานว่า นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ในวิชาที่จะเรียนมากน้อยเพียงใด ถ้ามีพื้นฐานความรู้มากแล้วจัดให้ไปเรียนในรายวิชาชั้นสูงต่อไปไม่ต้องมาเรียนในรายวิชานี้ให้เสียเวลา ดังนั้น แบบทดสอบประเภทนี้ มีลักษณะเหมือนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3 แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย (Diagnostic test) เป็นแบบทดสอบเพื่อพิจารณาว่าผู้เรียนบกพร่องในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะ แบบทดสอบชนิดนี้ ใช้ศึกษาเด็กที่มีปัญหาบางประการ เช่น การออกเสียงผิดวิธี คิดเลขเรื่องใดเรื่องหนึ่งบกพร่องอย่างยิ่ง เป็นต้น

7.4 แบบทดสอบเพื่อการพยากรณ์ (Prediction test) แบบทดสอบแบบนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพยากรณ์ผลภายหลังของผู้สอบ ว่าน่าจะไปเรียนอะไร หรือประกอบอาชีพอะไร จึงจะเหมาะสมกับความสามารถของตน แบบทดสอบประเภทนี้มักเป็นชุด (Battery) ซึ่งมีหลายฉบับ และมีสมการสำหรับพยากรณ์ด้วย

7.5 แบบทดสอบเพื่อการประเมิน (Evaluation test) เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ในการประเมิน หรือ ตัดสินว่า ผู้สอบควรได้ หรือ ตก ผ่านหรือไม่ผ่าน โดยจะมีเกณฑ์ ไว้ให้เทียบเคียง มีลักษณะคล้ายกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ใช้สอบปลายภาคเรียน

8. จำแนกตามลักษณะการใช้ แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

8.1 แบบทดสอบย่อย (Formative test) เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ในแต่ละเนื้อหาย่อยหรือ แต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อทราบว่านักเรียนไม่ผ่านจุดประสงค์ใด จะได้ปรับปรุงแก้ไข ในภาคเรียนหนึ่ง ๆ จะใช้แบบทดสอบย่อยหลายครั้ง แล้วแต่โครงการสอบของโรงเรียน

8.2 แบบทดสอบรวม (Summative test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้สอบรวบยอดเพื่อสรุปผลการเรียนที่เรียนมาแล้ว 1 ภาคเรียน หรือจะเป็น 1 ปีก็ได้ เพื่อต้องการประเมินว่าหลังจากเรียนมาตลอดภาคเรียนหนึ่ง ๆ แล้ว นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในวิชานั้น ๆ มากเพียงใด

9. จำแนกตามการอ้างอิง แบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

9.1 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm - referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยยึดเนื้อหากว้าง มุ่งวัดความสามารถของนักเรียนคนหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนหรือทั้งโรงเรียน มุ่งวัดความสามารถของนักเรียนคนหนึ่ง เพื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนทั้งชั้นเรียนหรือทั้งโรงเรียน ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มว่า ตนเองอยู่ในระดับใดของกลุ่ม แบบทดสอบนี้ยึดความยากง่าย และอำนาจจำแนกเป็นสิ่งสำคัญการสอบแบบนี้ทำให้เด็กแข่งขันกับเพื่อน ๆ การแปลคะแนนมักจะเป็นอันดับ หรือใช้คะแนนมาตรฐาน คะแนนเปอร์เซ็นต์ ไทล์ ใช้เกณฑ์ปกติ (Norms) ไว้เขียนเป็นเส้นภาพ(Profile) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถแต่ละด้าน

9.2 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion - referenced test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยยึดการเรียนรู้เพื่อความรู้ สอบเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นหลัก แบบทดสอบประเภทนี้จะกำหนดจุดตัดไว้ เพื่อจะได้ผลการสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ว่าผ่านหรือไม่ผ่านเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบมักเป็นวงแคบ และเน้นความครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์ แบบทดสอบแบบนี้มุ่งสอบเพื่อพัฒนาความรู้ความสามารถเด็ก

9.3 แบบทดสอบอิงขอบข่าย (Domain - referenced test) เป็นแบบทดสอบที่จะค้นหาว่าในขอบข่ายหนึ่งนั้น ผู้สอบมีความรู้ความเข้าใจมากน้อยเพียงใด แบบทดสอบอิงขอบข่าย จึงเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วย ข้อคำถามที่เป็นตัวแทนของชิ้นงานเฉพาะ (tasks) ที่นิยามประชากรของงานไว้อย่างดี กล่าวคือ ถ้าเอาเนื้อหาหนึ่งมาแยกย่อยอย่างดีแล้ว จะสามารถเขียนข้อสอบวัดได้มากมาย

10. จำแนกตามคุณลักษณะการวัด แบ่งได้ 5 ประเภท ได้แก่

10.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Achievement test) เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดเนื้อหาวิชาที่เรียนผ่านมาแล้ว ว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด เช่นแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 สาระ

10.2 แบบทดสอบเชาวน์ปัญญา (Intelligent test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดเชาวน์ปัญญาตามที่นักจิตวิทยานิยามไว้ ถ้านิยามว่า เชาวน์ปัญญาเป็นความสามารถด้านภาษา ตัวเลข และมิติสัมพันธ์ แบบทดสอบจะวัดความสามารถทางภาษา ตัวเลขและมิติสัมพันธ์ แล้วนำผลการสอบมาแปลความหมายว่า คะแนนขนาดไหนเรียกว่าเชาวน์ปัญญาสูง และ คะแนนเท่าไร เรียกว่า เชาวน์ปัญญาต่ำ

10.3 แบบทดสอบวัดความถนัด (Aptitude test) เป็นแบบทดสอบเพื่อใช้ตรวจสอบความถนัดของคน เช่น ความถนัดด้านตัวเลข ด้านเหตุผล ด้านรับรู้ ฯลฯ การแปลคะแนนจะแปลเป็นด้าน ๆ คว้าด้านใดสูงต่ำกว่ากัน จะได้เสนอแนะผู้สอบได้ถูกต้องถ้าด้านใดสูง แปลว่ามีความถนัดด้านนั้นมาก

10.4 แบบทดสอบวัดความสนใจ (Interest test) เป็นแบบทดสอบที่ตรวจสอบว่าใครสนใจกิจกรรมด้านใดมากที่สุด เช่น ด้านวิชาการ ด้านกีฬา ด้านศิลปะ หรืออาชีพทั่วไป เป็นต้น ดังนั้น ในแบบทดสอบความสนใจจะแยกกิจกรรมมากมาย แล้วให้ผู้สอบเลือกกิจกรรมที่ตนเองชอบที่สุด เมื่อรวมคะแนนการสอบสุดท้ายก็จะรู้ว่า ผู้สอบสนใจอะไรมากที่สุด

หรือสนใจอะไรรองลงไป ตามลำดับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.5 แบบทดสอบวัดเจตคติ (Attitude test) เป็นแบบทดสอบวัดความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แบบทดสอบนี้มีวิธีการวัดหลายอย่าง เช่น แบบเทอร์สโตนแบบลิเกิร์ต แบบฮอสกูต หรือแบบอื่นๆ ตามแต่จะคิดสร้างเพื่อวัดความรู้สึกต่อเป้าหมายของเจตคติ

10.6 แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพ (Personality test) เป็นแบบทดสอบมุ่งวัดคุณลักษณะของคน เช่น การเก็บตัว การแสดงตัว ความก้าวร้าว ความวิตกกังวลเมตตาปราณี ฯลฯ คุณลักษณะที่รวมตัวกัน จะประกอบเป็นบุคลิกลักษณะของคนนั้นการวัดจึงต้องระวังว่าจะไม่ได้สิ่งที่ต้องการวัดก็ได้

2.7.3.4 แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบสอบถามเป็นชุดของคำถามที่สร้างขึ้น เพื่อสอบถามความคิดเห็น ความสนใจความต้องการ ความคาดหวัง ตลอดจนคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ผู้ประเมินต้องการทราบ แบบสอบถามแบ่งได้ 2 ประเภท คือ แบบคำถามปลายเปิด (Opened form) เป็นแบบสอบถามที่มีข้อความที่เปิดโอกาสให้ผู้ตอบ ตอบตามความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเอง โดยการเขียนบรรยายคำถามจะถามอย่างกว้าง ๆ และเว้นที่หรือช่องว่างไว้ให้ตอบ และแบบคำถามปลายปิด (Closed form) เป็นแบบสอบถามที่มีข้อความที่มีตัวเลือกหรือมีคำตอบให้เลือกตอบผู้ตอบไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น

2.7.3.5 แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) แบบตรวจสอบรายการ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินพฤติกรรม คุณลักษณะ หรือการปฏิบัติ ว่าผู้ถูกประเมิน มีหรือไม่มี ทำหรือไม่ทำ และพฤติกรรมหรือกิจกรรมที่ทำมีความถี่ (frequency) เท่าไหร่ แบบตรวจสอบรายการนิยมใช้ในการประเมินด้านจิตพิสัย และทักษะพิสัย

2.7.3.6 มาตราประมาณค่า (Rating scale) มาตราประมาณค่า เป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการสังเกตชนิดหนึ่ง ลักษณะของเครื่องมือประกอบด้วยข้อความ หรือ ประเด็นปัญหาให้ผู้ประเมิน หรือผู้อ่านตัดสินใจเลือกตามความรู้สึก หรือความคิดเห็นของผู้ตอบ โดยมีระดับความเข้มของความรู้สึกหรือความคิดเห็นให้เลือก มาตราประมาณค่าจะให้ข้อมูลที่ละเอียดกว่าแบบตรวจสอบรายการ คือ มีคำตอบให้เลือก 3 - 8 ตัวเลือก ถ้าเป็น 3 ระดับ คำตอบที่ให้เลือก ได้แก่ เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ถ้าเป็น 5 ระดับ คำตอบที่ให้เลือก ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยมาก เห็นด้วยปานกลางเห็นด้วยน้อย และ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เป็นต้น

2.7.4 ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี (ภัทรา นิคมานนท์. 2540, หน้า 72 - 73 , พิชิต ฤทธิจักรูญ, 2544, หน้า 142 - 143)

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลนั้น มีหลายประเภทซึ่งแต่ละประเภทมีลักษณะที่แตกต่างกัน การสร้างเครื่องมือวัดผลให้มีประสิทธิภาพนั้นเป็นสิ่งที่มีความเอกสัจจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้การวัดผลนั้นเชื่อถือได้ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี มีดังต่อไปนี้การดำเนินการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4.1 มีความเที่ยงตรง (Validity) ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดผลเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลว่า เครื่องมือวัดผลนั้น วัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดมากน้อยเพียงใด ถ้าวัดสิ่งที่ต้องการจะวัดก็แสดงว่า เครื่องมือวัดผลนั้นมีความเที่ยงตรงสูง แต่ถ้าวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดน้อย หรือไม่วัดในสิ่งที่จะวัดเลย ก็แสดงว่า เครื่องมือวัดผลวัดผลนั้น มีความเที่ยงตรงต่ำ

ความเที่ยงตรงจำแนกได้ 4 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพ และความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content validity) เป็นคุณสมบัติของข้อคำถามที่วัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัด หรือ เนื้อหา หรือ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดผล

2. ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่วัดได้ตรงตามลักษณะ หรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างในสิ่งที่วัดนั้น

3. ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่วัดได้ตรงกับสภาพความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบในปัจจุบัน

4. ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive validity) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่วัดได้ตรงกับสภาพความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ข้อสังเกต ความเที่ยงตรงเชิงสภาพกับความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ มีกระบวนการที่คล้ายกันมากข้อแตกต่างจะอยู่ที่เกณฑ์ กล่าวคือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ เกณฑ์และตัวพยากรณ์ จะถูกกำหนดในเวลาเดียวกัน ต่างกับความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ เกณฑ์ต้องรอระยะเวลาให้สิ่งที่ต้องการศึกษาหรือพฤติกรรมที่จะวัดเกิดขึ้นเสียก่อน จึงจะสอบวัดหรือเก็บข้อมูลได้

การทำให้ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดผลสูงขึ้น ความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด มีความสำคัญเป็นอย่างมากดังนั้น การทำให้เครื่องมือวัดผลมีความเที่ยงตรงสูงขึ้นนั้นสรุปได้ดังนี้

1. ควรมีการสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of specifications) ที่ผู้เขียนข้อสอบได้วางแผนไว้

2. เขียนคำชี้แจงให้ชัดเจน บอกรายละเอียดในการทำข้อสอบ

3. ให้เวลาในการสอบอย่างพอเพียง

4. ข้อสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ

5. ควรเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก เพื่อสร้างแรงจูงใจในการทำข้อสอบ

6. ข้อคำถามต้องชัดเจนไม่คลุมเครือ เพราะอาจจะทำให้ผู้สอบสับสน หรือเข้าใจผิด

7. จำนวนข้อสอบต้องพอเพียง หรือครอบคลุมกับสิ่งที่วัด

8. ควรให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา หรือ

วัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ดำเนินการสอบอย่างดี ป้องกันการลอกกันของผู้สอบ และ สร้างบรรยากาศที่ดีในการสอบ

10. สร้างแรงจูงใจในการสอบ กระตุ้นให้ผู้สอบเห็นประโยชน์ของการสอบ

2.7.4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability) ความเชื่อมั่นเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นว่า เครื่องมือวัดผลมีความคงที่ในการวัด ถึงแม้ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม ถ้าเครื่องมือวัดผลใดไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนในการทดสอบแต่ละครั้ง จะแตกต่างกัน เช่น การทดสอบวิชาภาษาไทย มีการสอบ 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องมือวัดผลฉบับเดียวกันระยะห่างในการสอบห่างกัน 2 สัปดาห์ ปรากฏผลดังนี้ ครั้งแรกสอบได้ 20 คะแนน ครั้งที่สองสอบได้ 4 คะแนน และ ครั้งที่สาม สอบได้ 9 คะแนน แสดงว่า เครื่องมือวัดผลนั้น ไม่มีความเชื่อมั่น(Unreliable) แต่ถ้าผลการสอบทั้งสามครั้งสอบได้คะแนนใกล้เคียงกัน เช่น สอบได้ 12 , 13 และ 13 ตามลำดับ แสดงว่าเครื่องมือวัดผลนั้นมีความเชื่อมั่น (Reliable) เป็นต้น

การทำให้ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดผลสูงขึ้น เครื่องมือวัดผลที่ดี นอกจากจะมีความเที่ยงตรงแล้ว ยังต้องมีความเชื่อมั่นด้วยแนวทางในการทำให้ความเชื่อมั่นสูงขึ้น มีดังนี้

1. มีจำนวนข้อสอบหลายข้อ พอเพียงกับการวัดสิ่งนั้น
2. ผู้ตรวจให้คะแนน มีความอิสระในการให้คะแนน
3. ข้อสอบมีความชัดเจน ไม่กำกวม (Item ambiguity)
4. การให้คะแนนมีความเป็นปรนัย
5. กำจัด หรือ ลดความคลาดเคลื่อนภายในของผู้สอบ เช่น สุขภาพ (Health) อารมณ์ (Mood) แรงจูงใจ (Motivation) ทักษะในการสอบ (Test - taking skills) ความวิตกกังวล (Anxiety) ความเหนื่อยล้า (Fatigue) และ ความสามารถทั่วไป (General ability)
6. กำจัดหรือ ลดความคลาดเคลื่อนภายนอก เช่น คำชี้แจงในการสอบ (Directions) ความร้อนและแสงสว่างในห้องสอบ (Heat and lighting in room) ตัวอย่างคำถาม (Sampling of items) การถูกขัดจังหวะในการสอบ (test interruptions) และ ความลำเอียงของครู (Observer bias)

2.7.4.3 มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ความยากเป็นตัวที่บ่งชี้ให้เห็นว่า ข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากน้อยเพียงใด ถ้ามีคนตอบถูกมากแสดงว่า ข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้ามีคนตอบถูกน้อย แสดงว่า ข้อสอบนั้นยากและ ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างพอ ๆ กัน แสดงว่า ข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง

2.7.4.4 มีอำนาจจำแนก (Discrimination) อำนาจจำแนกเป็นตัวบ่งชี้ให้เห็นว่าข้อสอบนั้น สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของแต่ละคน เช่น ใครเก่ง ปาน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลาง หรืออ่อน ใครมีความรอบรู้ หรือ ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าข้อสอบที่ดี คนเก่ง หรือ คนที่มีความรอบรู้จะต้องทำข้อสอบข้อนั้นได้ และคนที่อ่อน หรือ ไม่รอบรู้ จะต้องทำข้อสอบข้อนั้นไม่ได้ และข้อสอบที่ดีต้องแยกคนเก่งและคนอ่อนออกจากกันได้อย่างเด็ดขาด

2.7.4.5 มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวัดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความชัดเจน ความถูกต้อง และความเข้าใจที่ตรงกันของผู้สอบต่อข้อคำถามนั้น เครื่องมือวัดที่มีความเป็นปรนัย จะมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. มีความชัดเจนในข้อคำถาม กล่าวคือ ทุกคนอ่านคำถามแล้วมีความเข้าใจตรงกันว่าคำถามนั้น ถามเรื่องอะไร
2. ตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน กล่าวคือ ไม่ว่าจะ เป็นใครก็ตามสามารถตรวจสอบให้คะแนนได้ตรงกัน หรือเฉลยตรงกัน มีเกณฑ์การตรวจสอบให้คะแนนที่ตรงกัน
3. แปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน กล่าวคือ ไม่ว่าจะใครจะเป็นผู้แปลความหมายของคะแนน ก็จะทำให้ผลเหมือนกัน สามารถแปลความหมายจากคะแนนได้ว่าใครเก่งอ่อนอย่างไร ตอบถูกมากน้อยต่างกันเพียงไร

2.7.4.6 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพ คือ เครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลถูกต้อง เชื่อถือได้ โดยลงทุนน้อยที่สุด ไม่ว่าจะ เป็นการลงทุนทางด้านเวลา แรงงาน หรืองบประมาณ

2.7.4.7 มีความยุติธรรม (Fair) ข้อสอบที่ดีต้องให้ความยุติธรรมกับผู้สอบทุกคน ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบหรือเสียเปรียบกัน ไม่ออกข้อสอบที่เอื้อต่อเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ควรออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา

2.7.4.8 คำถามต้องถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องไม่ถามแต่ความรู้ความจำเท่านั้น แต่ควรถามความเข้าใจ การนำไปใช้การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เพราะจะทำให้ผู้สอบได้ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่

2.7.4.9 คำถามต้องช่วย (Exemplary) คำถามที่ดีต้องมีลักษณะท้าทาย ให้ผู้สอบอยากทำ อยากค้นหาคำตอบ ข้อคำถามน่าสนใจไม่น่าเบื่อหน่าย โดยอาจจะใช้รูปภาพประกอบก็ได้ คำถามที่ช่วย ไม่จำเป็นต้องยากจนเกินไป

2.7.4.10 คำถามต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) คำถามที่ดีต้องมีลักษณะเฉพาะเจาะจง ไม่ถามกว้างจนเกินไป ไม่คลุมเครือ หรือเล่นสำนวนโวหารจนผู้สอบงง ทำให้อ่านแล้วเข้าใจผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 เทคนิคการวัดผลที่ดี

การวัดผลเป็นการวัดทางอ้อม การที่จะทำได้ข้อมูลที่ตรงกับสภาพจริงของผู้ที่ถูกวัด ผู้วัดต้องมีเทคนิคที่ดีสำหรับการวัด ดังนี้

1. ต้องรู้จักผู้ที่ถูกวัดเป็นอย่างดี ในที่นี้หมายถึง ต้องรู้ระดับความสามารถของผู้ที่ถูกวัด เช่น ต้องรู้ว่าเรียนอยู่ในระดับชั้นไหน ได้เรียนรู้สิ่งใดมาบ้าง เป็นต้น
2. ต้องเข้าใจในจุดประสงค์ของการสอบ ถ้าการสอบเพื่อการคัดเลือกเรียนต่อข้อ สอบที่ใช้ต้องเป็นข้อสอบที่สามารถพยากรณ์ได้ว่า เมื่อผู้สอบสอบเข้าเรียนต่อได้แสดงว่าผู้สอบนั้นจะสามารถเรียนสาขานั้นจบได้อย่างแน่นอน ถ้าการสอบเพื่อคัดเลือกเข้าทำงานข้อสอบก็ต้องยาก มีจำนวนมากข้อ เป็นต้น
3. ข้อสอบต้องมีคุณภาพ กล่าวคือ ต้องได้รับการวิเคราะห์หาคุณภาพ เช่น ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น เป็นต้น
4. มีการดำเนินการสอบที่ได้มาตรฐาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้ข้อสอบที่มีคุณภาพ ดำเนินการสอบอย่างเคร่งครัด มีสิ่งแวดล้อมในการสอบที่ดี เช่น ห้องสอบ แสงสว่าง บรรยากาศ เป็นต้น
5. ใช้เครื่องมือวัดผลที่หลากหลาย เนื่องจากการทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรมทาง อ้อม การใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น ใช้แบบทดสอบ แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ เป็นต้น จะช่วยทำให้ได้ข้อมูลที่แท้จริง มากกว่าการใช้เครื่องมือวัดเครื่องมือเดียว

2.7.6 การหาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่ม (พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544 : 155 - 156)

การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีวิธีหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบ หรือ ข้อคำถามแต่ละข้อ วัดเนื้อหา หรือ จุดประสงค์การเรียนรู้ มากน้อยเพียงใด โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ กับจุดประสงค์ หรือ เนื้อหา (Index of Item Objective Congruence หรือ IOC) โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum X}{N} a \quad (2.1)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

(index of item – objective congruence)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ หรือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 2.2 รูปแบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญพิจารณา ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

จุดประสงค์การเรียนรู้/เนื้อหา	ข้อสอบ/ข้อความ	การพิจารณา		
		+1	0	-1
1.	1.			
	2.			

2.7.7 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงที่ในการวัด คะแนนที่สอบได้แต่ละครั้ง จะได้คะแนนใกล้เคียงกัน

การหาความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson Method)

การหาค่าความเชื่อมั่นวิธีนี้ จะใช้แบบทดสอบฉบับเดียว ไปทดสอบกับผู้สอบครั้งเดียว โดยมีการให้คะแนน เป็นระบบ 0 - 1 คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน สูตรของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน มี 2 สูตร คือ สูตร KR-20 และ KR-21 คือ

$$r_{kr20} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right\} \quad (2.2)$$

เมื่อ r_{kr20} = ความเชื่อมั่นแบบทดสอบ
 k = จำนวนข้อทั้งหมดของแบบทดสอบ
 p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1-P
 S^2 = คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด

$$r_{kr21} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left\{ 1 - \frac{\bar{X}(K - \bar{X})}{KS^2} \right\} \quad (2.3)$$

เมื่อ r_{kr21} = ความเชื่อมั่นแบบทดสอบ
 k = จำนวนของข้อสอบ
 \bar{X} = คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกต สูตร KR-21 จะให้ค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น (underestimate) ไม่เหมาะสำหรับแบบทดสอบที่มีข้อสอบที่ง่ายมาก ๆ หรือยากมาก ๆ และจะใช้สูตร KR-21 เมื่อค่าความยากในแต่ละข้อ ต้องเท่ากัน

2.7.8 การหาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอิงกลุ่ม

2.7.8.1 การหาค่าความยาก เป็นการหาสัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกข้อนั้น เมื่อเทียบกับจำนวนคนทั้งหมดที่ตอบคำถามข้อนั้นถูกซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ "p" ดังสูตร

$$p = \frac{H + L}{N} \quad (2.4)$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูกในข้อสอบนั้น

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูกในข้อสอบนั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าความยาก จะมีค่าตั้งแต่ 0.00 - 1.00 ถ้า p เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายแต่ถ้าค่า p เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก การแปลความหมายค่า p ใช้เกณฑ์ ต่อไปนี้

p = .00 - .19 หมายถึง ข้อสอบยากเกินไป

p = .20 - .39 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก

p = .40 - .59 หมายถึง ข้อสอบยากง่ายพอเหมาะ

p = .60 - .80 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย

p = .81 - 1.00 หมายถึง ข้อสอบง่ายเกินไป

2.7.8.2 การหาค่าอำนาจจำแนก เป็นการหาประสิทธิภาพของข้อสอบ ในการจำแนกนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ "r" ดังสูตร

$$r = \frac{H - L}{N/2} \quad (2.5)$$

เมื่อ r แทน ค่าความยากของข้อสอบ

H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น

L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูกในข้อสอบข้อนั้น

N แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า r มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง $+1.00$ ถ้าค่าเป็น $+$ แสดงว่ากลุ่มสูงตอบถูกมากกว่ากลุ่มต่ำแต่ถ้าค่าเป็น $-$ แสดงว่ากลุ่มสูงตอบถูกน้อยกว่ามากกว่ากลุ่มต่ำ การแปลความหมายของค่า r มีเกณฑ์ดังนี้

ค่า $r = .40$ ขึ้นไป หมายถึง มีอำนาจจำแนกสูงมาก

ค่า $r = .30 - .39$ หมายถึง มีอำนาจจำแนกสูง

ค่า $r = .20 - .29$ หมายถึง มีอำนาจจำแนกพอใช้

ค่า $r = .00 - .19$ หมายถึง มีอำนาจจำแนกต่ำ

ค่า $r =$ ติดลบ หมายถึง ไม่มีอำนาจจำแนก

การคัดเลือกข้อสอบข้อสอบที่ใช้ได้ คือ ข้อสอบที่มีค่าความยาก $0.20 - 0.80$ และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยการคัดเลือกต้องพิจารณาทั้งสองค่านี้ กล่าวคือข้อสอบที่ใช้ได้ต้องมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดทั้งสองค่า แต่ถ้าข้อสอบข้อนั้น มีเพียงค่าใดค่าหนึ่ง หรือทั้งสองค่าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด ถือว่าข้อสอบนั้นใช้ไม่ได้

ขั้นตอนหาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก

1. นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ไปทดลองสอบกับนักเรียน แล้วนำมาตรวจให้คะแนน
2. เรียงลำดับคะแนนจากมากไปหาน้อย
3. แบ่งคะแนนของนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็น กลุ่มสูง (H) คือ กลุ่มที่สอบได้คะแนนมากโดยนับจากคะแนนสูงสุดลงมา กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มต่ำ (L) คือ กลุ่มที่สอบได้คะแนนน้อยโดยนับจากคะแนนน้อยที่สุดขึ้นไป ในการแบ่งกลุ่ม อาจแบ่งเป็นกลุ่มละ 25 % หรือ 27 % หรือ 33 % หรือ 50 %
4. หาจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ
5. คำนวณหาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกตามสูตร

2.7.9 หลักการเขียนข้อสอบทั่วไป (อนุวัติ คุณแก้ว. 2547 : Internet)

ในการเขียนข้อสอบ ผู้เขียนข้อสอบต้องมีการวางแผนที่ดี มีทักษะในการเขียนข้อสอบจึงจะทำให้ข้อสอบมีประสิทธิภาพ มีประเด็นที่ผู้เขียนข้อสอบต้องคำนึงถึง ดังนี้ (อนันต์ ศรีโสภา, 2536, หน้า 101 - 102)

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการสอนอย่างชัดเจน ในการเขียนข้อสอบต้องรู้ว่าจุดมุ่งหมายในการสอนในเนื้อหา หรือในวิชาเหล่านั้นมีจุดมุ่งหมายต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถและทักษะใดบ้าง จึงจะได้เขียนแบบทดสอบวัดและประเมินในสิ่งเหล่านั้น

2. มีการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพราะจะช่วยให้ทราบว่า จะเขียนข้อสอบวัดเนื้อหาและพฤติกรรมอะไรซึ่งจะทำให้ข้อสอบมีความเที่ยงตรงในเนื้อหาที่วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ภาษาที่ใช้ในข้อสอบความชัดเจน อ่านเข้าใจง่าย ไม่กำกวม เหมาะสมกับวัยและระดับความรู้ของผู้เรียน ควรเขียนข้อสอบแต่ละข้อลงในใบบัตรแต่ละใบ หรือในแต่ละหน้าของเอกสารในคอมพิวเตอร์ เพื่อจะทำให้สะดวกต่อการบันทึก การคัดเลือก การจัดเรียง และการตรวจทาน

4. เตรียมเฉลยคำตอบ และ กำหนดคะแนน ในขณะที่เขียนข้อสอบ เพื่อป้องกันการลืม และยังเป็นผลย้อนกลับทำให้เห็นข้อบกพร่องของข้อสอบที่เขียนไว้แล้วอีกด้วย ควรเขียนข้อสอบให้มีจำนวนมากว่าจำนวนที่ต้องการในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ทั้งนี้หลังจากการวิเคราะห์ข้อสอบแล้ว จะมีบางข้อถูกคัดออก จงเขียนข้อสอบทันทีหลังจากสอนเนื้อหาวิชานั้นจบแล้ว เพราะยังจำเนื้อหาสาระได้อยู่ ซึ่งจะทำให้ข้อสอบมีประสิทธิภาพในการวัดดียิ่งขึ้น ควรเขียนข้อสอบแต่เนิ่น ๆ ซึ่งช่วยให้ครูได้มีเวลาแก้ไขและตรวจทานได้มากหลังจากครูสอนเรื่องใดจบแล้ว และควรเริ่มลงมือเขียนข้อสอบทันที ทั้งข้อสอบที่เขียนไว้สัก 2 - 3 วัน แล้วกลับมาดูทบทวนใหม่ จะช่วยให้พบข้อบกพร่องและวิธีการแก้ไขได้ดียิ่งขึ้นอีก

สรุปได้ว่า การเขียนข้อสอบให้มีประสิทธิภาพนั้น เริ่มจากการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เขียนข้อสอบโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย หลังจากทีสอนจบใหม่ ๆ และมีจำนวนมากว่าที่ ต้องการ รวมทั้งต้องมีการเตรียมเฉลยคำตอบ และการให้คะแนนด้วย

2.7.7 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

เป็นแบบทดสอบที่นิยมใช้กันมาก สำหรับแบบทดสอบแบบปรนัยเพราะสามารถวัดความรู้ได้ทุกระดับพฤติกรรมของพุทธิพิสัย

2.7.7.1 หลักการสร้างข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. ข้อคำถามต้องกระชับรัด ชัดเจน ถามเรื่องเดียว

(ไม่ดี) จังหวัดใดอยู่ภาคเหนือ และเคยเป็นเมืองหลวง

ก. ชนบุรี ข. อุรุษยา (ค) สุโขทัย ง. กรุงเทพฯ ฯ

(ดีขึ้น) จังหวัดใดที่อยู่ภาคเหนือ

ก. ชนบุรี ข. อุรุษยา (ค) สุโขทัย ง. กรุงเทพฯ ฯ

2 ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้สอบ

(ไม่ดี) วันที่ 5 ธันวาคม ของทุกปี เป็นวันคล้ายวันประสูติของใคร

ก. รัชกาลที่ 5 ข. รัชกาลที่ ค. รัชกาลที่ 7 (ง.) รัชกาลที่ 9

(ดีขึ้น) วันที่ 5 ธันวาคม ของทุกปี เป็นวันคล้ายวันเกิดของใคร

ก. รัชกาลที่ 5 ข. รัชกาลที่ ค. รัชกาลที่ 7 (ง.) รัชกาลที่ 9

3. ไม่ควรใช้คำถามปฏิเสธ หรือปฏิเสธซ้อนกัน ถ้าใช้ควรขีดเส้นหรือพิมพ์เป็นตัวเน้น สำหรับคำที่เป็นปฏิเสธ เช่น

(ไม่ดี) ถ้าไม่มีครอโรฟิลล์ พืชไม่สามารถทำอะไรได้
 เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก.) สัตว์เคราะห์แสง ข. ผลัดใบ ค. คายน้ำ ง. งอก

(ดีขึ้น) ปัจจัยที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง ยกเว้นข้อใด

ก. น้ำ ข. แสงสว่าง ค. คลอโรฟิลล์ (ง.) ก๊าซออกซิเจน

4. ไม่ควรถามสิ่งทีนักเรียนท่องจำจนคล่องปาก ควรถามให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดมากขึ้น เช่น (ไม่ดี) ดวงอาทิตย์ขึ้นทางทิศใด (ดีขึ้น) ถ้าดวงอาทิตย์ขึ้นทางใต้ จะตกทางทิศใด (ไม่ดี) เราควรมีน้ำวันละกี่แก้ว (ดีขึ้น) การดื่มน้ำให้ประโยชน์อย่างไร

5. ควรหลีกเลี่ยงตัวเลือกประเภท "ถูกทุกข้อ" "ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง"

6. ควรจัดเรียงตัวเลือกให้เป็นระบบ การจัดระบบตัวเลือก มีดังนี้

7. ควรมีการกระจายตัวเลือกที่ถูกต้อง ไปตามตัวเลือกต่าง ๆ ไม่ควรมีตัวเลือกตัวใดตัวหนึ่งถูกมากกว่าตัวอื่น ๆ และไม่ควรรีเรียงตัวเลือกที่ถูกต้องเป็นระบบเพราะจะทำให้เดาได้ง่าย เช่น

(ไม่ดี) ข้อ 1 - 5 ตัวเลือก ก. ถูก ข้อ 6 - 10 ตัวเลือก ข. ถูก

ข้อ 11 - 15 ตัวเลือก ค. ถูก ข้อ 16 - 20 ตัวเลือก ง. ถูก

(ไม่ดี) ข้อ 1 ตัวเลือก ก. ถูก ข้อ 2 ตัวเลือก ข. ถูก

ข้อ 3 ตัวเลือก ค. ถูก ข้อ 4 ตัวเลือก ง. ถูก

วนไปมาแบบนี้เรื่อย ๆ

8. ตัวลวงต้องมีความเป็นไปได้ หรือ เป็นตัวเลือกที่น่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เช่น (ไม่ดี) จังหวัดใดที่มีจำนวนผู้แทนราษฎรมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ก. หนองคาย

ข. เชียงใหม่ (เป็นตัวลวงที่ไม่ดี เพราะ อยู่ภาคเหนือ)

(ค.) นครราชสีมา

ง. อุตรธานี

(ดีขึ้น) จังหวัดใดที่มีจำนวนผู้แทนราษฎรมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ก. หนองคาย

ข. กาฬสินธุ์

(ค.) นครราชสีมา

ง. อุตรธานี

9. ควรหลีกเลี่ยงข้อสอบที่ให้ตัดสินใจว่าถูกผิด โดยที่ตัวเลือกในแต่ละตัวเลือกมีเหตุผล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นจริง และอีกส่วนหนึ่งเป็นเท็จ

(ไม่ดี) ข้อใดเป็นจริง

ก. ธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน

ธาตุอาหารรองของพืช คือ ฟอสฟอรัส

ข. ธาตุอาหารหลักของพืช คือ ฟอสฟอรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธาตุอาหารรองของพืช คือ สังกะสี

(ค.) ธาตุอาหารหลักของพืช คือ โพแทสเซียม

ธาตุอาหารรองของพืช คือ แมกนีเซียม

ง. ธาตุอาหารหลักของพืช คือ ไนโตรเจน

ธาตุอาหารรองของพืช คือ แมงกานีส

(ดีขึ้นไป) ข้อใดเป็นธาตุอาหารหลักของพืช

ก. แคลเซียม

(ข.) โพแทสเซียม

ค. แมกนีเซียม

ง. แมงกานีส

2.7.7.2 ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. วัดได้ครอบคลุมทุกพฤติกรรมตั้งแต่ ความรู้ความจำ จนถึง การประเมินค่า
2. ใช้เวลาในการทดสอบไม่มากนัก
3. ตรวจให้คะแนนได้ง่าย มีความเป็นปรนัยสูง
4. เค้าได้ยากกว่าข้อสอบแบบถูกผิด เพราะมีตัวเลือกหลายตัว
5. นำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบได้ง่าย

2.7.7.3 ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. ไม่ส่งเสริมการเขียน การแสดงความคิดเห็น
2. ใช้เวลานานในการเขียนข้อสอบ
3. การเขียนตัวเลือกที่ถูกต้อง และตัวลวงให้ดีขึ้น ทำได้ยาก

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปได้ดังนี้

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

พิมล กลิ่นขจร (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนจากการเรียนเสริมและทบทวนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่องการเขียนสูตรและเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคล และเป็นแบบร่วมมือ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 6 ปีการศึกษา 2597 โรงเรียนพรตพิทยพยัต กรุงเทพฯ จำนวน 60 คน กลุ่มอย่างง่ายเพื่อแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 2 ที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเป็นรายบุคคล และเป็นคู่แบบร่วมมือ และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยได้ข้อสรุปว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้งสองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ($p = .014$) และเมื่อทำการเปรียบเทียบภายหลังด้วยวิธีของ Turkey ได้ข้อสรุปว่า กลุ่มทดลองที่เรียนเป็นรายบุคคล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่เรียนเป็นคู่แบบร่วมมือ แต่กลุ่มทดลองทั้งสองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม 2) ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองทั้งสอง และกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 ($p = .002$) และเมื่อทำการเปรียบเทียบภายหลังด้วยวิธีของ Turkey ได้ข้อสรุปว่า กลุ่มทดลองที่เรียนเป็นรายบุคคล มีความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่เรียนเป็นคู่แบบร่วมมือ แต่กลุ่มทดลองทั้งสองมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่ากลุ่มควบคุม 3) นักเรียนกลุ่มทดลองร้อยละ 92.50 มีความคิดเห็นที่เห็นด้วยต่อการเรียนเสริมและทบทวนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นริศ มะสกุล (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทบทวนกับการทบทวนด้วยตนเองตามปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภชลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 5 หน่วย และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ จำนวน 40 ข้อ

ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่ทบทวนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่ง ทบทวนด้วยตนเองตามปกติ

จรัส จันทร์ชมภู (2543 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง กินคือยู่ติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังเรียนอยู่ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ เจริญอุดมศึกษาน้อมเกล้า เขตสะพานสูง จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวนนักเรียน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน จำนวน 48 คน รวม 94 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งได้ประเมินสื่อการสอน ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีเกณฑ์ความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ มีค่าความยากง่ายระหว่าง .28 - .78 ค่าอำนาจจำแนก .26 - .81 มีค่าความเชื่อมั่น .89 แบบแผนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นฉบับนี้ขอสงวนสิทธิ์ในการนำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83:81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80:80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Marc, Robert and Sara lyn (1991) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาเพื่อพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน : การวิเคราะห์ผลการเรียนของนักเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากันถึงมากกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่ออื่น ๆ มีงานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อพัฒนาการศึกษาด้านอุดมศึกษาน้อย ผู้วิจัยมุ่งที่ผลกระทบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านการพัฒนาองค์ประกอบ และวัดนักเรียนในด้านสถิติ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเข้าเรียนเป็นครั้งแรก ไม่มีประสบการณ์ด้านคอมพิวเตอร์ มีคะแนนจากการทดสอบของวิทยาลัยอเมริกัน (American College Test : ACT) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เคลิฟอร์เนีย (CATO) บ่งชี้ถึงระดับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาในกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากันหรือสูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้ใช้ CAI อย่างมีนัยสำคัญ

Conrad, Karen and Wendy (1991) ได้ทำการวิจัยเรื่องเกรดและความรู้ที่ดีขึ้นอันเป็นผลจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการศึกษาประสิทธิผลของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนวิชาสังคมวิทยา 100 การออกแบบการวิจัยเชิงทดลอง โดยแบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่ม ใช้ผู้สอนคนเดียว สอนวิชาสังคมศึกษา ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะได้รับการทดสอบด้านทัศนคติต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดผลของการใช้ซอฟต์แวร์ต่อความรู้ของนักเรียนในด้านสังคมวิทยา การวิเคราะห์ผลจากการทดสอบหลังเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนการทดสอบก่อนเรียน แสดงถึงทัศนคติของกลุ่มที่มีต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ผลต่อครูและความสามารถส่วนบุคคลในการใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นไปในทางบวกหลังจากจบบทเรียน ในกลุ่มใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Cordell (1989) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้ในทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นกระบวนการในการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) วัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 200 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม (Sampling Unit) 1 ห้อง จำนวน 40 คน

3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้แยกการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่องการแยกสาร
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่องการแยกสาร
- 3.2.3 แบบประเมินหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากเอกสารและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2544 (ฉบับปรับปรุง 2533) หมวดวิชาบังคับเลือก (วิชาวิทยาศาสตร์) วิชาเคมี ว 032 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยเลือกศึกษาเรื่อง การแยกสาร ซึ่งเป็นเนื้อหากระบวนการทดลองเพื่อแยกสารในสาร เป็นรู้เบื้องต้นก่อนที่จะเรียนเนื้อหาต่อไป

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชาเคมี ว 431

3.2.1.4 นำเนื้อหามาเขียน storyboard เพื่อกำหนดแนวทางในการดำเนินเรื่องของเนื้อหา ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น

3.2.1.5 แล้วนำ storyboard ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ได้ทำการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง สอดคล้อง เหมาะสม เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

3.2.1.6 นำ storyboard ที่ผ่านการแก้ไขแล้ว สร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.7 เมื่อได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วนำมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อประเมินหาคุณภาพ แล้วนำไปปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำไปแก้ไขปรับปรุง

3.2.1.8 เขียนเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เรียน และสำหรับครูผู้สอน

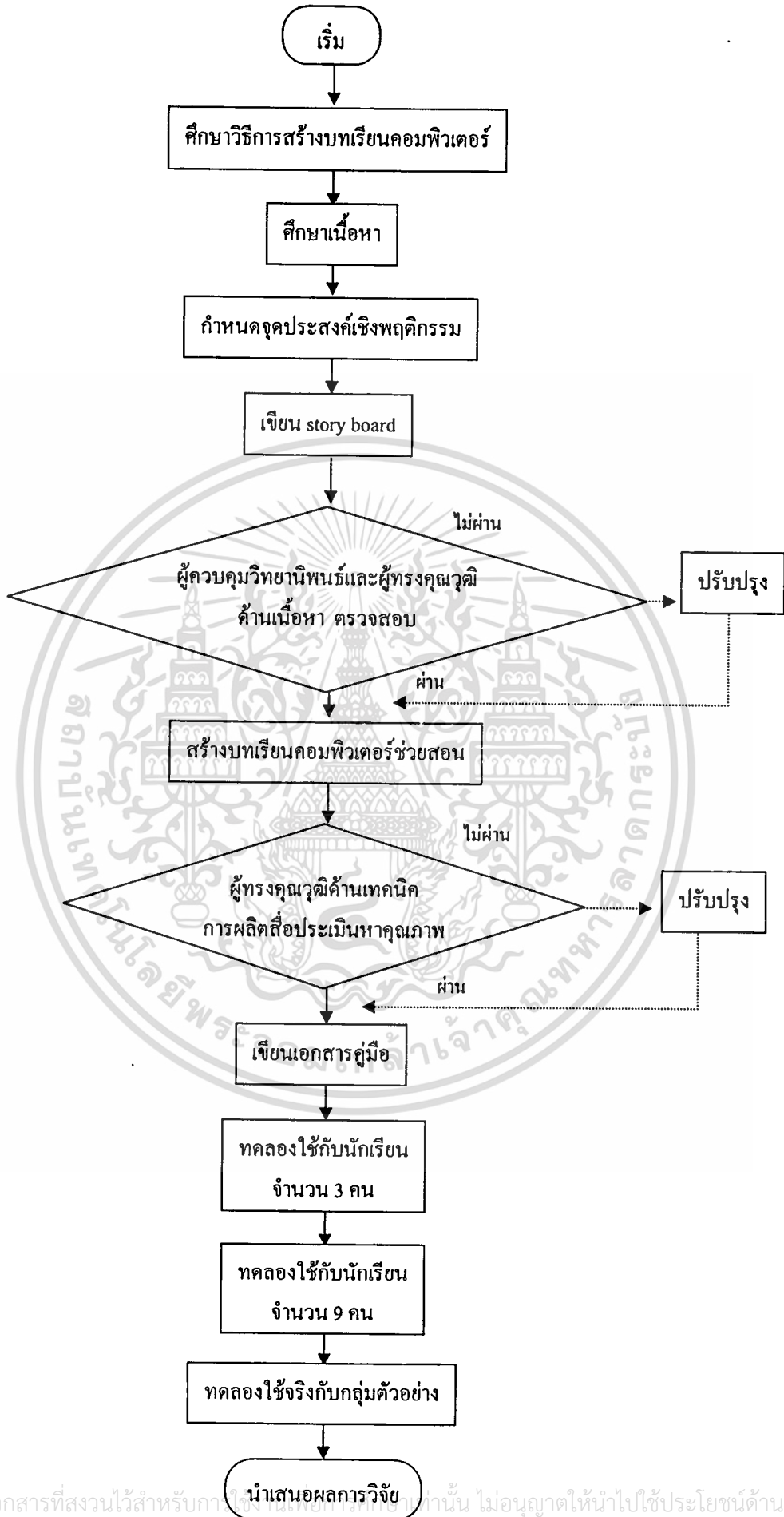
3.2.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อนและไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน สังเกตและสอบถามคู่มือของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากนักเรียน นำผลที่ได้ไปแก้ไขปรับปรุง

3.2.1.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 9 คน

3.2.1.11 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วจากการสังเกตและสอบถามคู่มือของแล้วนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2.1.12 นำเสนอผลการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น **ภาพที่ 3.1** แผนผังดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้จัดสร้างขึ้นครอบคลุมเนื้อหา เรื่องการแยกสาร โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้จากหนังสือสถิติเพื่อการวิจัย (กานดา พูนลาภทวี. 2530 : 85)

3.2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมบทเรียนที่ใช้ในการทดสอบเพื่อสร้างแบบทดสอบให้มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและพฤติกรรม

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พฤติกรรมเชิงความรู้						รวม
	ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	
ตอนที่ 1 การกลั่น							
1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการกลั่น	2	2	-	2	-	-	6
2. อธิบายขั้นตอนการกลั่นได้							
ตอนที่ 2 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ							
1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ	2	2	-	2	-	-	6
2. อธิบายขั้นตอนการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้							
ตอนที่ 3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย							
1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลาย	2	2	-	2	-	-	6
2. อธิบายขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายได้							
ตอนที่ 4 โครมาโตกราฟี							
1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยโครมาโตกราฟี	2	2	-	2	-	-	6
2. อธิบายขั้นตอนโครมาโตกราฟีได้							
ตอนที่ 5 การตกผลึก							
1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการตกผลึก	2	2	-	2	-	-	6
2. อธิบายขั้นตอนการตกผลึกได้							
รวม	10	10	0	10	0	0	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 3.1 แสดงการวิเคราะห์หัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ดังนี้ วัดความรู้ความจำจำนวน 10 ข้อ วัดความเข้าใจจำนวน 10 ข้อ ส่วนวัดการวิเคราะห์ จำนวน 10 ข้อ ส่วนวัดการนำไปใช้ วัดการสังเคราะห์ และวัดการประเมินค่า ไม่มีการวัดผล

3.2.2.3 เขียนข้อสอบชนิด 4 ตัวเลือกให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ของบทเรียนที่ใช้ในการทดสอบให้ได้ข้อสอบ 40 ข้อ

3.2.2.4 หาค่าความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาติรี เกิดธรรม. 2544 : 102)

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (ดูภาคผนวก ฉ หน้า 115-123)

3.2.2.5 นำข้อสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาการสอนวิชาเคมี ตรวจสอบพิจารณาแล้ว ปรับปรุงแก้ไข

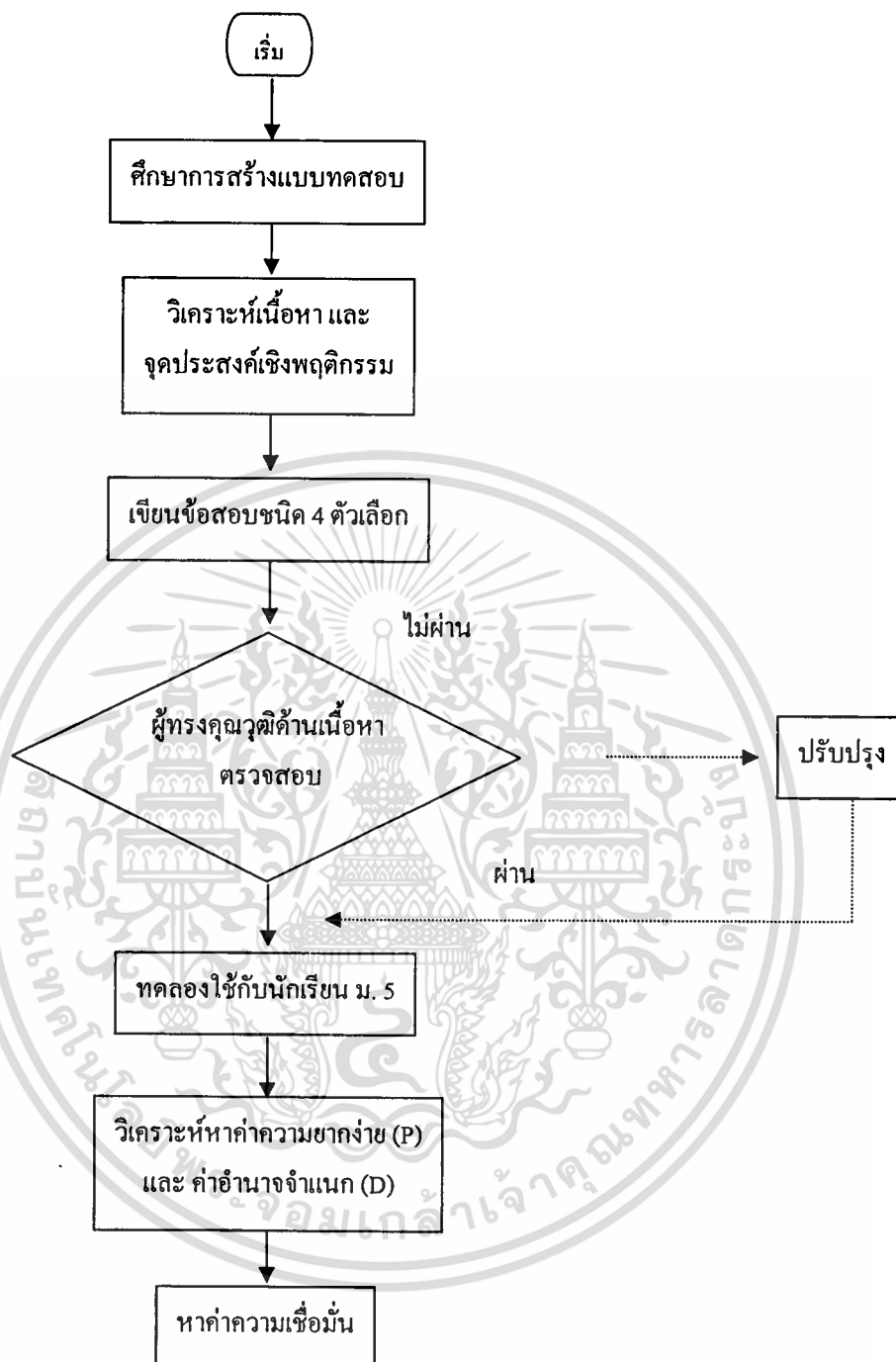
3.2.2.6 นำแบบข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.2.2.6 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P ระหว่าง .20-.80) และค่าอำนาจจำแนก (D ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป) ได้ข้อสอบเพื่อทดลองจริงจำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมเนื้อหา และตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 210)

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80 ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.77 (ดูภาคผนวก ฉ หน้า 124)

3.2.2.7 หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) = 0.82 (ดูภาคผนวก ฉ หน้า 125-128)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แผนผังดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 การสร้างแบบการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเป็นแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบประเมินด้านเนื้อหาและ แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงพาณิชย์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.1 กำหนดจุดประสงค์และหัวข้อของแบบประเมิน

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินและกำหนดมาตราวัดและระดับคะแนนโดยใช้มาตราวัดทัศนคติตามวิธีของลิเคิร์ท ที่มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนน 5 ระดับ ดังนี้ (โอวาท พูลศิริ. 2543 : 175)

คะแนน 5 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก

คะแนน 4 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี

คะแนน 3 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับน้อย

คะแนน 1 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพัฒนา

3.2.3.3 สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ

3.2.3.4 นำแบบประเมินให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง

3.2.3.5 ได้แบบประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3.2.3.6 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร ตามรายการที่กำหนด โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ที่ได้ สามารถนำมาแปลผลได้ดังนี้

คะแนน 4.50-5.00 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก

คะแนน 3.50-4.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี

คะแนน 2.50-3.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลาง

คะแนน 1.50-2.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับน้อย

คะแนน 1.00-1.49 หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับพัฒนา

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป คือระดับดี จึงถือว่ายอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน ดังนี้

ถ้า S.D. = 0 หมายถึง ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน

0 < S.D. < 1 หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

S.D. > 1 หมายถึง ผู้ประเมินมีความเห็นแตกต่างกัน

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมินค่า S.D. ที่ได้ ไม่ควรเกิน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ทำหนังสือเพื่อขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษาจากคณะครุศาสตร์ อดุสสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ส่งให้โรงเรียนเบญจมเทพ อุทิศจังหวัดเพชรบุรี เพื่อขออนุญาตทำวิจัย

3.3.2 ลุ่มอย่างง่ายโดยห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ได้กลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม จำนวน 40 คน

3.3.3 การดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.3.3.1 ผู้วิจัยอธิบายวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.3.2 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre Test)

3.3.3.3 ให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเองตามลำดับขั้น ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.3.4 เมื่อเสร็จจากการเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post Test)

3.3.4 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณหาค่า t -test จากความแตกต่างระหว่าง คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) เปรียบเทียบผลการทดสอบหลังเรียนภายหลังจาก ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว (Post Test) นำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ โดยการวิเคราะห์ ดังนี้

3.4.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC)

3.4.2 หาค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.3 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

3.4.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

3.4.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.4.6 หาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ค่าสถิติ t -test

3.4.7 หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5.1.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (ชาติรี เกิดธรรม. 2544 : 101)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum x}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
(Index of item – Objective Congruence)

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ผลจากแบบทดสอบ

3.5.2.1 หาค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (ล้วน สายศมและอังคณา สายยศ. 2542 : 73)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N} \quad (3.2)$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ย
 $\sum x$ = ผลรวมของคะแนน
 n = จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3.5.2.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad (3.3)$$

เมื่อ $\sum x$ = ผลรวมของคะแนน
 $\sum x^2$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 N = จำนวนคะแนนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 หาค่าความยากง่าย

ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ คำนวณจากสูตร (ลิวน สายยศและอังคณา สายยศ. 2542 :209)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3.4)$$

เมื่อ P = ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ
 R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.5.4 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยใช้สูตรของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง – กลุ่มต่ำเป็นการหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ใช้สูตร (ลิวน สายยศและอังคณา สายยศ. 2542 : 210-211)

$$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3.5)$$

เมื่อ D = ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_U = จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_L = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.5.5 หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ

ผู้วิจัยใช้สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของ Kuder Richardson โดยใช้สูตร KR-20 (ลิวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2838 : 210-211)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \quad (3.6)$$

เมื่อ r_{tt} = ความเชื่อมั่นแบบทดสอบ
 n = จำนวนข้อทั้งหมดของแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ p = ใช้งานส่วนตัวของคนที่ทำถูกในแต่ละข้อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$q = \text{สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ} = 1-P$$

$$S_i^2 = \text{คะแนนความแปรปรวนทั้งหมด}$$

3.5.6 ทาค่า t-test

การทดสอบหานัยสำคัญ ความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบเฉลี่ย ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้สูตรการหาค่า t-test แบบ Dependent (สัจจิวรรณ ทรรพวุธ. 2546 : 246-247) ดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\frac{\sqrt{n\sum D^2 - (\sum D)^2}}{n-1}} \quad (3.7)$$

เมื่อ D คือ เป็นความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
n คือ จำนวนคู่
กำหนดให้ Df = n-1 และ $\alpha = .05$

3.5.7 หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ใช้สูตรต่อไปนี้ (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2534 : 491)

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

(3.8)

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

เมื่อ

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละจากการตอบคำถามในทุกรอบแบบทดสอบระหว่างเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ถูกต้อง

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ถูกต้อง

$\sum x$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์โดยหลักการทางสถิติ และได้นำเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

- 4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
- 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน
- 4.4 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

4.1 ผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ซึ่งผลการสร้างมีดังนี้

- 4.1.1 เนื้อหาที่นำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ การแยกสาร
- 4.1.2 ผลการหาความตรงตามเนื้อหา (IOC) โดยนำแบบทดสอบทั้งหมด 60 ข้อให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (ดูภาคผนวก ฉ หน้า 115-123)
- 4.1.3 ผลการหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนในรายวิชาเคมี เรื่องการแยกสารมาแล้ว จำนวน 30 คน ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.27 – 0.53 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.82 (ดูภาคผนวก ฉ หน้า 124-128)
- 4.1.4 แบบฝึกหัดสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย โดยให้ผู้เรียนได้ทดสอบหลังเรียนจบในแต่ละเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบจากคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	<i>N</i>	\bar{X}	<i>SD</i>	<i>t - test</i> *
ก่อนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	40	14.82	2.33	25
หลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	40	24	1.99	

*ระดับนัยสำคัญที่ .05 ($\alpha = .05$, $df = 39$, $t = 1.684$)

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลปรากฏดังนี้ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 14.82 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 24 คะแนน นำมาหาค่าสถิติโดยใช้ *t-test* ได้เท่ากับ 25.00

เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าวิกฤต *t* ตาราง ($t = 1.684$) มีค่ามากกว่าค่า *t* ที่คำนวณได้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อนำคะแนนเฉลี่ยมาเปรียบเทียบ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สรุปว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแยกสาร จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ฉ หน้า 133-136)

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

4.2.1 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการนำผลคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ 80:80 ซึ่งมีผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น

ประสิทธิภาพของบทเรียน	ค่าร้อยละ
คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	80.52
คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนเรียน (E_2)	80.00

เกณฑ์ที่กำหนด ($E_1; E_2$) 80:80

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่า ค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 80.58 และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 80.00 ซึ่งผลการทดลองที่ได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ที่ 80 : 80 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 125-132)

4.4 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน ซึ่งผลการประเมินมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

คะแนนเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน	คะแนน	แปลความหมาย
คะแนนเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา	4.64	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน	4.62	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน	4.63	ดีมาก

จากตารางที่ 4.3 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน พบว่า ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เท่ากับ 4.68 และผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน เท่ากับ 4.62 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 4.63 จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การแยกสาร ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ หน้า 111-113)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี โดยมีสาระสำคัญพอสรุปได้ดังนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร

5.1.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี และได้ลงทะเบียนเรียน วิชาเคมี 1 จำนวน 5 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวม 200 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี และได้ลงทะเบียนเรียน วิชาเคมี 1 จำนวน 40 คน โดยการสุ่มเลือกมา 1 ห้องเรียน จากห้องเรียนทั้งหมด 5 ห้องเรียน จากนั้นจึงนำห้องเรียนที่เลือกได้มาสุ่มอีกครั้ง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการ

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแยกสาร ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพแบบทดสอบ โดยมีค่าดัชนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงในสิทธิบัตรซึ่งขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ผู้อ่านและผู้จัดทำหนังสือพิมพ์หรือสิ่งพิมพ์อื่น ๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.5 – 1.0 มีค่าความยากง่าย 0.2 – 0.8 ค่าอำนาจจำแนก 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น 0.82

3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน

5.1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร ตามขั้นตอนการสร้างบทเรียนที่ได้อธิบายรายละเอียดไว้ในบทที่ 3

2. ติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3. ประเมินคุณภาพของบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน ด้านละ 3 ท่าน รวม 6 ท่าน และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

4. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด โดยให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาจาก บทเรียนที่สร้างขึ้น ก่อนการศึกษาบทเรียนผู้วิจัยอธิบายวิธีการใช้บทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนศึกษาบทเรียน ระหว่างการเรียนรู้ นักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนตามลำดับ เมื่อเสร็จการศึกษาบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยนำผลการเรียนที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียน และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่อไป

5. หาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งได้จากแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80:80

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (t-test แบบ Dependent) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา (Content validity) การหาความยากง่าย (P) การหาค่าอำนาจจำแนก (D) การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt})

2. หาคุณภาพของบทเรียน โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอนนั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1; E_2$) โดยการวิเคราะห์คะแนนของผู้เรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้เกณฑ์ 80 : 80

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์ผลคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยใน สามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการประเมินบทเรียน จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน มีผลดังนี้ ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เท่ากับ 4.64 และผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน เท่ากับ 4.62 ซึ่งค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 4.63 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

2. ผลการหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลดังนี้ ประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน เท่ากับ 80.52 และประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 80.00 ซึ่งใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80:80

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 14.82 และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 24 และนำผลคะแนนมาหาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test แบบ dependent ได้ค่าเท่ากับ 25.00 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับตาราง t-test แล้ว มีค่าเท่ากับ 1.684 ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.2.1. ประสิทธิภาพของบทเรียน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การแยกสาร จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.58 : 80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80:80 ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนได้ผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพหลายขั้นตอน โดยเริ่มจากการหาประสิทธิภาพจากการทดลองเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยแบ่งระดับนักเรียนเป็น (เก่ง ปานกลาง อ่อน) อย่างละ 1 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน จากผลการทดลองพบว่าบทเรียนในเนื้อหาเรื่องการทดลองไม่สามารถแสดงผลได้ จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแก้ไขปัญหาก่อนการทดลองครั้งต่อไป ทดลองแบบกลุ่มย่อยกับนักเรียนจำนวน 6 คน โดยแบ่งระดับผู้เรียนเป็น (เก่ง ปานกลาง อ่อน) อย่างละ 2 คน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนใช้เวลาในการตอบแบบทดสอบระหว่างเรียนค่อนข้างมาก เนื่องจากคำถามของแบบทดสอบไม่ค่อยชัดเจน ผู้วิจัยจึงทำการแก้ไขให้ดีขึ้นก่อนการนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด

การหาประสิทธิภาพบทเรียนในการทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน จากการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการวิจัยที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ คุณิต พันธุ์พฤษย์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83:81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80:80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างผลที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลัง จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาถึงผลที่เกิดจากการวิจัยดังกล่าวแล้วพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนั้นได้ยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการสอนของ Robert Gagné ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้ (อำนาจ เศษชัยศรี. 2542 : 116 – 117)

ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยใช้วิธีการเร้าความสนใจของผู้เรียน (Gain Attention) โดยให้ผู้เรียนได้เห็นภาพจำลองการทดลองแต่ละชนิด ซึ่งเป็นภาพกราฟิกที่สวยงาม นอกจากนี้เทคนิคการนำเสนอเนื้อหาที่ใช้ในบทเรียนก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน โดยเริ่มจากการบอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) ของบทเรียนโดยเนื้อหาแต่ละตอนจะมีวัตถุประสงค์กำกับไว้ทุกตอน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายของการเรียนว่าผู้เรียนศึกษาแล้วจะมีความรู้อะไรบ้าง การทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) บทเรียนมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการเรียนโดยการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นคำพูดเพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาเก่ากับเนื้อหาใหม่ให้สอดคล้องกัน การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) จะนำเสนอภาพประกอบที่เกี่ยวกับเนื้อหา โดยใช้คำพูดสั้นๆ ง่ายๆ ได้ใจความชัดเจน การใช้คำพูดเพื่อชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ (Guide Learning) บทเรียนได้สอดแทรกเทคนิคการเชื่อมโยงเนื้อหาเพื่อเป็นแนวทางการเรียนรู้บทเรียน เช่น การใช้คำพูดชี้แนะ การใช้รูปภาพประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นต้น การกระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมคิดและปฏิบัติการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนได้ตอบสนองบทเรียน โดยใช้แบบฝึกหัดให้ทดสอบความรู้ (Assess Performance) ของผู้เรียนหลังจบบทเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนจะทราบผลคะแนนทำแบบฝึกหัดแล้ว ผู้เรียนจะได้รับคำตอบที่ถูกต้องอยากทันทีทันใด โดยบทเรียนจะให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ในรูปแบบของคำเฉลย

การจำแนกและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหา ก่อนจบบทเรียน สังเกตได้จาก หลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาแต่ละบทเสร็จแล้ว บทเรียนจะสรุปเนื้อหาแต่ละตอนเพื่อย้ำความรู้ที่เคยเรียนมาทั้งหมด ซึ่งถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนสามารถสอบถามอาจารย์ผู้สอน หรือแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เรียนด้วยกัน โดยข้อมูลดังกล่าวมาทั้งหมดเป็นผลทำให้ผลการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 24.00$) ของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 14.82$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการสอนควบคู่กับการเรียนการสอนจริงในห้องเรียน หรือใช้เป็นแหล่งทบทวนความรู้และศึกษาเพิ่มเติม จะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้น
2. ผู้เรียนควรที่จะต้องศึกษาวิธีการใช้งานบทเรียน และควรปฏิบัติตามทุกขั้นตอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพทางการเรียนสูงสุด
3. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้เทคนิคการนำเสนอเนื้อหาที่สร้างความสนใจผู้เรียนให้มากที่สุด เช่น การปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน และการนำเสนอสถานการณ์จำลอง ในหลายๆ รูปแบบ เป็นต้น
4. จากการวิจัยพบว่า การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนและในด้านความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ไม่เท่ากัน
5. กำหนังก่อนเรียน และการแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดว่าเป็นสิ่งที่สำคัญ เพราะจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนได้อย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. บ ทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์ ควรมีการเพิ่มปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียน และเป็นการเพิ่มความสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

2. สถาบันการศึกษาควรมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาค้นคว้าจากอินเทอร์เน็ต หรือจากสื่อการเรียนการสอนประเภทซีดีรอม และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนจะได้คุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน

7



บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. 2533. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์กรมวิชาการ.

กิดานันท์ มลิทอง. 2531. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.

จรัส จันทร์ชมภู. 2542. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน . วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.

ชาญชัย ลิ้มเจริญ. 2544. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพันธุกรรม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิชย์ จำกัด.

คูสิต พันธุ์ฤกษ์. 2544. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน = The development of computer assisted instruction on biology in science 041 : human digestion. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษา วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นริศ มะสกุล. 2543. ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทบทวนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องปฏิกิริยานิวเคลียร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดนอมพร (ตัมพิพัฒน์) เถาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทวงกลมโปรดักชั่น จำกัด.

เปี่ยมศักดิ์ แสนศิริทวีสุข. 2541. การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย เรื่องน้ำเพื่อชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของเจ้าของหนังสือเพื่อใช้ในการเรียนการสอน โดยอนุญาตให้ท่านใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งท่านมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พิมล กลิ่นขจร. 2538. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน จากการศึกษาเปรียบเทียบ และทดสอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี ระหว่างการเรียนเป็นรายบุคคลและเป็นคู่แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พิชิต ฤทธิจรูญ. 2544. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ , สถาบันราชภัฏพระนคร.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2537. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. (พิมพ์ครั้งที่ 8) กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิการพิมพ์.
- ปิ่น ภู่วรรณ. 2531. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ไมโครคอมพิวเตอร์ 36.3 (กุมภาพันธ์) : 120-129.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : พี.ที. พรินท์ จำกัด.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2539. เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอน : เทคโนโลยีการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- วารินทร์ สายโอบเอื้อ. 2542. การทดสอบทางจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยาและการแนะแนว คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.
- วีรพันธ์ คำดี. 2543. สร้างมัลติมีเดียสมบูรณ์แบบโดยใช้ Macromedia Authorware 5. กรุงเทพฯ : บริษัทซัคเซสมีเดีย จำกัด.
- วันชัย ฉลวยเจริญวงศ์. 2538. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ความคงทน และความชอบจากการนำเสนอแบบส่วนย่อยและการนำเสนอแบบทั้งกรอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สจีวรรณ ทรรพวสุ. 2546. การวิจัยทางการศึกษา. คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.
- สมหญิง เจริญจิตรกรรม. 2525. เทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. 2527. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหมิตร.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุวิทย์ สินที. 2537. การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ แบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบในวิชาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ระดับ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชา
ครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.

สืบศักดิ์ พันธุ์ไพโรจน์. 2536. ผลการเรียนรู้จากการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ สอบการออกแบบแผ่น
ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักนายกรัฐมนตรี. 2542. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542,สำนักงาน
คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าพระนครเหนือ.

อนันต์ ศรีโสภา. 2525. การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

อนุวัติ คุณแก้ว. 2547. หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. [Online]. Available :

<http://www.ripb.ac.th/ELEARN/Dranuwat>.

อมรฤทธิ์ อุทรรักษ์. 2545. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่
ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องพลังงานกับชีวิต.
วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Conrad , Vogler ; Karen, O' Quinn, and Wendy Paterson. 1991. "Grade and Knowledge
Improvement as a Result of Computer – Assisted Instruction". **Journal of
Educational Technology System** 19 (March 1990-1991).

Cordell , B.J. 1989. **The Effect of Different Learning Styles on Outcome Of Educational
using Two Computer – Assisted Instructional Design**. Dissertations Abstract
International. 50.

Gage', Robert M., W. Wager, and A. Rojas – 1981. **Planning and Authoring Computer
Assisted Instruction Lessons**. "Educational Technology"
70 (9) : 12 – 21 ; September.

Marc, leaders ; Robert, Davidson ; and Sara Lyn , Gold 1991. "Computer – Assisted Instruction
and Developmental Studies : An Analysis of Student Performance". **Jour of
Educational Technology System**19; March 1990 –1991.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.
หนังสือหนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศษ 0524.04 / 4484

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ (อาจารย์นคร ตั้งคะภิกพ)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร” และ
ได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2545 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึง
ขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4485

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สมศักดิ์ ดังคะภิกพ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่า
มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งาน
วิจัยของ นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4485

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์จรรยา มีสกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอบเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่า
มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งาน
วิจัยของ นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4485

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นายสงคราม มีบุญมา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุดมศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร"

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวจิราพร พลายประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร: 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4485

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ฐาปณีย์ ธรรมเมธา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร"

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยในทางวิจัยของนางสาวจิราพร พลายประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร: 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4485

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ประทีน กล้ายานาค

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร พลายุประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร"

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนางสาวจิราพร พลายุประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร: 02-326-4325

เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งมาไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ศธ 0524.04/ 4485

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

19 ตุลาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ปารณี นาคอินทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย

ด้วย นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การแยกสาร"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินสื่อการสอนดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่า
มีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งาน
วิจัยของ นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

เนื้อหาวิชา เรื่องการแยกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้ให้นักเรียนสามารถ

ตอนที่ 1 การกลั่น

1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการกลั่น
2. อธิบายขั้นตอนการกลั่นได้

ตอนที่ 2 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
2. อธิบายขั้นตอนการสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้

ตอนที่ 3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลาย
2. อธิบายขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายได้

ตอนที่ 4 โครมาโตกราฟี

1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยโครมาโตกราฟี
2. อธิบายขั้นตอนโครมาโตกราฟีได้

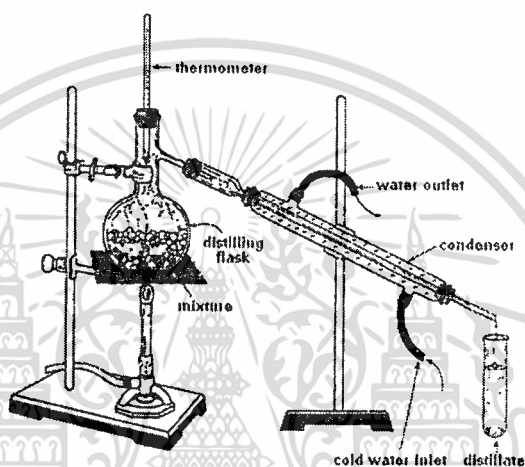
ตอนที่ 5 การตกผลึก

1. บอกชนิดของสารที่แยกสารให้บริสุทธิ์ได้ด้วยการตกผลึก
2. อธิบายขั้นตอนการตกผลึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 การกลั่น

นักเรียนทราบแล้วว่าน้ำทะเลมีเกลือหลายชนิดละลายอยู่ ถ้าต้องการแยกน้ำออกจากน้ำทะเลทำได้โดยนำน้ำทะเลมาต้มให้น้ำระเหยเป็นไอแล้วผ่านไอน้ำไปของเหลว วิธีการเช่นนี้เรียกว่า การกลั่น การกลั่นเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้แยกสารองค์ประกอบออกจากสารละลาย โดยตัวทำละลายและตัวถูกละลายต้องมีจุดเดือดแตกต่างกันมาก เช่น น้ำเกลือ ประกอบด้วยน้ำซึ่งมีจุดเดือด 100°C และโซเดียมคลอไรด์ซึ่งมีจุดเดือด 1413°C เมื่อกลั่นน้ำเกลือจะมีแต่น้ำเท่านั้นที่ระเหยเป็นไอออกมา เมื่อไอควบแน่นจะได้น้ำบริสุทธิ์ ทำให้สามารถแยกน้ำออกจากน้ำเกลือได้ อุปกรณ์การกลั่นแสดง ดังรูป



ภาพที่ 1 การกลั่น

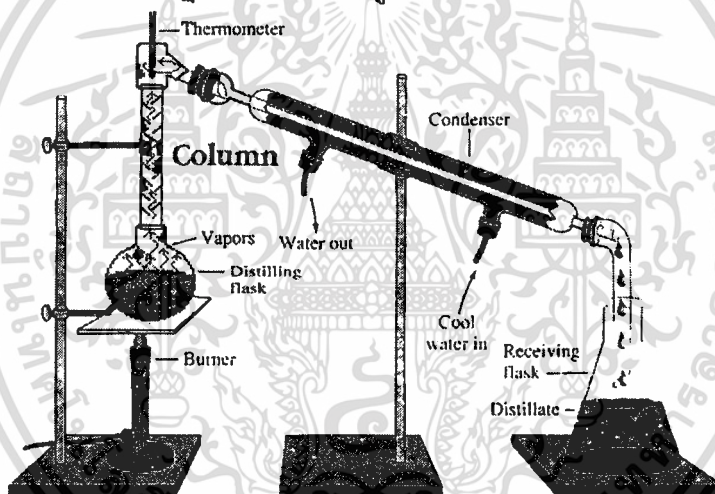
สำหรับสารละลายที่ตัวทำละลายและตัวถูกละลายมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน เช่น สารละลายของเบนซีนในโทลูอิน เบนซีนมีจุดเดือด 80°C และโทลูอินมีจุดเดือด 110°C นักเรียนคิดว่าจะใช้วิธีการกลั่นดังกล่าวข้างต้นแยกเบนซีนที่ผสมอยู่ในโทลูอินออกมาได้หรือไม่

มีผู้ศึกษาหาปริมาณของเบนซีนและโทลูอินที่ได้จากการกลั่น ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการกลั่นสารละลายเบนซีนกับโทลูอิน (อัตราส่วน 1: 1 โดยปริมาตร)

ช่วงอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ร้อยละขององค์ประกอบที่กลั่นได้	
	เบนซีน	โทลูอิน
80 – 85	90	10
85 – 90	72	28
90 – 95	55	45
95 – 100	45	55
100 – 105	27	73
105 – 110	10	90

เมื่อพิจารณาข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่าถึงแม้จะควบคุมอุณหภูมิเป็นเท่าใดก็ตาม วิธีดังกล่าวก็ไม่สามารถแยกเบนซีนออกจากโทลูอินจนเป็นสารบริสุทธิ์ ได้ถ้าต้องการให้ได้เบนซีนหรือ โทลูอิน บริสุทธิ์จะต้องนำสารที่กลั่นได้ในแต่ละส่วนไปกลั่นซ้ำอีกหลาย ๆ ครั้ง ในทางปฏิบัติทำโดยการผ่านไอของสารที่ต้องการกลั่นเข้าไปในคอลัมน์ที่มี ลูกแก้วจะดูดความร้อนได้บางส่วน ทำให้คอลัมน์ส่วนล่างมีอุณหภูมิสูงกว่าคอลัมน์ส่วนบน เมื่อสารได้รับความร้อนไอของสารที่มีจุดเดือดต่ำจะผ่านคอลัมน์เข้าสู่เครื่องควบแน่นและกลั่นตัวเป็นของเหลวได้ก่อน ส่วนไอของสารที่มีจุดเดือดสูงกว่าเมื่อกระทบกับลูกแก้วจะมีอุณหภูมิลดต่ำลง และควบแน่นเป็นของเหลวตกกลับสู่ภาชนะเดิม และเมื่อได้รับความร้อนสูงขึ้นก็จะกลายเป็นไอและการควบแน่นจะเกิดอยู่ภายในคอลัมน์ใหม่การกลายเป็นไอและการควบแน่นจะเกิดอยู่ภายในคอลัมน์ที่บรรจุลูกแก้วอย่างต่อเนื่องเสมือนเป็นการกลั่นซ้ำหลาย ๆ ครั้ง วิธีการเช่นนี้จะทำให้สารที่มีจุดเดือดต่ำกลั่นแยกตัวออกมาก่อน ส่วนสารที่มีจุดเดือดสูงจะกลั่นแยกตัวออกมาภายหลังวิธีนี้เรียกว่า การกลั่นลำดับส่วน อุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นลำดับส่วนในห้องปฏิบัติการแสดงดังรูป



ภาพที่ 2 การกลั่นลำดับส่วน

วิธีการกลั่นที่กล่าวมาแล้วนั้นนอกจากจะทำให้ได้สารที่มีความบริสุทธิ์ อาจใช้เพื่อแยกสารผสมออกเป็นส่วน ๆ ตามช่วงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน เช่น การกลั่นน้ำมันดิบซึ่งมีสารประกอบของคาร์บอนหลายชนิดผสมกันอยู่และมีจุดเดือดใกล้เคียงกัน เมื่อกลั่นน้ำมันดิบในหอกลั่นจะได้สารชนิดต่าง ๆ แยกออกมาตามช่วงอุณหภูมิของจุดเดือด เช่น สารที่มีช่วงจุดเดือดระหว่าง $20^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า ปิโตรเลียมอีเทอร์ ใช้เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ และสารที่มีช่วงจุดเดือดระหว่าง $40^{\circ}\text{C} - 205^{\circ}\text{C}$ เรียกว่า น้ำมันเบนซิน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์

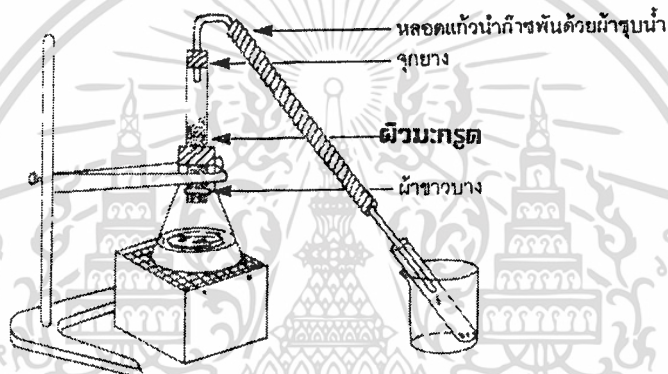
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

นักเรียนเคยทราบว่า ราก ใบ ดอก ผล หรือลำต้นของพืชชนิดมีกลิ่นหอมหรือมีน้ำมัน เรียกว่าน้ำมันหอมระเหยสะสมอยู่ การแยกสารที่มีกลิ่นหรือน้ำมันออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืชอาจทำได้ด้วยวิธีการง่าย ๆ เช่น การบีบ การคั้น หรือการละลายในตัวทำละลายนอกจากนี้ยังมีวิธีอื่นที่ใช้แยกสารดังกล่าวออกจากพืชซึ่งนักเรียนจะได้ทำการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูด

1. การจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้ในการกลั่นด้วยไอน้ำดังรูป
2. ใส่ผิวมะกรูดหั่นฝอยในหลอดที่เตรียมไว้ประมาณ 3 ใน 4 ของหลอด
3. ใส่น้ำประมาร 20 cm³ ลงในขวดรูปกรวยขนาด 250 cm³ คมให้เดือดแล้วนำหลอดทดลองที่ใส่ผิวมะกรูดในข้อ 2 พร้อมหลอดนำก๊าซมาสวมที่ปากขวดรูปกรวย



ภาพที่ 3 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำอย่างง่าย

เมื่อไอน้ำผ่านไปยังผิวมะกรูด น้ำมันจากผิวมะกรูดซึ่งมีจุดเดือดสูงจะกลายเป็นไอ ปนออกมาพร้อมกับไอน้ำแต่ไม่รวมกับน้ำ วิธีการเช่นนี้เรียกว่าการสกัด โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ เราสามารถแยกน้ำมันจากผิวมะกรูดออกจากน้ำได้โดยวิธีง่าย ๆ เช่น ใช้หลอดหยดดูดส่วนที่เป็นน้ำมันตอนบนหรือถ้าสารมีปริมาณมาก อาจใช้กรวยแยกแยกสารออกจากกันได้ ตัวอย่างพืชและส่วนของพืชที่ใช้สกัดน้ำมันหอมระเหย

นอกจากพืชตัวอย่างดังกล่าวแล้ว นักเรียนรู้จักพืชชนิดอื่นอีกหรือไม่ที่สามารถนำมาสกัดน้ำมันหอมระเหยได้ และถ้าต้องการจะสกัดสีของดอกไม้หรือใบไม้จะใช้วิธีนี้ได้หรือไม่

ตอนที่ 3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย

นักเรียนคงเคยเห็นมาแล้วว่า เมื่อผสมน้ำกับน้ำมันจะได้สารแยกเป็นสองชั้น แต่ถ้าผสมน้ำกับเอทานอลจะได้สารเนื้อเดียว แสดงว่าน้ำจะละลายในเอทานอลแต่ไม่ละลายในน้ำมัน การที่สารแต่ละชนิดละลายได้ในตัวทำละลายที่แตกต่างกันทำให้สามารถนำหลักการนี้ไปใช้แยกสารออกจากกันได้ โดยวิธีการที่เรียกว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

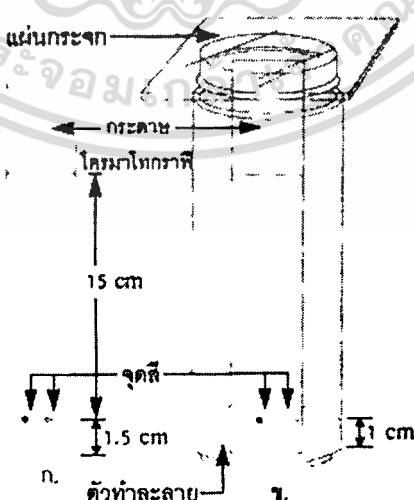
เอทานอลและน้ำใช้สกัดสีและกลั่นจากจึงได้แตกต่างกัน กล่าวคือน้ำละลายสารที่มีกลิ่นของจึงได้ดีกว่าสารที่มีสี ส่วนเอทานอลมีกลิ่นแรงจึงไม่สามารถบองกได้ว่ามีกลิ่นของจึงละลายอยู่มากน้อยเพียงใด ส่วนการสกัดสีพบว่าเอทานอลจะสกัดได้ดีกว่าน้ำ ดังนั้นการเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถสกัดสารที่ต้องการได้ ทั้งนี้ตัวทำละลายที่ดีจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่สกัดได้และต้องแยกออกจากกันได้ง่าย ในกรณีที่สารละลายมีตัวละลายปนอยู่หลายชนิด เราสามารถแยกตัวละลายแต่ละชนิดออกจากกันได้โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัดสารที่ต้องการที่ละชนิด

น้ำเป็นตัวทำละลายที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายเมื่อสกัดสารออกมาได้สามารถนำมาใช้ในการบริโภคได้จึงนิยมใช้สกัดเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ น้ำชา น้ำตะไคร้ น้ำใบเตย ในกรณีที่ไม่สามารถใช้น้ำสกัดสารได้ จำเป็นต้องใช้ตัวทำละลายอื่น ๆ ที่อาจเป็นอันตรายต่อร่างกาย เช่น เฮกเซน ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันพืชจากส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ให้น้ำมัน เช่น ถั่วเหลือง งา รำข้าว ข้าวโพด เมล็ดบัว ผลปาล์ม เพื่อใช้เป็นน้ำมันประกอบอาหาร น้ำมันที่สกัดออกมาได้แล้วต้องนำไปกลั่นแยกเฮกเซนออกให้หมดก่อนแล้วจึงนำไปทำน้ำมันพืชบริสุทธิ์ต่อไป

ตอนที่ 4

โครมาโทกราฟี

นักเรียนเคยทดลองแยกสีของน้ำหมึกโดยใช้แท่งชอล์กหรือกระดาษกรองแล้ว การแยกสารดังกล่าวอาศัยสมบัติการละลายของสีในตัวทำละลาย และการดูดซับของแท่งชอล์กหรือกระดาษกรอง การแยกสารวิธีนี้เรียกว่า โครมาโทกราฟี นักเรียนจะได้ศึกษาการทำโครมาโทกราฟีเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบ และตรวจสอบชนิดของสารต่อไป



ภาพที่ 4 การแยกสารโดยวิธีโครมาโทกราฟี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายและถูกดูดซับได้น้อยจะเคลื่อนที่ผ่านกระดาษที่ใช้ทำโครมาโทกราฟี ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับได้เร็ว ในทางตรงข้ามสารที่ละลายได้น้อยแต่ถูกได้ดีจะเคลื่อนที่ช้า ดังนั้นอัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับจึงขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของสารนั้นในตัวทำละลายและความสามารถในการดูดซับของตัวดูดซับ การเคลื่อนที่ดังกล่าวนี้ นิยมแสดงโดยเปรียบเทียบกับ การเคลื่อนที่ของตัวทำละลายโดยเขียนแสดงด้วยค่า R_f * ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$R_f = \frac{\text{ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (cm)}}{\text{ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (cm)}}$$

จากการทดลองนักเรียนคิดว่าสารที่มีสีเดียวกันจะมีองค์ประกอบและค่า R_f เหมือนกันหรือไม่อย่างไรและสีมีค่า R_f เท่ากันเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่

สารที่มีสีเดียวกันอาจเป็นสารชนิดเดียวกันหรือต่างกันได้ ถ้าสีนั้นแยกได้องค์ประกอบที่มีค่า R_f ต่างกันจะแปลความหมายได้ว่าเป็นสารต่างชนิด แต่ถ้าสีที่แยกได้มีค่า R_f เท่ากันเราจะสรุปไม่ได้ว่าเป็นสารชนิดเดียวกัน เพราะสีที่แยกได้นั้นอาจจะมีสารบางชนิดที่ยังไม่สามารถแยกออกได้อีกปะปนอยู่ จึงต้องทำการทดลองต่อไปโดยการเปลี่ยนชนิดของตัวทำละลายหรือตัวดูดซับ

เนื่องจากค่า R_f เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารบางชนิดที่ขึ้นอยู่กับตัวทำละลายและตัวดูดซับ ดังนั้นการบอกค่า R_f จึงต้องระบุทั้งชนิดของตัวทำละลายและตัวดูดซับได้ด้วย

โครมาโทกราฟี มีหลายชนิด เช่น คอลัมน์โครมาโทกราฟี โครมาโทกราฟีแบบก๊าซ โครมาโทกราฟีแบบของเหลว ทินแลร์โครมาโทกราฟี และชนิดที่นักเรียนทดลองไปแล้วนั้น เรียกว่า โครมาโทกราฟีกระดาษ ซึ่งจะนำไปใช้ตรวจสอบสีผสมอาหารว่าเป็นสีที่ถูกต้องตามที่ทางการกำหนดหรือไม่ โดยปกติฉลากบนซองบรรจุสีผสมอาหารจะบอกส่วนประกอบของสี เช่น สีเขียวเบอร์ 1 ขององค์การเภสัชกรรมประกอบด้วยสาร 2 ชนิดคือ คาร์ตราซีน และ อินดิโกคาร์มีน นักเรียนจะมีวิธีตรวจสอบได้ หรือไม่ว่าสีเขียวตัวอย่างประกอบด้วยคาร์ตราซีน และ อินดิโกคาร์มีน

โครมาโทกราฟีกระดาษนอกจากจะใช้ตรวจสอบสีผสมอาหารแล้วยังอาจนำไปใช้ในการแยกสารผสมออกจากกันได้ การแยกสีที่อยู่บนส่วนต่าง ๆ ของกระดาษ ทำได้โดยตัดกระดาษส่วนที่มีสีแล้วนำไปแช่ในตัวทำละลายที่เหมาะสมก็จะแยกสีนั้นออกมาได้ กรณีที่สารไม่มีสีจะต้องมีวิธีการตรวจสอบเพิ่มเติม เช่น ฟันสารบางชนิดลงไปเพื่อให้ทำปฏิกิริยาเกิดสารที่มีสี หรือส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเล็ต

ตอนที่ 5 การตกผลึก

สารแต่ละชนิดจะละลายในตัวทำละลายชนิดหนึ่งได้แตกต่างกันเช่น โซเดียมคลอไรด์ละลายได้ดีในน้ำแต่ไม่ละลายในเอทานอล กำมะถันไม่ละลายได้ในโทลูอีน แสดงว่าชนิดของตัวทำละลายมีผลต่อการละลายของสารด้วย นักเรียนคิดว่ายังมีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ ที่มีผลต่อการละลายของสาร ให้พิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การละลายของสารในน้ำ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ

สาร	สูตร	ปริมาณสาร(กรัม)ที่ละลายได้สูงสุด ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ			
		0°C	20°C	60°C	100°C
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	35.7	36.0	37.3	39.8
โซเดียมไนเตรต	NaNO ₃	73.0	88.0	124.0	180.0
โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	127.0	144.0	176.0	208.0
โพแทสเซียมไนเตรต	KNO ₃	13.3	31.6	110.0	246.0
แคลเซียมโครเมต	CaCrO ₄	13.0	10.4	6.1	3.2

เมื่อละลายสารชนิดหนึ่งในตัวทำละลาย โดยเพิ่มปริมาณของตัวละลายลงไป จนกระทั่งสารนั้นไม่ละลายที่ได้ซึ่งมีตัวละลายอยู่ในปริมาณสูงสุด ณ อุณหภูมิขณะนั้นเรียกว่า สารละลายอิ่มตัว และเรียกปริมาณของตัวละลายในสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิขณะนั้นว่า สภาพละลายได้ของสาร

จากตาราง 2 พบว่าสารบางชนิดละลายได้มากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เช่น โซเดียมไนเตรต โพแทสเซียมไอโอไดด์ โพแทสเซียมไนเตรต แต่มีสารบางชนิดเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้น้อยลง เช่น แคลเซียมโครเมต

โดยทั่วไปเมื่อทำให้สารละลายอิ่มตัวมีอุณหภูมิลดลง ตัวละลายจะแยกออกจากสารละลายตกตะกอนอยู่ก้นภาชนะหรือแขวนลอยอยู่ในตัวทำละลาย ถ้าตัวละลายที่แยกตัวออกเป็นของแข็งและมีรูปร่างเรขาคณิตที่มีลักษณะเฉพาะของสารนั้นเรียกว่า เกิดการตกผลึก ในการตกผลึกของของสารถ้าทำให้สารละลายเย็นลงอย่างรวดเร็วจะได้ผลึกที่มีขนาดเล็ก แต่ถ้าทำให้สารละลายเย็นลงอย่างช้า ๆ จะทำให้เกิดผลึกขนาดใหญ่และมีรูปร่างที่ชัดเจน

การตกผลึกเป็นเทคนิคที่ใช้แยกสารที่เป็นของแข็งออกจากสารละลาย โดยทำให้เป็นสารละลายอิ่มตัวในขณะที่มีอุณหภูมิสูง เมื่อสารละลายอิ่มเย็นลงสารที่เป็นของแข็งจะตกผลึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกตัวออกมา ตัวอย่างเช่น สารละลายที่มีโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัม ผสมกับโพแทสเซียมไนเตรต 70 กรัมละลายอยู่ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ 100°C เมื่อทำให้สารละลายมีอุณหภูมิลดลงเป็น 20°C พบว่ามีโพแทสเซียมไนเตรตส่วนหนึ่งตกผลึกแยกตัวออกมา เนื่องจากอุณหภูมิ 20°C โพแทสเซียมไนเตรตละลายได้เพียง 31.6 กรัม ถ้าลดอุณหภูมิให้ต่ำลงอีกจะได้โพแทสเซียมไนเตรตตกผลึกออกมามากขึ้น เราจึงสามารถแยกโพแทสเซียมไนเตรตส่วนที่เป็นของแข็งออกจากสารละลายได้ ของแข็งที่ตกผลึกในครั้งแรกยังไม่บริสุทธิ์จึงต้องนำไปละลายในตัวทำละลายตกผลึกซ้ำอีกหลายครั้งเพื่อให้ได้ผลึกที่มีความบริสุทธิ์สูงขึ้น

น้ำทะเลมีสารหลายชนิดละลายปนกันอยู่ เช่น โซเดียม คลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟตและแมกนีเซียมซัลเฟต สารเหล่านี้สามารถแยกออกจากรน้ำทะเลได้โดยการทำให้ตกผลึกด้วยวิธีธรรมชาติ เช่น การทำนาเกลือ โดยขังน้ำทะเลไว้ในนาแล้วให้กระแสดลมและแสงแดดระเหยน้ำออกไป เมื่อน้ำทะเลมีความเข้มข้นสูงถึงจุดอิ่มตัวของสารชนิดใดชนิดหนึ่งก็จะได้สารชนิดนั้นตกผลึกแยกตัวออกมา การทำนาเกลือเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถแยกสารชนิดต่าง ๆ ออกจากน้ำทะเล ถ้านักเรียนต้องการแยกน้ำออกจากน้ำทะเลทำได้อย่างไร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค.
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด

1. วิธีการกลั่นน้ำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นแบบธรรมดา สารในข้อใดใช้วิธีการนี้แยกไม่ได้
 - ก. น้ำทะเล
 - ข. น้ำคลอง
 - ค. น้ำเชื่อม
 - ง. น้ำผสมแอลกอฮอล์
2. การแยกน้ำมันดิบนิยมใช้วิธีการใด
 - ก. การกรอง
 - ข. การกลั่นลำดับส่วน
 - ค. การกลั่นแบบธรรมดา
 - ง. การตกตะกอน
3. สารที่เหมาะสมจะนำมาสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ควรมีสมบัติตามข้อใด
 - ก. ละลายน้ำได้ดี จุดเดือดสูง
 - ข. ละลายน้ำได้ดี จุดเดือดต่ำ
 - ค. ไม่ละลายน้ำ จุดเดือดสูง
 - ง. ไม่ละลายน้ำ จุดเดือดต่ำ
4. สารที่สกัดได้จากพืชอาจมีสมบัติต่อไปนี้บางข้อ
 - ก. ละลายน้ำ
 - ข. ไม่ละลายน้ำ
 - ค. ละลายในตัวทำละลายสารอินทรีย์
 - ง. ระเหยง่าย
 - จ. มีกลิ่นหอม
 - ฉ. จุดเดือดสูง
 - ช. สลายตัวถ้าได้รับความร้อนสูง

สารที่ได้มาโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำควรมีสมบัติดังข้อใด

ก. ก, ง และ จ	ข. ก, ค, ง และ ช
ค. ข และ ง	ง. ข, ฉ และ ช

15. สารละลายที่มีโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัม ผสมกับโพแทสเซียมไนเตรต 70 กรัมละลายอยู่ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ 100°C เมื่อทำให้สารละลายมีอุณหภูมิลดลงเป็น 20°C จะพบว่ามีการโคตกตะกอนออกมาก่อน

- ก. โพแทสเซียมไนเตรต ข. โพแทสเซียมไอโอไดด์
ค. ตกตะกอนได้พร้อมๆ กัน ง. ยังไม่มีสารโคตกตะกอนออกมา

16. สารในข้อใดไม่สามารถแยกออกจากรำทะเลได้ด้วยวิธีตกผลึก

- ก. โซเดียมคลอไรด์ ข. แมกนีเซียมคลอไรด์
ค. แคลเซียมซัลเฟต ง. โซเดียมกรูตามेट

17. ในการกลั่นแยกสารละลายผสมของ A, B, C และ D พบว่าลำดับของสารที่กลั่นได้เป็นดังนี้ A, C, B และ D อยากทราบว่าข้อสรุปใดกล่าวได้สอดคล้องกับการกลั่นสารละลายนี้

- ก. สาร A มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงที่สุดเพราะจุดเดือดต่ำที่สุด
ข. สาร D มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงที่สุดเพราะความดันไอสูงที่สุด
ค. สาร B มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงกว่าสาร D เพราะสาร B กลายเป็นไวก่อนสาร D
ง. สาร C มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงกว่าสาร A เพราะสาร A กลายเป็นไวก่อนสาร C

18. สารที่สกัดได้จากพืชไม่มีสมบัติตามข้อใด

- ก. ละลายน้ำ
ข. ไม่ละลายน้ำ
ค. มีกลิ่นหอม
ง. ระเหยง่าย

สาร	ลำดับความสามารถของการละลายในตัวทำละลาย	ลำดับความสามารถในการถูกดูดซับโดยตัวดูดซับ
ก	1	4
ข	5	1
ค	2	3
ง	3	2

19. เมื่อแยกสารละลายของสารทั้ง 4 ด้วยตัวดูดซับ สารที่จะแยกออกมาก่อน คือ

- ก. สาร ก ข. สาร ข
ค. สาร ค ง. สาร ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องที่สุด ในการแยกสารโดยวิธีทางโครมาโทกราฟีกระดาษนั้น

- ก. ค่า R_f ของสารต่างๆ ที่วัดได้จะแตกต่างกันซึ่งอาจมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 1 ก็ได้
 ข. ความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลายและความสามารถในการดูดซับจะมีผลต่ออัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ
 ค. อัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลายของสารนั้นในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชั้น 1 %
 ง. อัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับจะมีค่ามากเมื่อสารถูกดูดซับได้ดี

21. จากข้อมูลที่กำหนดให้ดังนี้

ชนิด	จุดเดือด (°C)	ค่าการละลายในตัวทำละลาย		สี
		CCl ₄	H ₂ O	
A	75	1	6	ไม่มีสี
B	80	10	3	แดง

ถ้ามีสาร A และ B ผสมกันอยู่ในปริมาณเท่ากัน วิธีต่อไปนี้จะแยกสาร A และ B ออกจากกันได้มากที่สุด

- ก. ละลายน้ำแล้วกลั่นแยก
 ข. ละลายน้ำแล้วแยกโดยวิธีโครมาโทกราฟีกระดาษ
 ค. ละลายน้ำแล้วสกัดแยกด้วย CCl₄
 ง. ละลายใน CCl₄ แล้วสกัดแยกด้วยน้ำ
22. ก๊าซ 4 ชนิด มีสมบัติดังนี้

ชนิดของก๊าซ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)
1	-210	-196
2	-219	-183
3	-259	-253
4	-101	-35

ถ้านำของผสมของก๊าซทั้ง 4 ที่ได้ทำให้เป็นของเหลวมาแล้วมากลับทำให้เป็นก๊าซ ก๊าซใดจะกลั่นออกมาก่อน

- ก. ก๊าซชนิดที่ 1
 ข. ก๊าซชนิดที่ 2
 ค. ก๊าซชนิดที่ 3
 ง. ก๊าซชนิดที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23. จากข้อมูลต่อไปนี้

สาร	จุดเดือด (°C)	การละลายในน้ำ (g/100 g ของน้ำ)
X	80	75
Y	75	25
Z	120	70

ข้อสรุปใดถูกต้อง

- ก. สาร X แยกออกจากสาร Y และสาร Z โดยการกลั่น
 ข. สาร X แยกออกจากสาร Y และสาร Z โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
 ค. สาร Y แยกออกจากสาร Z และ X โดยการกลั่น
 ง. สาร Y แยกออกจากสาร Z และ X โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

24. สารละลายชนิดหนึ่งมีสาร ก และสาร ข ละลายปนกันอยู่ สารทั้งสองมีสมบัติดังนี้

สาร	สถานะ	จุดเดือด (C)	การนำไฟฟ้า	การละลายน้ำ	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
สาร ก	ของเหลว	105	ได้	ได้	น้ำเงิน → แดง
สาร ข	ของเหลว	109	ได้	ได้	แดง → น้ำเงิน

จากข้อมูลดังกล่าวท่านควรเลือกวิธีใดต่อไปในการแยกสาร ก และสาร ข ออกจากกัน

- ก. การกลั่นลำดับส่วน
 ข. ทำให้เป็นกลางแล้วแยกด้วยไฟฟ้า
 ค. วิธีโครมาโตกราฟี
 ง. เติมน้ำมันแล้วแยกในกรวยแยก

25. ถ้าสาร 2 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบในสารผสม มีค่า R_f ใกล้เคียงกันมาก และเมื่อนำไปผ่านการแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษแล้ว ปรากฏว่า สารทั้งสองชนิดนี้แยกออกจากกันเพียงเล็กน้อย ควรแก้ไขการทดลองอย่างไร การแยกสารนี้จึงจะให้ผลดีกว่าเดิม

- ก. เพิ่มความยาวของกระดาษโครมาโตกราฟี
 ข. เพิ่มปริมาณหรือความเข้มข้นของตัวทำละลาย
 ค. ลดอุณหภูมิโดยนำภาชนะที่บรรจุไปแช่ในน้ำแข็ง
 ง. ดูดอากาศออกจากภาชนะที่บรรจุ

26. สารที่สกัดได้จากพืชอาจมีสมบัติต่อไปนี้บางข้อ

- ก. ละลายน้ำ
 ข. ไม่ละลายน้ำ
 ค. ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์
 ง. ระเหยง่าย
 จ. มีกลิ่นหอม
 ฉ. จุดเดือดสูง

ข. สลายตัวถ้าได้รับความร้อนสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารที่ได้มาโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ ควรมีสมบัติดังข้อใด

ก. ก ง และ จ

ข. ก ค ง และ ช

ค. ข และ ง

ง. ข ฉ และ ช

(ความเข้าใจ)

27. กำหนดข้อมูลการละลายของสารของสาร X, Y, Z ในตัวทำละลาย A, B, C ดังนี้

สาร	ความสามารถในการละลายใน (g/ตัวทำละลาย 100g)		
	ตัวทำละลาย A	ตัวทำละลาย B	ตัวทำละลาย C
X	3	72	88
Y	30	44	12
Z	77	12	18

วิธีใดมีประสิทธิภาพต่ำสุดในการสกัดสารแต่ละชนิดออกจากสารผสม

ก. ใช้ A สกัดเอา Z ออกก่อน แล้วใช้ B สกัดเอา Y ออก

ข. ใช้ B สกัดเอา X ออกก่อน แล้วใช้ A สกัดเอา Z ออก

ค. ใช้ C สกัดเอา X ออกก่อน แล้วใช้ A สกัดเอา Z ออก

ง. ใช้ A สกัดเอา Z ออกก่อน แล้วใช้ C สกัดเอา X ออก

28. สารผสมประกอบด้วยสารอินทรีย์ A, B และ C ซึ่งมีสมบัติดังนี้

สาร	สถานะ	การละลายน้ำ	การละลายใน CHCl_3	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส
A	ของแข็ง	✓	✗	ไม่เปลี่ยนสี
B	ของเหลว	✓	✗	น้ำเงิน → แดง
C	ของเหลว	✗	✓	แดง → น้ำเงิน

วิธีที่เหมาะสมในการแยกสารดังกล่าวคือข้อใด

(ความเข้าใจ)

ก. กลั่นแยกสาร A สกัดด้วยน้ำและ CHCl_3 จะได้สาร B ในชั้นน้ำและ C ในชั้น CHCl_3

ข. กลั่นแยกสาร A สกัดสาร B ด้วยสารละลายเบสแก่ และสกัดสาร C ด้วยสารละลายกรดแก่

ค. กรองแยกสาร A สกัดด้วยน้ำและ CHCl_3 จะได้สาร B ในชั้นน้ำ และ C ในชั้น CHCl_3

ง. นำสารผสมนี้ละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้วแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. การแยกสารบริสุทธิ์ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีอาศัยหลักการในเรื่องใด

- ก. ความแตกต่างของการดูดซับ
- ข. ความแตกต่างของสารในการละลาย
- ค. ความแตกต่างของสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย
- ง. ความแตกต่างของการละลายและการดูดซับ

30. ข้อใดไม่ใช่ความผิดพลาดในการแยกสารละลายด้วยวิธีโครมาโทกราฟี

- ก. การใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย
- ข. การหยดสารละลายเป็นจุดใหญ่เกินไป
- ค. ความอึดตัวของระบบของตัวทำละลาย
- ง. สารละลายที่ใช้ทดสอบมีความเข้มข้นเกินไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. อาจารย์จรรยา มีสกุล | อาจารย์ 3 ระดับ 5
โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี |
| 2. อาจารย์สมศักดิ์ ตั้งกะภิกพ | อาจารย์ 2 ระดับ 3
โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี |
| 3. อาจารย์ปารณี นาคอินทร์ | อาจารย์ 2 ระดับ 3
โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. คร. ฐาปนีย์ ธรรมเมธา | รองผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 2. รศ. ประทีน กล้ายนาถ | รองคณบดี คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร |
| 3. นายสงคราม มีบุญญา | นักวิชาการโสตทัศนศึกษา 6
ศูนย์บริการสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 
- ภาคผนวก จ.
- แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
 - แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

ประเภทของสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา เคมี เรื่อง การแยกสาร

ตาราง จ.1 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	15	5
1.2 ความเหมาะสมการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	4	5	13	4.33
1.3 เนื้อหาเหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5	5	5	15	5
2. รูปภาพและภาษา					
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมาย	5	4	5	14	4.67
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4	4	4	12	4
2.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	4	5	13	4.33
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	5	5	5	15	5
3. สีและเทคนิค					
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	5	5	5	15	5
3.2 ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	4	4	5	13	4.33
3.3 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4	5	5	14	4.67
4. เวลาเรียน					
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	4	4	5	13	4.33
4.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	5	5	5	15	5
4.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	4	4	5	13	4.33
รวม	53	53	59	165	55

ข้อเสนอแนะ

1. กราฟิกสวยงาม น่าสนใจดี
2. ภาพการทดลองน่าจะมีเสียง effect ประกอบด้วย
3. ควรตัดเนื้อหาให้กระชับกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

ประเภทของสื่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา เคมี เรื่อง การแยกสาร

ตาราง จ.2 แสดงคะแนนจากการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

เรื่องที่จะประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ			รวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3		
5. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
5.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	5	5	5	15	5
5.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67
5.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	5	5	15	5
5.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	4	5	13	4.33
5.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	4	12	4
5.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	15	5
6. รูปภาพและภาษา					
6.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	5	4	5	14	4.67
6.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	5	15	5
6.3 ความสอดคล้องของระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4	4	4	12	4
7. เวลาเรียน					
7.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	4	5	5	14	4.67
7.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	4	5	5	13	4.33
7.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	5	5	5	15	5
รวม	55	54	58	167	56.67

ข้อเสนอแนะ

1. ตัวอักษรสีสวยและอ่านง่าย ชัดเจนดี
2. รูปภาพและกราฟิกสวยงามน่าสนใจ
3. เนื้อหาควรใช้คำที่กระชับกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามและผลการวิเคราะห์

ข้อที่	คะแนนของ			$\sum X$	IOC	ความหมาย				
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ 1	2	3							
1. วิธีการกลั่นน้ำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นแบบธรรมดา สารในข้อใดใช้วิธีการนี้แยกไม่ได้ ก. น้ำทะเล ข. น้ำคลอง ค. น้ำเชื่อม ง. น้ำผสมแอลกอฮอล์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้				
2. การแยกน้ำมันดิบนิยมใช้วิธีการใด ก. การกรอง ข. การกลั่นลำดับส่วน ค. การกลั่นแบบธรรมดา ง. การตกตะกอน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้				
3. ข้อใดเป็นเหตุผลของการกลั่นลำดับส่วน ก. ประหยัดเวลา ข. แยกสารที่มีจุดเดือดต่ำ ค. แยกสารที่มีจุดเดือดต่างกันน้อย ๆ ง. แยกสารที่มีจุดเดือดต่างกันมากๆ	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้				
4. กำหนดให้ของผสมสองชุด คือ A และ B										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">องค์ประกอบชุด A</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">องค์ประกอบชุด B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ถ่าน, ซัลเฟอร์ และ KNO_3</td> <td style="text-align: center;">น้ำมันเบนซิน, น้ำมันก๊าด</td> </tr> </table>	องค์ประกอบชุด A	องค์ประกอบชุด B	ถ่าน, ซัลเฟอร์ และ KNO_3	น้ำมันเบนซิน, น้ำมันก๊าด						
องค์ประกอบชุด A	องค์ประกอบชุด B									
ถ่าน, ซัลเฟอร์ และ KNO_3	น้ำมันเบนซิน, น้ำมันก๊าด									
ถ้าต้องการแยกองค์ประกอบต่างๆ ออกจากกันทั้งของชุด A และ B ควรใช้วิธีใด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้				
1. A สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย, B สกัดโดยการกลั่นลำดับส่วน										
2. A สกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ, B สกัดโดยใช้ตัวทำละลาย										
3. A สกัดโดยการกลั่นลำดับส่วน, B แยกด้วยโครมาโตกราฟี										
4. A แยกด้วยโครมาโตกราฟี, B สกัดด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำ										
5. ในการกลั่นแยกสารละลายผสมของ A, B, C และ D พบว่าลำดับของสารที่กลั่นได้เป็นดังนี้ A, C, B และ D อยากทราบว่าข้อสรุปใดกล่าวได้สอดคล้องกับการกลั่นสารละลายนี้										
1. สาร A มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงที่สุดเพราะจุดเดือดต่ำที่สุด										
2. สาร D มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงที่สุดเพราะความดันไอสูงที่สุด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้				
3. สาร B มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงกว่าสาร D เพราะสาร B กลายเป็นไอก่อนสาร D										
4. สาร C มีความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอสูงกว่าสาร A เพราะสาร A กลายเป็นไอก่อนสาร C										

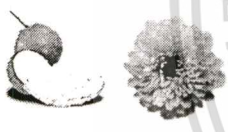

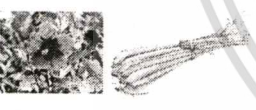

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของ ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย																				
	1	2	3																							
<table border="1" data-bbox="107 431 549 620"> <thead> <tr> <th>ชนิดของก๊าซ</th> <th>จุดหลอมเหลว (°C)</th> <th>จุดเดือด (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-259</td> <td>-253</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-219</td> <td>-183</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-210</td> <td>-196</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-101</td> <td>-35</td> </tr> </tbody> </table> <p>6. ก๊าซ 4 ชนิด มีสมบัติดังนี้ ถ้า นำของผสมของก๊าซทั้ง 4 ที่ได้ทำให้เป็นของเหลว มาแล้วมากลับทำให้เป็น ก๊าซ ก๊าซใดจะกลั่นออกมา ก่อน</p> <p>1. ก๊าซชนิดที่ 1 2. ก๊าซชนิดที่ 2 3. ก๊าซชนิดที่ 3 4. ก๊าซชนิดที่ 4</p>	ชนิดของก๊าซ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	1	-259	-253	2	-219	-183	3	-210	-196	4	-101	-35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้					
ชนิดของก๊าซ	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)																								
1	-259	-253																								
2	-219	-183																								
3	-210	-196																								
4	-101	-35																								
<p>7. สารที่เหมาะสมจะนำมาสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ ควรมีสมบัติตามข้อใด</p> <p>ก. ละลายน้ำได้ดี จุดเดือดสูง ข. ละลายน้ำได้ดี จุดเดือดต่ำ ค. ไม่ละลายน้ำ จุดเดือดสูง ง. ไม่ละลายน้ำ จุดเดือดต่ำ</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																				
<p>8. สารที่สกัดได้จากพืชอาจมีสมบัติต่อไปนี้บางข้อ</p> <p>ก. ละลายน้ำ ข. ไม่ละลายน้ำ ค. ละลายในตัวทำละลายสารอินทรีย์ ง. ระเหยง่าย จ. มีกลิ่นหอม ฉ. จุดเดือดสูง</p> <p>ข. สลายตัวถ้าได้รับความร้อนสูง</p> <p>สารที่ได้มาโดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำควรมีสมบัติดังข้อใด</p> <p>1. ก, ง และ จ 2. ก, ค, ง และ ข 3. ข และ ง 4. ข, ฉ และ ข</p>	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																				
<p>9. กำหนดให้</p> <table border="1" data-bbox="149 1239 649 1519"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>จุดเดือด (°C)</th> <th>การละลายน้ำ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>65</td> <td>ได้ดี</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>90</td> <td>ไม่ละลาย</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>150</td> <td>ได้ดี</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>160</td> <td>ไม่ละลาย</td> </tr> </tbody> </table> <p>จากข้อมูลนี้ สารใดที่สามารถถูกแยกออกมาจากสารผสมโดยวิธีกลั่นด้วย ไอน้ำได้ง่ายที่สุด</p> <p>1. A 2. B 2. C 4. D</p>	สาร	จุดเดือด (°C)	การละลายน้ำ	A	65	ได้ดี	B	90	ไม่ละลาย	C	150	ได้ดี	D	160	ไม่ละลาย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้					
สาร	จุดเดือด (°C)	การละลายน้ำ																								
A	65	ได้ดี																								
B	90	ไม่ละลาย																								
C	150	ได้ดี																								
D	160	ไม่ละลาย																								
<p>10.</p> <table border="1" data-bbox="85 1757 721 2015"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>มวล โมเลกุล</th> <th>จุดเดือด (°C)</th> <th>การละลาย ในน้ำ</th> <th>การละลาย ในเอทานอล</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>146.2</td> <td>267.2</td> <td>ละลาย</td> <td>ละลาย</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>59.1</td> <td>48.5</td> <td>ไม่ละลาย</td> <td>ละลาย</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>128.9</td> <td>194</td> <td>ละลาย</td> <td>ละลาย</td> </tr> </tbody> </table>	สาร	มวล โมเลกุล	จุดเดือด (°C)	การละลาย ในน้ำ	การละลาย ในเอทานอล	A	146.2	267.2	ละลาย	ละลาย	B	59.1	48.5	ไม่ละลาย	ละลาย	C	128.9	194	ละลาย	ละลาย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
สาร	มวล โมเลกุล	จุดเดือด (°C)	การละลาย ในน้ำ	การละลาย ในเอทานอล																						
A	146.2	267.2	ละลาย	ละลาย																						
B	59.1	48.5	ไม่ละลาย	ละลาย																						
C	128.9	194	ละลาย	ละลาย																						

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างไว้ใช้ประกอบการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของ ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย																																		
	1	2	3																																					
สารใดที่อาจสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำได้ 1. A เท่านั้น 2. B เท่านั้น 3. C เท่านั้น 4. A และ C เท่านั้น	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																																		
11. จากข้อมูลต่อไปนี้																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>จุดเดือด (°C)</th> <th>การละลายในน้ำ (g/100 g ของน้ำ)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>80</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>75</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>120</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table>	สาร	จุดเดือด (°C)	การละลายในน้ำ (g/100 g ของน้ำ)	X	80	75	Y	75	25	Z	120	70	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																						
สาร	จุดเดือด (°C)	การละลายในน้ำ (g/100 g ของน้ำ)																																						
X	80	75																																						
Y	75	25																																						
Z	120	70																																						
ข้อสรุปใดถูกต้อง																																								
1. สาร X แยกออกจากสาร Y และสาร Z โดยการกลั่น 2. สาร X แยกออกจากสาร Y และสาร Z โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ 3. สาร Y แยกออกจากสาร Z และ X โดยการกลั่น 4. สาร Y แยกออกจากสาร Z และ X โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ																																								
12. ข้อใดที่ต้องทำการแยกสาร โดยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ ทุกชนิด																																								
1.  2.  3.  4. 	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้																																		
13. วิธีที่ประหยัด และสะดวกที่สุดในการแยกเกลือออกจากน้ำทะเล คือข้อใด ก. การกลั่น ข. การกรอง ค. การระเหย ง. การตกผลึก	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																																		
14.																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">สาร</th> <th rowspan="2">สูตร</th> <th colspan="4">ปริมาณสาร(กรัม)ที่ละลายได้สูงสุด ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ</th> </tr> <tr> <th>0°C</th> <th>20°C</th> <th>60°C</th> <th>100°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. โซเดียมคลอไรด์</td> <td>NaCl</td> <td>35.7</td> <td>36.0</td> <td>37.3</td> <td>39.8</td> </tr> <tr> <td>B. โซเดียมไนเตรด</td> <td>NaNO₃</td> <td>73.0</td> <td>88.0</td> <td>124.0</td> <td>180.0</td> </tr> <tr> <td>C. โพแทสเซียมไอโอไดด์</td> <td>KI</td> <td>127.0</td> <td>144.0</td> <td>176.0</td> <td>208.0</td> </tr> <tr> <td>D. โพแทสเซียมไนเตรด</td> <td>KNO₃</td> <td>13.3</td> <td>31.6</td> <td>110.0</td> <td>246.0</td> </tr> </tbody> </table>	สาร	สูตร	ปริมาณสาร(กรัม)ที่ละลายได้สูงสุด ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ				0°C	20°C	60°C	100°C	A. โซเดียมคลอไรด์	NaCl	35.7	36.0	37.3	39.8	B. โซเดียมไนเตรด	NaNO ₃	73.0	88.0	124.0	180.0	C. โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	127.0	144.0	176.0	208.0	D. โพแทสเซียมไนเตรด	KNO ₃	13.3	31.6	110.0	246.0	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
สาร			สูตร	ปริมาณสาร(กรัม)ที่ละลายได้สูงสุด ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ																																				
	0°C	20°C		60°C	100°C																																			
A. โซเดียมคลอไรด์	NaCl	35.7	36.0	37.3	39.8																																			
B. โซเดียมไนเตรด	NaNO ₃	73.0	88.0	124.0	180.0																																			
C. โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	127.0	144.0	176.0	208.0																																			
D. โพแทสเซียมไนเตรด	KNO ₃	13.3	31.6	110.0	246.0																																			
สารใดในตารางเมื่อเกิดการตกผลึก จะได้ผลึกที่มีขนาดเล็กที่สุด																																								
1. A 2. B 3. C 4. D																																								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของ ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย																	
	1	2	3																				
15. สารใดในตารางเมื่อเกิดการตกผลึก จะได้ผลึกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด 1. A 2. B 3. C 4. D	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																	
16. การผลิตสิ่งใดที่ต้องใช้วิธีการตกผลึก เป็นส่วนหนึ่งของกรรมวิธีการผลิต 1. ผงชูรส 2. แป้งข้าวเจ้า 3. ดินสอพอง 4. น้ำตาลมะพร้าว	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																	
17. สารละลายที่มีโพแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัม ผสมกับโพแทสเซียมไนเตรต 70 กรัมละลายอยู่ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ 100°C เมื่อทำให้สารละลายมีอุณหภูมิลดลงเป็น 20°C จะพบว่ามีการตกตะกอนออกมาก่อน 1. โพแทสเซียมไนเตรต 2. โพแทสเซียมไอโอไดด์ 3. ตกตะกอนได้พร้อมๆ กัน 4. ยังไม่มีสารใดตกตะกอนออกมา	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																	
18. สารในข้อใดไม่สามารถแยกออกจากรุ่นน้ำทะเลได้ด้วยวิธีตกผลึก 1. โซเดียมคลอไรด์ 2. แมกนีเซียมคลอไรด์ 3. แคลเซียมซัลเฟต 4. โซเดียมกรูตามัต	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																	
19. การสกัดด้วยตัวทำละลาย ใช้หลักการในข้อใด ก. ตัวทำละลายต้องละลายสารที่เจือปนได้ดี ข. สารที่ต้องการสกัดต้องไม่ละลายในตัวทำละลาย ค. สารที่ต้องการสกัดต้องละลายในตัวทำละลายได้ ง. ตัวทำละลายอาจละลายหรือไม่ละลายสารที่ต้องการสกัด	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																	
20. ตัวทำละลายที่นิยมใช้สกัดน้ำมันพืช คือข้อใด ก. โทลูอิน ข. น้ำกลั่น ค. เฮกเซน ง. เอทานอล	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้																	
21. สารที่สกัดได้จากพืชไม่มีสมบัติตามข้อใด ก. ละลายน้ำ ข. ไม่ละลายน้ำ ค. มีกลิ่นหอม ง. ระเหยง่าย	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้																	
22. จากข้อมูลที่กำหนดให้ดังนี้																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ชนิด</th> <th rowspan="2">จุดเดือด (°C)</th> <th colspan="2">ค่าการละลายในตัวทำละลาย (g/100 cm³)</th> <th rowspan="2">สี</th> </tr> <tr> <th>CCl₄</th> <th>H₂O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>75</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>ไม่มีสี</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>80</td> <td>10</td> <td>3</td> <td>แดง</td> </tr> </tbody> </table>	ชนิด	จุดเดือด (°C)	ค่าการละลายในตัวทำละลาย (g/100 cm ³)		สี	CCl ₄	H ₂ O	A	75	1	6	ไม่มีสี	B	80	10	3	แดง	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
ชนิด			จุดเดือด (°C)	ค่าการละลายในตัวทำละลาย (g/100 cm ³)		สี																	
	CCl ₄	H ₂ O																					
A	75	1	6	ไม่มีสี																			
B	80	10	3	แดง																			
ถ้ามีสาร A และ B ผสมกันอยู่ในปริมาณเท่ากัน วิธีต่อไปนี้จะแยกสาร A แลออกจากกันได้มากที่สุด 1. ละลายน้ำแล้วกลั่นแยก 2. ละลายน้ำแล้วแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษ 3. ละลายน้ำแล้วสกัดแยกด้วย CCl ₄ 4. ละลายใน CCl ₄ แล้วสกัดแยกด้วยน้ำ																							

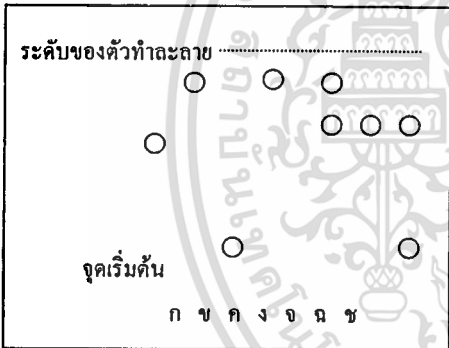
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของ ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย																				
	1	2	3																							
23. กำหนดข้อมูลการละลายของสาร X, Y, Z ในตัวทำละลาย A, B, C ดังนี้																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">สาร</th> <th colspan="3">ความสามารถในการละลายใน (g/ตัวทำละลาย 100g)</th> </tr> <tr> <th>ตัวทำละลาย A</th> <th>ตัวทำละลาย B</th> <th>ตัวทำละลาย C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>3</td> <td>72</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>30</td> <td>44</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Z</td> <td>77</td> <td>12</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>	สาร	ความสามารถในการละลายใน (g/ตัวทำละลาย 100g)			ตัวทำละลาย A	ตัวทำละลาย B	ตัวทำละลาย C	X	3	72	88	Y	30	44	12	Z	77	12	18							
สาร		ความสามารถในการละลายใน (g/ตัวทำละลาย 100g)																								
	ตัวทำละลาย A	ตัวทำละลาย B	ตัวทำละลาย C																							
X	3	72	88																							
Y	30	44	12																							
Z	77	12	18																							
วิธีใดมีประสิทธิภาพต่ำสุดในการสกัดสารแต่ละชนิดออกจากสารผสม																										
<ol style="list-style-type: none"> ใช้ A สกัดเอา Z ออกก่อน แล้วใช้ B สกัดเอา Y ออก ใช้ B สกัดเอา X ออกก่อน แล้วใช้ A สกัดเอา Z ออก ใช้ C สกัดเอา X ออกก่อน แล้วใช้ A สกัดเอา Z ออก ใช้ A สกัดเอา Z ออกก่อน แล้วใช้ C สกัดเอา X ออก 	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้																				
24. สารผสมประกอบด้วยสารอินทรีย์ A, B และ C ซึ่งมีสมบัติดังนี้																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>สาร</th> <th>สถานะ</th> <th>การละลายน้ำ</th> <th>การละลาย ใน CHCl_3</th> <th>การเปลี่ยนสี กระดาษลิตมัส</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>ของแข็ง</td> <td>✓</td> <td>✗</td> <td>ไม่เปลี่ยนสี</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>ของเหลว</td> <td>✓</td> <td>✗</td> <td>น้ำเงิน → แดง</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>ของเหลว</td> <td>✗</td> <td>✓</td> <td>แดง → น้ำเงิน</td> </tr> </tbody> </table>	สาร	สถานะ	การละลายน้ำ	การละลาย ใน CHCl_3	การเปลี่ยนสี กระดาษลิตมัส	A	ของแข็ง	✓	✗	ไม่เปลี่ยนสี	B	ของเหลว	✓	✗	น้ำเงิน → แดง	C	ของเหลว	✗	✓	แดง → น้ำเงิน						
สาร	สถานะ	การละลายน้ำ	การละลาย ใน CHCl_3	การเปลี่ยนสี กระดาษลิตมัส																						
A	ของแข็ง	✓	✗	ไม่เปลี่ยนสี																						
B	ของเหลว	✓	✗	น้ำเงิน → แดง																						
C	ของเหลว	✗	✓	แดง → น้ำเงิน																						
วิธีที่เหมาะสมในการแยกสารดังกล่าวคือข้อใด																										
<ol style="list-style-type: none"> กลั่นแยกสาร A สกัดด้วยน้ำและ CHCl_3 จะได้สาร B ในชั้นน้ำและ C ในชั้น CHCl_3 กลั่นแยกสาร A สกัดสาร B ด้วยสารละลายเบสแก่ และสกัดสาร C ด้วยสารละลายกรดแก่ กรองแยกสาร A สกัดด้วยน้ำและ CHCl_3 จะได้สาร B ในชั้นน้ำ และ C ในชั้น CHCl_3 นำสารผสมนี้ละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสมแล้วแยกด้วยวิธีโครมาโตกราฟี 	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																				
25. การแยกสารบริสุทธิ์ด้วยวิธีโครมาโตกราฟีอาศัยหลักการในเรื่องใด																										
ก.ความแตกต่างของการดูดซับ																										
ข.ความแตกต่างของสารในการละลาย	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้																				
ค.ความแตกต่างของสารที่ใช้เป็นตัวทำละลาย																										
ง.ความแตกต่างของการละลายและการดูดซับ																										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของ			$\sum X$	IOC	ความหมาย								
	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่													
	1	2	3											
<p>30. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้องที่สุด ในการแยกสาร โดยวิธีทางโครมาโทกราฟีกระดาษนั้น</p> <p>1. ค่า R_f ของสารต่างๆ ที่วัดได้จะแตกต่างกันซึ่งอาจมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 1 ก็ได้</p> <p>2. ความสามารถในการละลายของสารในตัวทำละลายและความสามารถในการถูกดูดซับจะมีผลต่ออัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ</p> <p>3. อัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับขึ้นอยู่กับค่าการละลายของสารนั้นในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ชั้น 1 %</p> <p>4. อัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับจะมีค่ามากเมื่อสารถูกดูดซับได้ดี</p>														
<p>ในการศึกษาสมบัติของน้ำตาลบางชนิดด้วยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษ ได้ผลดังนี้</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>ระดับของตัวทำละลาย</p>  <p>จุดเริ่มต้น</p> <p>ก ข ค ง จ ฉ ซ</p> </div> <p>ก. กลูโคส ข. ฟรักโทส ค. กาแล็กโทส ง. แมนโนส จ. ซูโครส ฉ. มอลโทส ซ. แล็กโทส</p> <p>เมื่อคัมกับกรดไฮโดรคลอริกแล้ว</p>	0	+1	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้								
<p>31. ข้อสรุปต่อไปนี้ข้อใดถูก</p> <p>1. มอลโทสไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อคัมกับกรดไฮโดรคลอริก</p> <p>2. ซูโครสละลายตัวในกรด ให้กลูโคสกับแมนโนส</p> <p>3. แล็กโทสละลายตัวในกรด ให้กลูโคสกับกาแล็กโทส</p> <p>4. ทั้งซูโครส มอลโทสและแล็กโทสเมื่อคัมกับกรดจะไม่ละลายตัวในฟรักโทส</p>														
<p>32. เมื่อนำสารละลายผสมของสาร A, B และ C ไปแยกโดยวิธีโครมาโตกราฟีกระดาษ โดยมีเอทานอลทำละลาย ปรากฏว่าคำนวณค่า R_f ได้ดังนี้</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>สาร</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>R_f</td> <td>0.25</td> <td>0.57</td> <td>0.18</td> </tr> </table> <p>หมายความว่า การละลายของสารในเอทานอลจะเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้</p> <p>ก. $A > B > C$ ข. $B > A > C$ ค. $B > C > A$ ง. $C > A > B$</p>	สาร	A	B	C	R_f	0.25	0.57	0.18	0	+1	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
สาร	A	B	C											
R_f	0.25	0.57	0.18											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของ ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
33. นักเรียนคิดว่าการแยกสาร โดยวิธีการกลั่นเชิงเดียว สารที่แยกออกมาก่อนเรียงตามลำดับดังนี้ ก. เบนซีน ไชลีน โทลูอิน ข. ไชลีน โทลูอิน เบนซีน ค. โทลูอิน เบนซีน ไชลีน ง. เบนซีน โทลูอิน ไชลีน (ความดันไอของสารจากมากไปหาน้อยเรียงตามลำดับดังนี้ ไชลีน โทลูอิน เบนซีน)	+1	0	0	1	0.33	ใช้ ไม่ได้
34. ถ้าต้องการแยกเกลือแกงกับเนฟทาลินออกจากกัน ควรทำอย่างไร ก. ละลายในน้ำ กรองของแข็งออกและนำสารละลายไปตกผลึก ข. โดยการระเหิด ค. ละลายในเฮกเซน กรองของแข็งออกและนำสารละลายไปกลั่น ง. ทั้งข้อ ก. ข้อ ข. และข้อ ค.	0	0	+1	1	0.33	ใช้ ไม่ได้
กราฟต่อไปนี้แสดงความสามารถในการละลายของสาร X และสาร Y ในน้ำ 	+1	0	0	1	0.33	ใช้ ไม่ได้
35. เมื่อนำสาร และ ไปละลายน้ำในภาชนะเดียวกันจนได้สารละลายอิ่มตัว (ของสารทั้ง 2 ชนิด) ที่อุณหภูมิ 60°C แล้วค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงจนเป็น 40°C พบว่ามีตะกอนตกอยู่ที่ก้นภาชนะตะกอนนี้คือ สารใด 1. สาร X อย่างเดียว 3. สาร X ปนกับสาร Y แต่มีสาร X มากกว่า 2. สาร Y อย่างเดียว 4. สาร X ปนกับสาร Y แต่มีสาร Y มากกว่า						
36. สารผสมในข้อใดต่อไปนี้สามารถแยกออกจากกันได้โดยการกรองผ่านกระดาษกรอง ก. เนฟทาลินกับเบนซีน ข. $PbCl_2$ กับน้ำร้อน ค. $BaSO_4$ กับ $NaOH$ ง. $(CH_3COO)_2 Ca$ กับ H_2O หมายเหตุ เนฟทาลิน $PbCl_2$ และ $BaSO_4$ ไม่ละลายในน้ำ	0	+1	0	1	0.33	ใช้ ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.1 (ต่อ)

ข้อที่					คะแนนของ			$\sum X$	IOC	ความหมาย
					ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่					
					1	2	3			
37. เมื่อนำสาร A B C D และ E ไปทดสอบสมบัติต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้										
สาร	สถานะ	การละลายน้ำ	การละลายในเอทานอล	จุดเดือด (C)						
A	ของแข็ง	ละลายได้ดี	ไม่ละลาย	801.5						
B	ของแข็ง	ไม่ละลาย	ไม่ละลาย	825						
C	ของเหลว	ละลายได้ดี	ละลายได้ดี	117.9						
D	ของแข็ง	ไม่ละลาย	ละลายได้ดี	218	0	+1	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
E	ของเหลว	ไม่ละลาย	ละลายได้ดี	76.5						
ให้นักเรียนบอกวิธีการแยกสารผสมต่อไปนี้										
ก. สารผสมระหว่าง A B และ E ข. สารผสมระหว่าง B กับ D										
ค. สารละลายที่มีน้ำร้อยละ 50 เอทานอลร้อยละ 20 และสาร C ร้อยละ 30 โดยปริมาตร กำหนดให้จุดเดือดของเอทานอลเท่ากับ 78.5 C										
ง. สารผสมระหว่าง C และ E (C และ E ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน)										
38. ถ้าสารละลายชนิดหนึ่งประกอบไปด้วยสาร 3 ชนิด ซึ่งมีสมบัติดังแสดงในตารางต่อไปนี้										
สาร	จุดเดือด	สี								
เบนซีน	80.10	ไม่มีสี								
ทูโลอิน	110.63	ไม่มีสี			+1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้
ไซลีน	114.41	ไม่มีสี								
นักเรียนจะแยกสารเหล่านี้ออกจากกันได้โดยวิธีใดดีที่สุด										
ก. การกลั่นธรรมดา ข. การกลั่นลำดับส่วน										
ค. โครมาโทกราฟี ง. การสกัดด้วยกรวยแยก										
39. ตัวทำละลายที่นิยมใช้สกัดพืชที่มีกลิ่น คือข้อใด										
ก. โทลูอิน ข. น้ำกลั่น ค. เฮกเซน ง. เอทานอล					0	0	+1	1	0.33	ใช้ไม่ได้
40. การแยกน้ำมัน ออกจากน้ำ ใช้วิธีการใด										
ก. การกรอง ข. การกลั่นลำดับส่วน ค. การกลั่นแบบธรรมดา										
ง. การตกตะกอน					+1	0	0	1	0.33	ใช้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑.๒ แสดงค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D) (ทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5)

ข้อที่	ตอบถูก กลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูก กลุ่มอ่อน R_L	รวมคนตอบ ถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ความหมาย	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	ความหมาย
1	15	8	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
2	12	8	20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
3	15	8	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
4	15	7	22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดีมาก
5	13	9	22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
6	13	9	22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
7	13	8	21	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดีพอควร
8	13	9	22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
9	15	8	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก
10	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
11	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดีพอควร
12	11	7	18	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
13	13	9	22	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
14	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดีพอควร
15	8	4	12	0.40	ยาก	0.27	พอใช้
16	9	4	13	0.43	ยาก	0.33	ดีพอควร
17	9	3	12	0.40	ยาก	0.40	ดีมาก
18	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดีพอควรดี
19	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอควรดี
20	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอควรดี
21	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอควรดี
22	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	พอควร
23	12	8	20	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.27	พอใช้
24	6	2	8	0.27	ค่อนข้างยาก	0.27	พอใช้
25	11	4	15	0.50	ยาก	0.47	ดีมาก
26	10	6	16	0.53	ยาก	0.27	พอใช้
27	14	9	23	0.77	ค่อนข้างง่าย	0.33	ดีพอควร
28	10	6	16	0.53	ยาก	0.27	พอใช้
29	10	6	16	0.53	ยาก	0.27	พอใช้
30	14	7	21	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน (ทดลองใช้กับนักเรียนชั้น ม. 5)

คนที่ (N)	คะแนนที่ได้ (X)	X^2
1	12	144
2	17	289
3	16	256
4	14	196
5	13	169
6	15	225
7	17	289
8	14	196
9	15	225
10	13	169
11	15	225
12	14	196
13	14	196
14	16	256
15	16	256
16	20	400
17	21	441
18	22	484
19	25	625
20	24	576
21	24	576
22	24	576
23	24	576
24	27	729
25	26	676
26	25	625
27	27	729
28	28	784
29	28	784
30	28	784
รวม	$\sum X = 594$	$\sum X^2 = 12,652$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่าความแปรปรวน

สูตร
$$S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{30(12,652) - 594^2}{30(30-1)} = 30.71$$

ดังนั้นได้ค่าความแปรปรวน 30.71



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ข้อที่	p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q= สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p-q
1	0.77	0.23	0.18
2	0.67	0.33	0.22
3	0.77	0.23	0.18
4	0.73	0.27	0.20
5	0.73	0.27	0.20
6	0.73	0.27	0.20
7	0.70	0.30	0.21
8	0.73	0.27	0.20
9	0.77	0.23	0.18
10	0.77	0.23	0.18
11	0.77	0.23	0.18
12	0.60	0.40	0.24
13	0.73	0.27	0.20
14	0.77	0.23	0.18
15	0.40	0.60	0.24
16	0.43	0.57	0.25
17	0.40	0.60	0.24
18	0.77	0.23	0.18
19	0.77	0.23	0.18
20	0.77	0.23	0.18
21	0.77	0.23	0.18
22	0.77	0.23	0.18
23	0.67	0.33	0.22
24	0.27	0.73	0.20
25	0.50	0.50	0.25
26	0.53	0.47	0.25
27	0.77	0.23	0.18
28	0.53	0.47	0.25
29	0.53	0.47	0.25
30	0.70	0.30	0.21
รวม			6.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความเชื่อมั่น

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

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left\{ 1 - \frac{6.13}{30.71} \right\} = 0.82$$

ดังนั้น ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.5 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) และแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	บทที่ 1 6คะแนน	บทที่ 2 6คะแนน	บทที่ 3 6คะแนน	บทที่ 4 6คะแนน	บทที่ 5 6คะแนน	คะแนนรวม แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)
(เก่ง)							
1	6	5	5	5	5	26	25
(ปาน กลาง)							
2	5	5	5	5	5	25	25
(อ่อน)							
3	6	5	4	4	4	23	23
รวม	17	15	14	14	14	74	73
เฉลี่ยรวม						24.67	24.33
ร้อยละ						82.23	81.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน(แบบฝึกหัด) และแบบ
ทดสอบหลังเรียนในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	บทที่ 1 คะแนน	บทที่ 2 คะแนน	บทที่ 3 คะแนน	บทที่ 4 คะแนน	บทที่ 5 คะแนน	คะแนนรวม แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)
(เก่ง)							
1	6	6	5	5	5	27	27
2	6	5	5	5	5	26	27
(ปาน กลาง)							
3	5	5	5	5	5	25	25
4	5	5	5	4	5	24	23
(อ่อน)							
5	5	5	4	4	5	23	22
6	5	5	4	4	4	22	21
รวม	32	31	28	27	29	147	145
			เฉลี่ยรวม			24.50	24.17
			ร้อยละ			81.67	80.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗.7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗.7 (ต่อ)

คนที่	บทที่ 1 6 คะแนน	บทที่ 2 6 คะแนน	บทที่ 3 6 คะแนน	บทที่ 4 6 คะแนน	บทที่ 5 6 คะแนน	คะแนนรวม แบบทดสอบ ระหว่างเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	
30	5	4	3	3	5	20	21	
31	5	4	4	3	6	22	25	
32	6	5	4	4	5	24	24	
33	6	6	5	4	5	26	23	
34	6	6	5	4	6	27	24	
35	5	5	5	5	6	26	25	
36	6	5	5	4	5	25	27	
37	6	5	4	3	5	23	20	
38	6	5	5	5	6	27	26	
39	5	5	5	5	5	25	25	
40	6	6	5	5	6	28	26	
	รวม						967	960

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E₁:E₂) ขึ้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

สูตร

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

$$E_1 = \frac{967}{40} \times 100 = 80.58$$

สูตร

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{960}{40} \times 100 = 80.00$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.8 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

คนที่	คะแนนรวม แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ ก่อนเรียน ยกกำลัง 2	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน ยกกำลัง 2	ผลต่างคะแนน ก่อนเรียนและ หลังเรียน	ผลต่างคะแนน ก่อนเรียนและ หลังเรียน ยกกำลัง 2
1	12	144	20	400	8	64
2	17	289	24	576	7	49
3	16	256	21	441	5	25
4	13	169	22	484	9	81
5	17	289	22	484	5	25
6	14	196	25	625	11	121
7	17	289	24	576	7	49
8	19	361	25	625	6	36
9	15	225	27	729	12	144
10	14	196	24	576	10	100
11	11	121	23	529	12	144
12	14	196	22	484	8	64
13	13	169	25	625	12	144
14	16	256	24	576	8	64
15	17	289	25	625	8	64
16	15	225	27	729	12	144
17	20	400	28	784	8	64
18	12	144	27	729	15	225
19	11	121	21	441	10	100
20	14	196	24	576	10	100
21	16	256	23	529	7	49
22	15	225	22	484	7	49
23	15	225	24	576	9	81
24	17	289	23	529	6	36
25	14	196	26	676	12	144
26	19	361	25	625	6	36
27	12	144	23	529	11	121
28	16	256	23	529	7	49
29	13	169	25	625	12	144
30	14	196	21	441	7	49
31	15	225	25	625	10	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้ในเชิงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังบุคคลอื่นที่นอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๘.8 (ต่อ)

คนที่	คะแนนรวม แบบทดสอบ ก่อนเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ ก่อนเรียน ยกกำลัง 2	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	คะแนนรวม แบบทดสอบ หลังเรียน ยกกำลัง 2	ผลต่างคะแนน ก่อนเรียนและ หลังเรียน	ผลต่างคะแนน ก่อนเรียนและ หลังเรียน ยกกำลัง 2
32	13	169	24	576	11	121
33	12	144	23	529	11	121
34	16	256	24	576	8	64
35	17	289	25	625	8	64
36	18	324	27	729	9	81
37	11	121	20	400	9	81
38	13	169	26	676	13	169
39	13	169	25	625	12	144
40	17	289	26	676	9	81
รวม	593	351649	960	921600	367	134689

การหาค่าเฉลี่ยผลคะแนน จากแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum x}{N} = \frac{593}{40} = 14.82 \quad \bar{X}_2 = \frac{\sum x}{N} = \frac{690}{40} = 17.25$$

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สูตร
$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$S.D._1 = \sqrt{\frac{(40 \times 9003) - (593)^2}{40(40-1)}} = \sqrt{\frac{8506}{1560}} = 2.33$$

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$S.D._2 = \sqrt{\frac{(40 \times 23,194) - (960)^2}{40(40-1)}} = \sqrt{\frac{6160}{1560}} = 1.99$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่	μ_1	คือ	หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	μ_2	คือ	ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	H_0	คือ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนเท่ากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	H_1	คือ	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การกำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

คำนวณหาค่า t – test dependent

การคำนวณหาค่า t กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ ($N > 30$) ที่ใช้ผลการวัดผลจากกลุ่มเดิม ออกมา 2 ค่า ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตร t – test dependent

สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

ให้ $\alpha = 0.05$

การทดสอบหานัยสำคัญ ความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบเฉลี่ย ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้สูตรการหาค่า t-test แบบ Dependent ดังนี้

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

$$t = \frac{366}{\frac{\sqrt{40(3,558) - 133,956}}{39}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t = \frac{366}{\sqrt{214.46}} \qquad t = \frac{366}{14.64}$$

$$t = 25.00$$

หาค่า t จากตารางดังนี้

โดยที่	α	=	.05
	Df	=	39
	t	=	1.684

ดังนั้นค่า t คำนวณได้ผลลัพธ์ 25.00 มีค่ามากกว่า t ตาราง 1.684 จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 นั่นคือ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

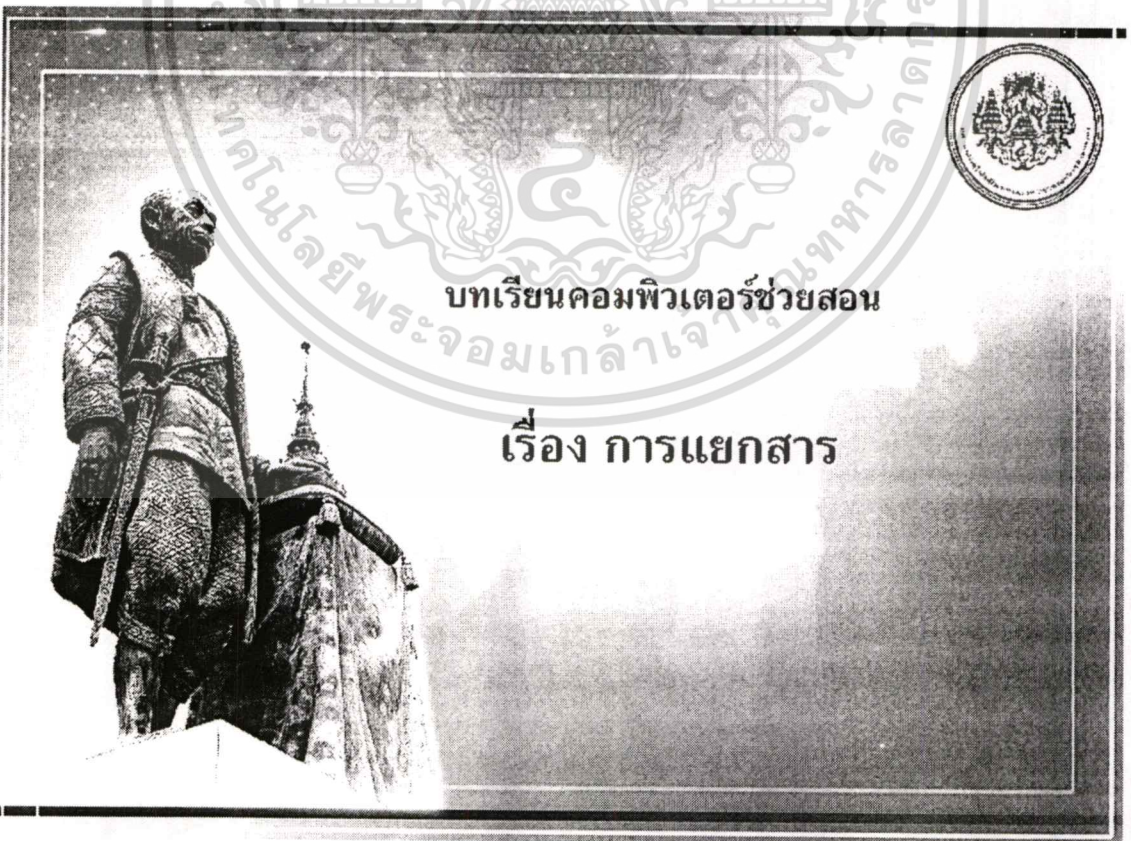
เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 24.00$) มากกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 14.82$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง



บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

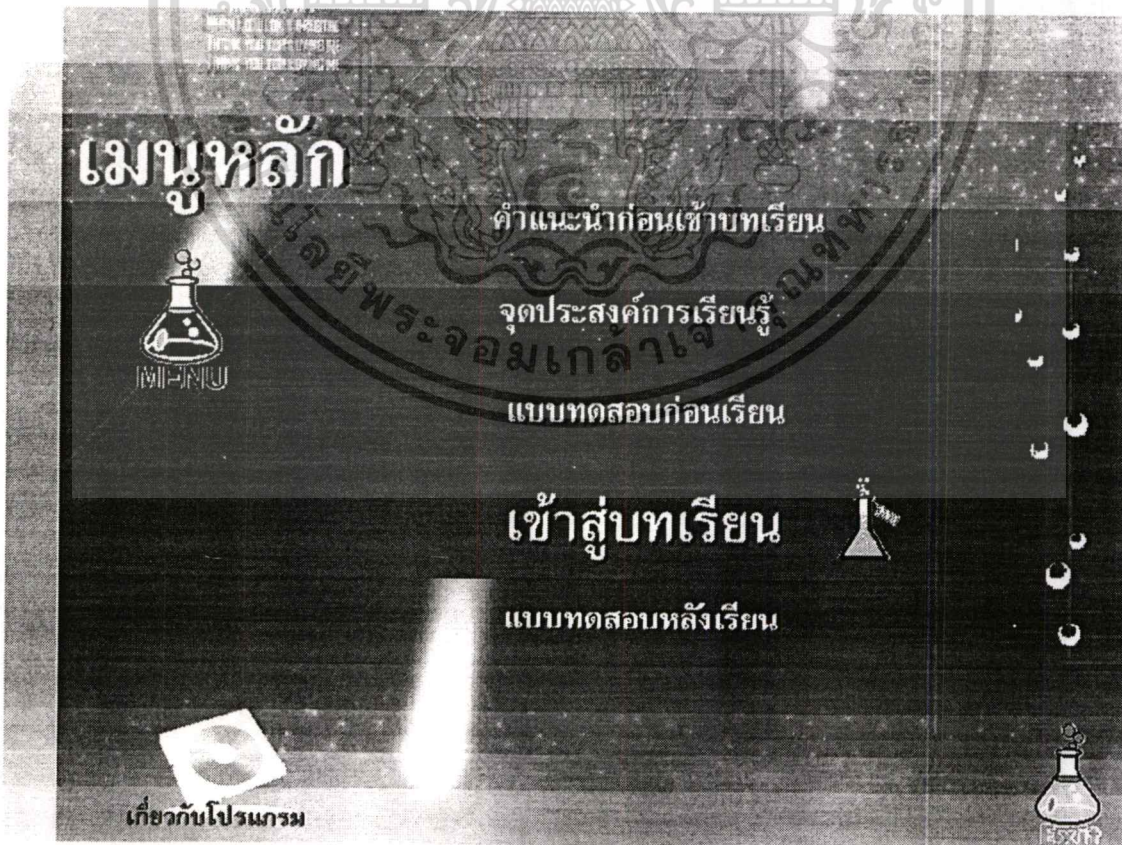
เรื่อง การแยกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสบัตรเรียน	:	43064526
ชื่อ - นามสกุล	:	จิราพร พลายประเสริฐ
ชั้นเรียน	:	Ed 07

เข้าสู่บทเรียน



เมนูหลัก

คำแนะนำก่อนเข้าบทเรียน




จุดประสงค์การเรียนรู้

แบบทดสอบก่อนเรียน

เข้าสู่บทเรียน

แบบทดสอบหลังเรียน

เกี่ยวกับโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร



คำแนะนำ

1. กลุ่มผู้เรียนเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทย์ - คณิต
2. ก่อนเข้าสู่บทเรียนควรปฏิบัติโดยการอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาบทเรียน
3. ผู้เรียนควรมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี



การแยกสาร

จุดประสงค์การเรียนรู้

- ตอนที่ 1 การกลั่น
 1. บอกชนิดของสารที่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ด้วยการกลั่นได้
 2. อธิบายขั้นตอนการกลั่นได้
- ตอนที่ 2 การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ
 1. บอกชนิดของสารที่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ด้วยการกลั่นด้วยไอน้ำได้
 2. อธิบายขั้นตอนการกลั่นด้วยไอน้ำได้
- ตอนที่ 3 การสกัดด้วยตัวทำละลาย
 1. บอกชนิดของสารที่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ด้วยการสกัดด้วยตัวทำละลายได้
 2. อธิบายขั้นตอนการสกัดด้วยตัวทำละลายได้
- ตอนที่ 4 โครมาโทกราฟี
 1. บอกชนิดของสารที่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีได้
 2. อธิบายขั้นตอนวิธีโครมาโทกราฟีได้
- ตอนที่ 5 การตกผลึก
 1. บอกชนิดของสารที่สามารถแยกให้บริสุทธิ์ด้วยการตกผลึกได้
 2. อธิบายขั้นตอนการตกผลึกได้



MENU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

แบบทดสอบก่อนเรียน

(Pre - Test)

คำแนะนำก่อนการทำข้อสอบ

1. แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. แบบทดสอบนี้มี 4 ตัวเลือก ให้เลือกข้อที่ถูกที่สุด
3. กรุณาอ่านข้อสอบให้ละเอียด รอบคอบ ก่อนทำ



ทำแบบทดสอบ



การแยกสาร

1. วิธีการกลั่นน้ำให้บริสุทธิ์โดยการกลั่นแบบธรรมดา สารในข้อใดใช้วิธีการนี้แยกไม่ได้



	น้ำทะเล
	น้ำผสมแอลกอฮอล์
	น้ำคลอง
	น้ำเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

แสดงผลคะแนนแบบทดสอบข้อสอบตอนที่ 1

ผลคะแนนที่ได้คือ.....9.....คะแนน

จากคะแนนเต็มทั้งหมด.....30.....คะแนน

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ30.....%

ผู้เรียนกรณากดปุ่มใดๆเพื่อกลับสู่เมนูหลัก

การแยกสาร

เนื้อหาบทเรียน

(LESSON)



การกลั่น



การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ



การสกัดด้วยตัวทำละลาย



โครมาโทกราฟี



การตกผลึก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

การกลั่น

เข้าสู่บทเรียน เรื่อง การกลั่น

แบบฝึกหัด

กลับสู่หน้าเมนูบทเรียน

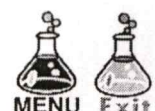
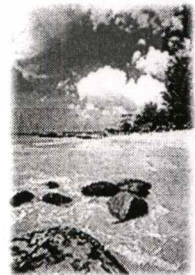
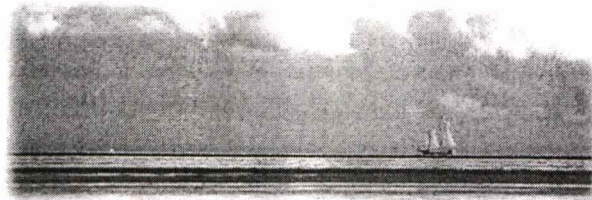


การแยกสาร

การกลั่น

การกลั่น

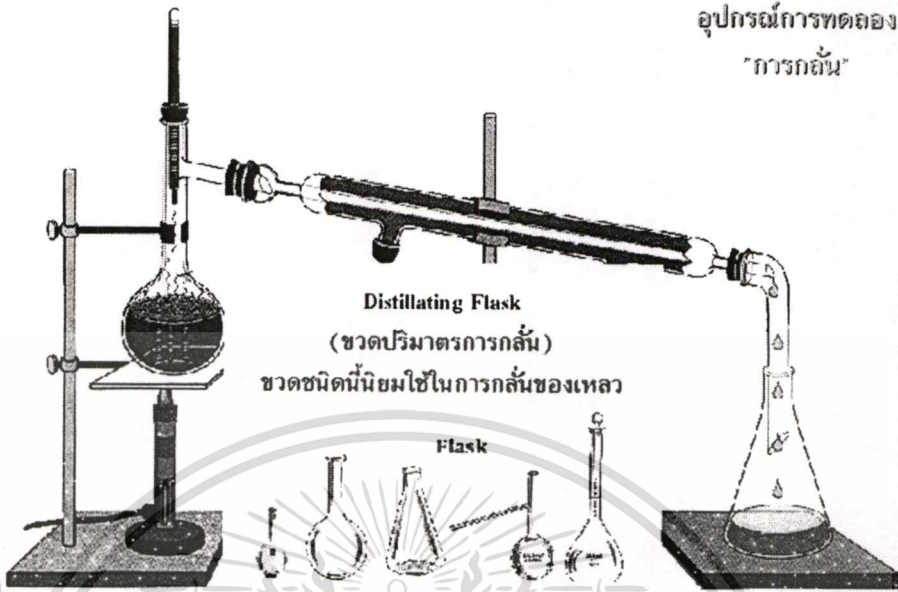
นักเรียนทราบแล้วว่าน้ำทะเลมีเกลือหลายชนิดละลายอยู่ ถ้าต้องการแยกน้ำออกจากน้ำทะเล ทำได้โดยนำน้ำทะเลมาต้มเพื่อให้น้ำระเหยเป็นไอ แล้วผ่านไอน้ำไปของเหลว วิธีการเช่นนี้ เรียกว่า การกลั่น



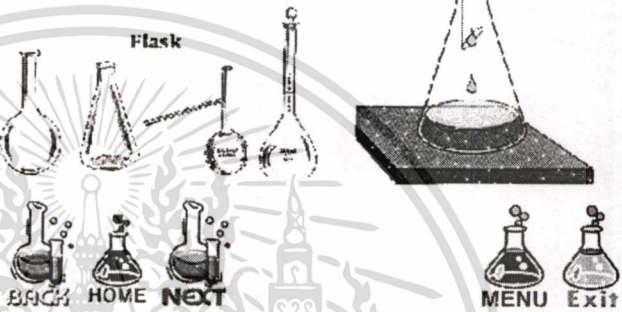
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

อุปกรณ์การทดลอง
"การกลั่น"

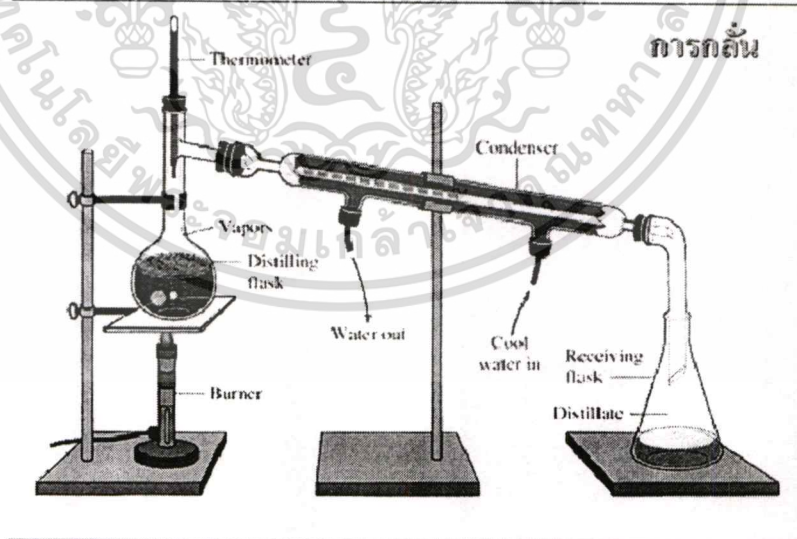


Distilling Flask
(ขวดปริมาตรการกลั่น)
ขวดชนิดนี้นิยมใช้ในการกลั่นของเหลว



การแยกสาร

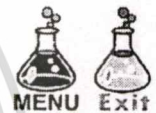
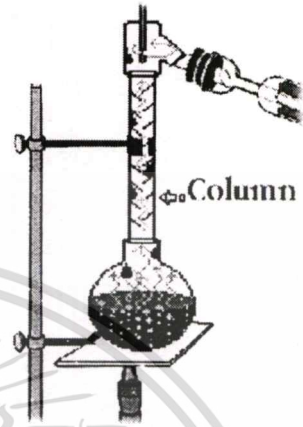
การกลั่น



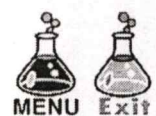
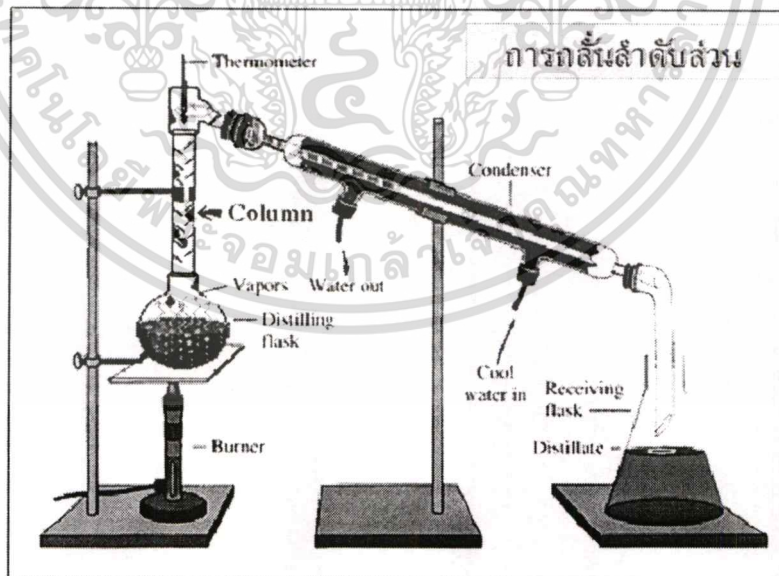
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

เมื่อพิจารณาข้อมูลในตาราง พบว่าถึงแม้จะควบคุมอุณหภูมิเป็นเท่าใดก็ตาม วิธีดังกล่าวก็ไม่สามารถแยกเบนซินออกจากโทลูอีน จนเป็นสารบริสุทธิ์ได้ ถ้าต้องการให้ได้เบนซิน หรือ โทลูอีน บริสุทธิ์จะต้องนำสารที่กลั่นได้ในแต่ละส่วนไปกลั่นซ้ำอีกหลาย ๆ ครั้ง ในทางปฏิบัติทำโดยการผ่านไอของสารที่ต้องการกลั่นเข้าไปในคอลัมน์ที่มีลูกแก้วจะดูดความร้อนได้บางส่วนทำให้คอลัมน์ส่วนล่างมีอุณหภูมิสูงกว่าคอลัมน์ส่วนบน



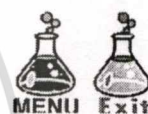
การแยกสาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

ศึกษาจบบทเรียนให้นักเรียน
คลิกปุ่ม HOME แล้วทำแบบทดสอบ



การแยกสาร

1. สารใดใช้วิธีการกลั่นแบบธรรมดาได้ ถูกต้อง !!!



น้ำส้มสายชู



น้ำทะเล



น้ำมันพืช



น้ำมันเบนซิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

แสดงผลคะแนนแบบทดสอบเรื่องการกลั่น



ผลคะแนนที่ทำได้อคือ.....2.....คะแนน

จากคะแนนเต็มทั้งหมด.....6.....คะแนน

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์คือ33.33.....%

ผู้เรียนกรุณากดปุ่มใด ๆ เพื่อกลับสู่เมนูหลัก

การแยกสาร

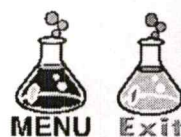


การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

เข้าสู่บทเรียน เรื่อง การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

แบบฝึกหัด

กลับสู่หน้าเมนูบทเรียน

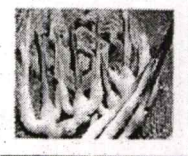


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

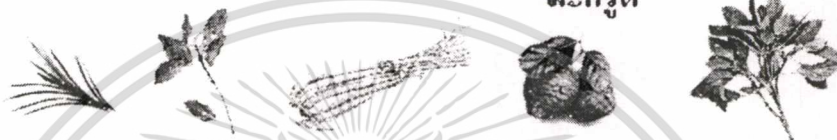
การแยกสาร

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

นักเรียนเคยทราบว่า ราก ใบ ดอก ผล หรือลำต้นของพืช ชนิดมีกลิ่นหอม หรือมีน้ำมันเรียกว่า น้ำมันหอมระเหย สะสมอยู่ การแยกสารที่มีกลิ่นหรือน้ำมันออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช อาจทำได้ ด้วยวิธีการง่าย ๆ เช่น การบีบ การคั้น หรือการละลายในตัวทำละลาย นอกจากนี้ ยังมีวิธีอื่นที่ใช้แยกสารดังกล่าวออกจากพืช ซึ่งนักเรียน จะได้ศึกษาการทดลองต่อไป



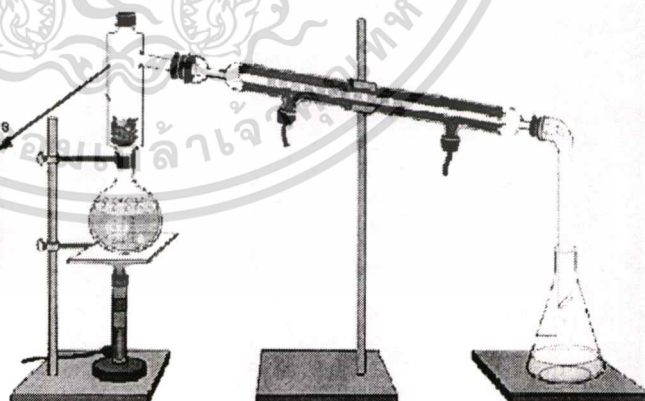
มะกรูด



การแยกสาร

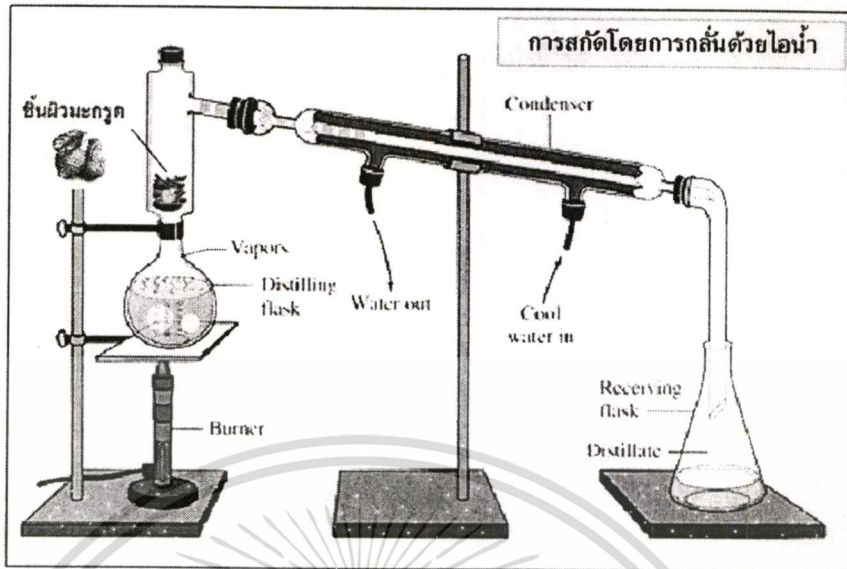
การสกัดน้ำมันหอมระเหย โดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

ใส่ผิวมะกรูดประมาณ
3 ใน 4 ของหลอดทดลอง
ใส่น้ำประมาณ 20 cm³
ลงในขวดแก้วขนาด 250 cm³
แล้วนำหลอดทดลองที่ใส่
มะกรูด พร้อมหลอดนำก๊าซ
มาสวมที่ปากขวดแก้ว
ดังภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร



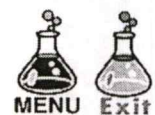
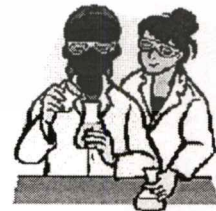
การแยกสาร



การสกัดด้วยตัวทำละลาย

นักเรียนคงเคยเห็นมาแล้วว่าเมื่อผสมน้ำกับน้ำมันจะได้สารแยกเป็นสองชั้น แต่ถ้าผสมน้ำกับเอทานอล จะได้สารเนื้อเดียว แสดงว่าน้ำละลายในเอทานอล แต่ไม่ละลายในน้ำมัน

การที่สารแต่ละชนิดละลายได้ในตัวทำละลายที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถ นำหลักการนี้ไปใช้แยกสารออกจากกันได้ โดยวิธีการที่เรียกว่า การสกัดด้วยตัวทำละลาย

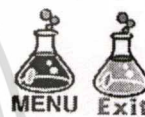


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

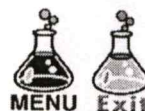
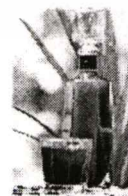
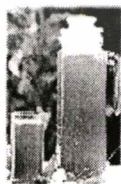
เอทานอลและน้ำ ใช้สกัดสีและกลิ่นจากขิงได้แตกต่างกัน กล่าวคือ น้ำจะละลายสารที่มีกลิ่นของขิงได้ดีกว่าสาร ที่มีสี ส่วนเอทานอลมีกลิ่นแรง จึงไม่สามารถบอกได้ว่ามีกลิ่นของขิงละลายอยู่มากน้อยเพียงใด

ส่วนการสกัดสีพบว่าเอทานอล จะสกัดได้ดีกว่าน้ำ ดังนั้นการเลือกตัวทำละลาย ที่เหมาะสมจะช่วยให้สามารถสกัดสารที่ต้องการได้



การแยกสาร

ทั้งนี้ตัวทำละลายที่ดีจะต้องไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่สกัดได้ และต้องแยกออกจากกันได้ง่าย ในกรณีที่สารละลายมีตัวละลายปนอยู่หลายชนิด เราสามารถแยกตัวละลายแต่ละชนิดออกจากกันได้ โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมสกัดสารที่ต้องการที่ละชนิด น้ำเป็นตัวทำละลายที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เมื่อสกัดสารออกมาได้ สามารถนำมาใช้ในการบริโภคได้ จึงนิยมใช้สกัดเครื่องดื่มชนิดต่างๆ เช่น น้ำชา น้ำตะไคร้ น้ำใบเตย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

โครมาโทกราฟี

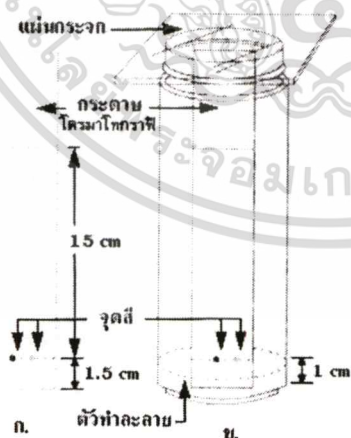
เข้าสู่บทเรียน เรื่อง โครมาโทกราฟี

แบบฝึกหัด

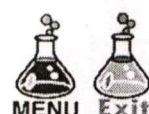
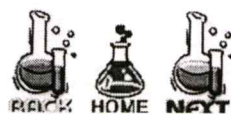
กลับสู่หน้าเมนูบทเรียน



การแยกสาร



สารที่ละลายได้ดี ในตัวทำละลาย และถูกดูดซับได้น้อย จะเคลื่อนที่ผ่านกระดาษที่ใช้ทำโครมาโทกราฟีซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับได้เร็วในทางตรงข้าม สารที่ละลายได้น้อย แต่ถูกได้ดีจะเคลื่อนที่ช้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร



การตกผลึก

เข้าสู่บทเรียน เรื่อง การตกผลึก

แบบฝึกหัด

กลับสู่หน้าเมนูบทเรียน



MENU

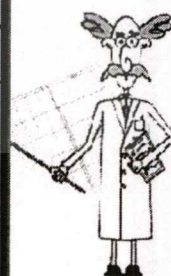


Exit

การแยกสาร

นักเรียนคิดว่ายังมีปัจจัยอื่นอีกหรือไม่ ที่มีผลต่อการละลายของสารพิจารณาจากข้อมูลต่อไปนี้

สาร	สูตร	ปริมาณสาร(กรัม)ที่ละลายได้สูงสุด ในน้ำ 100 กรัม ณ อุณหภูมิ			
		0°C	20°C	60°C	100°C
โซเดียมคลอไรด์	NaCl	35.7	36.0	37.3	39.8
โซเดียมไนเตรต	NaNO ₃	73.0	88.0	124.0	180.0
โพแทสเซียมไอโอไดด์	KI	127.0	144.0	176.0	208.0
โพแทสเซียมไนเตรต	KNO ₃	13.3	31.6	110.0	246.0
แคลเซียมโครเมต	CaCrO ₄	13.0	10.4	6.1	3.2



BACK



HOME



NEXT



MENU



Exit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสาร

น้ำทะเลมีสารหลายชนิดละลายปนกันอยู่ เช่น โซเดียมคลอไรด์ แมกนีเซียมคลอไรด์ แคลเซียมซัลเฟต และ แมกนีเซียมซัลเฟต สารเหล่านี้ สามารถแยกออกจากน้ำทะเลได้ โดยการทำให้ตกผลึก ด้วยวิธีธรรมชาติ เช่น การทำนาเกลือ โดยชั่งน้ำทะเลไว้ในนา แล้วให้กระแสมและแสงแดดระเหยน้ำออกไป เมื่อน้ำทะเลมีความเข้มข้นสูงถึงจุดอิ่มตัวของสารชนิดใดชนิดหนึ่ง ก็จะได้สารชนิดนั้นตกผลึก แยกตัวออกมา



การแยกสาร

ต้องการออกจากบทเรียนหรือไม่

ตกลง

ยกเลิก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจิราพร พลายประเสริฐ
วัน เดือน ปีเกิด	22 ตุลาคม 2519 ที่เพชรบุรี
ที่อยู่	17/740 หมู่ 11 อาคารวังหินคอนโดมิเนียม ซอยเสนานิคม 1 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพฯ 10230
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2542 ศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวและเทคนิคศึกษา จากสถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงาน	
พ.ศ. 2544-2545	นักวิชาการศึกษา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปัจจุบัน	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ศูนย์บริการสื่อการศึกษา สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้