

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรมิเตอร์
สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารนิพนธ์
ของ
ประสิทธิ์ ศรีแก้ว



เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา
กุมภาพันธ์ ๒๕๔๒

(ลิขสิทธิเป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ)

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโทรมิเตอร์
สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ของ

นายประสิทธิ์ ศรีแก้ว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา

การทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนา และหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ สำหรับนิสิตบัณฑิตศึกษา ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 90 / 90

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียครั้งนี้ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 33 คนซึ่งได้โดยการสุ่มอย่างง่าย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีวิธีการดำเนินการดังนี้

1. เลือกเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการพัฒนา
2. รวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์เนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อย
3. กำหนดวัตถุประสงค์ของเนื้อหา
4. สร้างแบบทดสอบหลังเรียน และแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
5. เขียนบทเรื่อง (Story board)
6. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
7. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียตามบทเรื่อง
8. ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านสื่อตรวจสอบ
9. ดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
10. วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผลการทดลองหาประสิทธิภาพ

ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ ตามเกณฑ์ 90 /90 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80.83 / 82.55

A DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA COMPUTER ASSISTED
INSTRUCTION ON CHEMICAL ANALYSIS BY ATOMIC
ABSORPTION SPECTROMETER FOR GRADUATE STUDENTS IN
THE PETROLEUM AND PETROCHEMICAL COLLEGE,
CHULALONGKORN UNIVERSITY

AN ABSTRACT

BY

PRASIT SRIKAEW

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree Educational Technology
At Srinakharinwirot University
1999

The purposes of this Master's Project were to a development of multimedia computer assisted instruction on chemical analysis by atomic absorption spectrometer for graduate students in the petroleum and petrochemical college, chulalongkorn university . By testing the efficiency of the computer assisted instruction lesson based on the criterion 90 / 90

The sample, 33 students, was grouped by stratified simples random sampling method from international graduate students in the petroleum and petrochemical college, chulalongkorn university.

In the study, there were ten steps as followed:

1. choose the lesson which use to development.
2. collect the data and analyze the lesson into small subject.
3. indicate the purpose of lesson.
4. design the post test and exercise.
5. write story board.
6. design multimedia computer assisted instruction lesson program.
7. create multimedia computer assisted instruction lesson program.
8. check lesson and media by experts.
9. test the efficiency of multimedia computer assisted instruction lesson program.
10. analyze the data and present efficiency result measurement.

The efficiency result of multimedia computer assisted instruction on chemical analysis by atomic absorption spectrometer. Based on the criterion 90 / 90 but this lesson is not on the criterion. It is 80.83 / 82.55

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอนได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับ
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ รัศมีพรหม)
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สายวรรณ)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ รัศมีพรหม)
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สายวรรณ)
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มีชัย คุณาวุฒิ)
.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(พันตรี ดร. บุญชู ใจเชื้อกุล)

ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษาอนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุรัชย์ สิกขาบัณฑิต)
วันที่...๙...เดือน...ธันวาคม...พ.ศ. ๒๕๔๒

ประกาศคุณูปการ

ความสำเร็จในการทำสารนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ มัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ ครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอบพระคุณท่านอาจารย์ 2 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ รัชมีพรหม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สายวรรณ ที่ให้โอกาสและช่วยเหลือให้คำแนะนำ สละเวลาของท่านให้กับผู้ศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างมาก จึงทำให้สารนิพนธ์สำเร็จไปด้วยดี ซึ่งผู้ศึกษาค้นคว้า จะไม่มีวันลืมได้ ขอขอบพระคุณ พ.ต.ดร. บุญชู ใจเชื้อกุล , อาจารย์ ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร และ อาจารย์ ดร. กิติพัฒน์ รังสิมานนท์ เป็นอย่างมากที่ช่วยตรวจเครื่องมือในการทำสารนิพนธ์ และ Mr. John W. Ellis ที่ตรวจภาษาอังกฤษในบทเรียน พร้อมทั้งให้เสียงบรรยายประกอบบทเรียน นอกจากนี้ขอขอบคุณ บุคลากร และนิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ ปีการศึกษา 2542 ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและร่วมมือ เป็นอย่างดีในการทดลองบทเรียนทุกคน ขอขอบคุณ คุณอนิรุทธิ์ สติมัน นักวิชาการโสตทัศนศึกษา คณะพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลือตกแต่งภาพในบทเรียนให้ และเพื่อนๆ เอกเทคโนโลยีการศึกษา รุ่น 8 (ภาคพิเศษ) ทุกคน

ท้ายนี้ในความสำเร็จของผู้ศึกษาค้นคว้าได้รับกำลังใจ และแรงผลักดันจากบิดา - มารดา พร้อมพี่น้องของผู้ศึกษาค้นคว้า

ประสิทธิ์ ศรีแก้ว

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ.....	1
	ความสำคัญและที่มา.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	7
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย.....	12
	เนื้อหาวิชา “การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่อง อะตอมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์.....	21
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา.....	25
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	27
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย.....	29
3	การดำเนินการพัฒนา.....	32
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	32
	เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	33
	การดำเนินการหาประสิทธิภาพ.....	35
	สถิติที่นำมาใช้ในการหาประสิทธิภาพ.....	36

บทที่

หน้า

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
	ผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 1.....	39
	ผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 2.....	40
	ผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 3.....	41
5	บทย่อ สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	43
	ความมุ่งหมายของสารนิพนธ์.....	43
	ขอบเขตของสารนิพนธ์.....	43
	สถิติที่นำมาใช้ในการพัฒนา.....	44
	วิธีการดำเนินการพัฒนาบทเรียน.....	44
	สรุปผลการวิจัย.....	45
	อภิปรายผล.....	46
	ข้อเสนอแนะ.....	48
	บรรณานุกรม.....	49

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	54
ตารางการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	
ภาคผนวก ข.....	55
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน	
ภาคผนวก ค.....	64
บทเรื่อง (Story board) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชัน	
ภาคผนวก ง.....	93
แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ แบบกรอกคะแนนระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน	
ภาคผนวก จ.....	97
คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชัน สเปกโทรมิเตอร์	
ภาคผนวก ฉ.....	104
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และสื่อ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟ ชันสเปกโทรมิเตอร์	
ประวัติผู้วิจัย.....	105

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. ผลคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน..... หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งที่ 2	40
2. ผลคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน..... หลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งที่ 3	41
3. แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ.....	54

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1. ภาพแสดงขบวนการลำเลียงสารละลายตัวอย่างไปยังแหล่งผลิตอะตอม
และแปรเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณของธาตุ..... 22
2. ภาพแสดงส่วนประกอบของเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer..... 23
3. ภาพแสดง calibration curve..... 24

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มา

สื่อการเรียนการสอนนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับผู้สอน ไม่ว่าสื่อนั้นจะเป็นสื่อในรูปแบบใดก็ตาม (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 79) ปัจจุบันมีสื่อการเรียนการสอนออกมาหลายประเภท แต่สื่อที่น่าสนใจสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และดึงดูดความสนใจให้กับผู้เรียนได้แก่ คอมพิวเตอร์ เพราะคอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนได้อย่างมีระบบ โดยเฉพาะในเรื่องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่ช่วยสอนให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียนตามปกติ (กิดานันท์ มลิทอง. 2535:187) มัลติมีเดียเป็นสื่อคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่มีการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การสอน (Tutorial Instruction) การฝึกหัด (Drills and Practice) สถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียให้ภาพที่เป็นลักษณะตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงดนตรี ประกอบกันเป็นเรื่องราวเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาตามความสามารถของตนเอง มีผู้วิจัยเกี่ยวกับมัลติมีเดียสำหรับห้องสมุดทางวิชาการ โดย ฮอลล์ (Hallis. 1996 : 14) กล่าวว่า มัลติมีเดียที่ใช้ในห้องสมุดทางวิชาการประกอบด้วย ตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และ ภาพวีดิทัศน์ สิ่งเหล่านี้เป็นส่วนประกอบที่สามารถดึงดูดความสนใจให้กับผู้มาใช้บริการได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่นำมัลติมีเดียมาสร้างเนื้อหาในการเรียนวิชาต่างๆ ด้วย เช่น การวิจัยเรื่องการนำมัลติมีเดียมาส่งเสริมในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการวิจัยโดยให้ผู้เรียนนำเสนอหัวข้อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง พบว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และทำให้ผู้เรียนได้รู้จักหน้าที่ของตนเอง (Beichner. 1994 : 55) จะเห็นได้ว่ามัลติมีเดียมีคุณค่า และประโยชน์มาก ได้แก่ เป็นสื่อที่สามารถให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง ดึงดูดความสนใจในการเรียน สนองความต้องการในเรื่อง ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการเสริมแรง และการให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนหลังจากการเรียน

ในสภาพปัจจุบันการนำสื่อการเรียนการสอนมาใช้ประกอบในการเรียนการสอน ผู้สอนยังเป็นผู้ใช้ส่วนใหญ่ โดยไม่คำนึงผู้เรียนว่าจะเกิดการเรียนรู้หรือไม่ จากการเรียนการสอนในสถาบันต่างๆ มักจะประสบปัญหาในเรื่องความเข้าใจในเนื้อหาที่ศึกษา โดยเฉพาะเกี่ยวกับการที่ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่เรียนไปฝึกปฏิบัติให้ประสบผลสำเร็จ สำหรับปัญหาในการเรียนการสอนเกี่ยวกับการใช้เครื่องวิเคราะห์ทางเคมี นับว่ามีความสำคัญ เนื่องจากเครื่องที่ใช้วิเคราะห์ต้องการความถูกต้อง และมีราคาแพง วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสถาบันหนึ่งที่ทำให้การศึกษาเกี่ยวกับด้านโครเคมี และวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ ซึ่งจะต้องมีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีในการทดลอง แต่ในปัจจุบันนี้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ โดยเฉพาะเครื่องที่เรียกว่า อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) นิสิตส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจในเรื่องหลักการทฤษฎี และหลักการทำงานของเครื่อง จึงทำให้ผู้เรียนทำผิดขั้นตอนและขาดหลักการในการทำการทดลอง ในการให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องนี้ทางสถาบันมีการจัดให้มีการเรียนการสอนเป็นวิชาหนึ่ง ซึ่งมีส่วนที่เป็นทฤษฎีและปฏิบัติด้วย สำหรับในการเรียนการสอนของอาจารย์ที่ผ่านมา 3 ปี เป็นแบบบรรยายประกอบหนังสือและสาธิตการใช้เครื่อง ประกอบเวลาที่สอนมีน้อย ซึ่งทำให้ผู้เรียนยังมองไม่เห็นภาพพจน์ในเรื่องทฤษฎีหลักการทำงานของเครื่องอย่างเป็นรูปธรรมไม่ได้

จากปัญหาในเรื่องการให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งเป็นการสอนแบบปกติคือ การบรรยายประกอบหนังสือ และประกอบเวลาสอนมีน้อย ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการเรียนรู้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่สามารถไปปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การทำให้ผู้เรียนได้เห็นลักษณะการทำงานของเครื่อง การรวมกันของธาตุต่างๆ ของโมเลกุล หรือวิธีการใช้เครื่องอย่างถูกต้อง ดังนั้นในการให้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องเป็นสิ่งสำคัญมาก

สำหรับวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถนำสื่อมาใช้ประกอบการสอนได้ เช่น การนำสไลด์ การสอนโดยการสาธิต เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น แต่สำหรับวิธีการสอนให้ได้ผลและมีประสิทธิภาพคือ การนำเทคโนโลยีการศึกษาเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจ สนใจ ดึงดูดความสนใจ ให้กับนักศึกษาได้แก่การนำคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมาใช้ประกอบการสอน เช่น ถ้าลองนึกถึงการทดลองทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องของการผสมของเหลว และคำอธิบายทีละขั้นตอน มีภาพหลายๆ ภาพ และคำอธิบายยาวติดกันหลายๆ บรรทัด กับการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงภาพเคลื่อนไหวของการผสมสารเคมีจากหลอดแก้ว (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532:11) ในทำนองเดียวกันถ้าจะให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการทฤษฎีการทำงานของเครื่องถ้าให้ผู้เรียนศึกษาจากตำรา จะทำให้ผู้เรียนไม่เห็นในส่วนที่เป็นการรวมกันของสาร หรือทิศทางการเคลื่อนไหวของแสงที่เกิดขึ้นภายในเครื่อง กับการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ให้

ภาพเคลื่อนไหว และยังให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ด้วย ดังนั้นการศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียจะทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อโดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย นอกจากนี้ยังสามารถทำให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างน่าภาคภูมิใจ บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียยังสามารถนำมาทบทวนได้ตลอดเวลา ไม่จำเป็นต้องรอผู้สอนมาแนะนำ เพียงแต่ผู้เรียนมีพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์พอสมควรก็ใช้บทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ให้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากเร้าความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้ศึกษาจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์จากการศึกษาให้มากที่สุด

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่นำมาใช้ในการศึกษา เป็นรายบุคคล เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาค้นคว้า

ได้สื่อการเรียนการสอนด้วยตนเองที่มีประสิทธิภาพ และเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเนื้อหาวิชาอื่นๆ ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ นิสิตปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 70 คน ปีการศึกษา 2541
2. กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทำโครงการครั้งนี้ เป็นนิสิตปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ ของ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 33 คน ปีการศึกษา 2541 โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ระยะเวลาในการทดลอง 6 คาบ

3. มัลติมีเดียที่นำมาใช้ในการทำโครงการครั้งนี้ เป็นการสอนแบบรายบุคคล เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

4. เนื้อหาที่นำมาผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ได้แก่ เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ เป็นหลักสูตรนานาชาติ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีเนื้อหาดังนี้

- 1) Basic Principles (หลักการเบื้องต้น)
- 2) Atomization (ขบวนการผลิตอะตอม)
- 3) Components of Atomic Absorption System (ส่วนประกอบของระบบอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชัน)
- 4) Operation (การใช้เครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชัน)
- 5) Atomic Absorption for Chemical Analysis (การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีการอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชัน)

นิยามศัพท์เฉพาะ

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย คือ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการสอนหรือเครื่องมือในการเรียนการสอนด้วยตนเอง ซึ่งมีลักษณะในการนำเสนอมีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย ตัวอักษร โดยให้ผู้ศึกษาเรียนจากบนเรียนจากโปรแกรมการสอน ซึ่งบรรจุอยู่ในคอมพิวเตอร์

การวิเคราะห์ทางเคมี คือ กระบวนการทำให้อะตอมของธาตุ ที่อยู่ในสภาวะปกติมีพลังงานต่ำ และมีความเสถียร ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์คุณภาพและปริมาณธาตุในตัวอย่าง

อะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) คือ เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุ โดยใช้หลักการดูดกลืนแสงของอะตอม

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย คือ ผลการเรียนรู้ของนิสิตบัณฑิตศึกษาวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ตามเกณฑ์ 90/90

90 ตัวแรก หมายถึง เมื่อผู้เรียนศึกษาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 90

90 ตัวหลัง หมายถึง เมื่อผู้เรียนศึกษาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 90

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า ผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ไว้ดังนี้

1.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.3 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

- 2.1 ความหมายของมัลติมีเดีย
- 2.2 ประวัติความเป็นมาของมัลติมีเดีย
- 2.3 องค์ประกอบของมัลติมีเดีย
- 2.4 อุปกรณ์สำหรับการผลิตมัลติมีเดีย
- 2.5 การผลิตมัลติมีเดีย
- 2.6 ประโยชน์ของมัลติมีเดีย

3.เนื้อหาวิชาเรื่อง “การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)”

- หลักการดูดกลืนแสงของอะตอม
- การผลิตอะตอมของธาตุ
- ส่วนประกอบของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์
- การวิเคราะห์ปริมาณ
- ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์
- ประโยชน์ของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ ที่ใช้ใน

งานวิเคราะห์ทางเคมี

- 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา
- 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาและนักวิชาการต่างๆ ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้หลายท่านด้วยกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ยี่น ภู่วรรณ (2531 : 121) และ ทักษิณา สนวนานนท์ (2529 : 56-59) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การนำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเสนอเนื้อหา และลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

ส่วนขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียน การสอน โดยที่เนื้อหา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปของตัวหนังสือและภาพกราฟิก นอกจากนี้ยังมีการตรวจคำตอบ แสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประกอบการเรียนการสอน หรือเป็นเครื่องมือของครูที่ใช้สอนในเนื้อหาต่างๆ โดยผู้เรียนสามารถศึกษได้ด้วยตนเอง ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย ประกอบกันเป็นเรื่องราวโดยมีคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมระบบ และแสดงเนื้อหาบนจอภาพ

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาและนักวิชาการทั้งใน และต่างประเทศได้แบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ซึ่งมีดังนี้

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 9-10) ; ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 216-220) ; วารินทร์ รัศมีพหรม (2525 : 73) ; วสันต์ อติศัพท์ (2530 : 3(8)) ; อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน (2530 : 6-7) ; กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 228-232) ; Alessi and Trollip (1985 : 51-53) ไว้ดังนี้

1. แบบฝึกหัด (Drill and Practice) วิธีนี้เป็นแบบที่เห็นมากที่สุดเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่ได้เรียนมาแล้ว เพื่อช่วยในการจำเนื้อหาหรือเป็นการฝึกทักษะในสิ่งที่ได้เรียนในห้องเรียน วัตถุประสงค์หลักของการฝึกหัดและทำแบบฝึกหัด ก็เพื่อเสริมแรงในสิ่งที่ได้เรียนแล้ว โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอสิ่งเร้าซึ่งอาจจะเป็นในรูปของคำถาม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองหรือตอบคำถาม และสามารถให้การเสริมแรง หรือให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนได้ทันที ลักษณะของแบบฝึกหัดที่นิยมมากคือ แบบถูก ผิด และ แบบเลือกตอบ

2 แบบบทสนทนาบทเรียน (Tutorial) วิธีนี้เป็นการสอนสิ่งใหม่ซึ่งผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อน บทเรียนในลักษณะนี้จะเสนอเนื้อหาวิชา ตามคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เพิ่งเสนอไปและจากคำตอบของผู้เรียน คอมพิวเตอร์ก็จะตัดสินใจว่าผู้เรียนควรจะเรียนเนื้อหาต่อ หรือควรจะได้มีการทบทวนเนื้อหาที่เพิ่งเรียนนั้น หรือมีการซ่อมเสริมอย่างไร ลักษณะของการสอนเนื้อหาที่ดีจะเป็นดังนี้

2.1 เนื้อหา หรือมโนทัศน์ที่เสนอควรจะจัดอย่างเป็นระเบียบเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความสับสน

2.2 กราฟิกและเสียงประกอบสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

2.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมจังหวะความเร็วในการเสนอเนื้อหา

2.4 ควรจะมีวิธีการบันทึกคะแนนของผู้เรียนไว้เพื่อผู้สอนจะได้สามารถนำมาตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน และผู้เรียนทั้งชั้นได้

3. แบบเกมการเรียนรู้การสอน (Instructional Game) วิธีนี้เป็นการสอนเนื้อหาวิชาในรูปแบบของเกม เช่น เกมต่อคำ เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา ฯลฯ โดยทั่วไปลักษณะของเกมจะมีกฎที่แน่นอน เป็นการแข่งขัน เมื่อจบเกมแล้วจะมีผู้ชนะและผู้แพ้ เกมการศึกษามักจะออกแบบเพื่อให้ทั้งความรู้และความบันเทิงแก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพกราฟิกที่สวยงามและมีเสียงประกอบได้จึงทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) วิธีการนี้เป็นการจำลองสถานการณ์จริงโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอสถานการณ์ให้แก่ผู้เรียน ให้โอกาสผู้เรียนได้วิเคราะห์ และตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดให้ เพื่อที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง เนื่องจากสถานการณ์จำลองมีลักษณะที่ค่อนข้างซับซ้อน ผู้สร้างบทเรียนในลักษณะนี้จะต้องอาศัยการคาดคะเนเรื่องการตอบสนองในรูปแบบต่างๆ จากผู้ใช้บทเรียน และผลที่เกิดจากการตอบสนองเพื่อนำมาพิจารณาในการสร้างรูปแบบ (Model) ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการสร้างมาก และผู้สร้างบทเรียนจะต้องมีทักษะระดับสูงในการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียนในลักษณะนี้การจำลองสถานการณ์มี 3 ลักษณะคือ

4.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

4.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) จำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวงดูว่า จะมีปัญหาใดหรือไม่ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริงๆ

4.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experimence Encounter Simulation) เช่น การจำลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลอง ทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจในบางเรื่องการทำจริงๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่า ควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆ อย่างไร

5. แบบการแก้ปัญหา (Problem Solving) วิธีการนี้เป็นการเสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนจะต้องพยายามที่จะหาวิธีแก้ปัญหานั้นๆ ลักษณะบทเรียนแบบนี้จะคล้ายๆ กับแบบสถานการณ์จำลองแต่แบบการแก้ปัญหาต่างๆ จะเน้นขบวนการคิดในระดับที่สูงกว่า เรื่องของขบวนการในการใช้เหตุผล เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ

6. แบบเจรจา (Dialogue) วิธีนี้แม้ว่าวิธีการทำค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาตามลักษณะการตั้งปัญหาอย่างหนึ่ง

7. แบบทดสอบ (Testing) วิธีการนี้เป็นการทดสอบผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาหรือฝึกปฏิบัติไปแล้วด้วยคอมพิวเตอร์ โดยสร้างข้อสอบที่ต้องการสอบไว้ล่วงหน้าในแผ่นโปรแกรม เมื่อถึงเวลาสอบก็แจกแผ่น โปรแกรมที่บรรจุข้อสอบให้ผู้เรียนคนละแผ่น แล้วทำข้อสอบโดยป้อนคำตอบลงไปทางแป้นพิมพ์ เมื่อทำเสร็จแต่ละข้อเครื่องจะตรวจและแจ้งผลให้ผลทันที และเมื่อทำครบทุกข้อแล้วจะประเมินผลการสอบของ ผู้เรียน คนนั้นว่าผ่านหรือไม่ทันทีเช่นกัน

8. แบบการค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลอง ผิดลอง ถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น นักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่ง โปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภท เพื่อให้นักขายทดลอง จัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการว่าจะขายสินค้าประเภทใดด้วยวิธีการใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมอย่างยิ่ง สำหรับการศึกษาด้วยตนเอง มีคุณค่าและประโยชน์ต่อผู้เรียนและครูผู้สอนอย่างมาก ดังนี้

คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวกระตุ้นในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีทั้งจากความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ และสามารถในการสร้างภาพ สี และเสียงที่เร้าความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนตลอดเวลา

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และให้การเสริมแรง (Reinforcement) แก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว ทั้งในรูปของข้อความ เสียง หรือรูปภาพ เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสนองต่อการเรียนรายบุคคลเป็นอย่างดี เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อน ผู้เรียนแต่ละคนได้มีโอกาสได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถวัดผลการเรียนได้ ผู้เรียนสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ เป็นการลดภาระของครูด้วย นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถทราบข้อมูลอื่นๆ ตามที่ผู้เขียนโปรแกรมได้วางไว้อีกด้วย เช่น เขาได้คะแนนอยู่ในระดับหรือร้อยละที่เท่าใด หรือคะแนนสูงสุดที่มีผู้ทำได้ในข้อสอบชุดนั้น

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเก็บข้อมูลได้มากทำให้ประหยัดพื้นที่ เมื่อผู้เรียนต้องการจะเรียนเรื่องอะไรก็สามารถค้นหาและดึงเอาบทเรียนออกมาแสดงได้อย่างเร็ว ทั้งยังสามารถรูปแบบฝึกหัด ข้อสอบ หรือกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนโดยไม่ซ้ำกันได้ มีความแม่นยำ ไม่มีความลำเอียง ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย และไม่รู้เบื่อ เมื่อผู้เรียนยังไม่เข้าใจบทเรียนก็สามารถกลับไปทบทวนตรงที่ยังไม่เข้าใจได้ทันที

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนที่มีแบบแผน เพราะมีการวางแผนการสร้างบทเรียนทุกขั้นตอน สามารถตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนได้

(วารินทร์ รัชมิพรหม. 2531 : 193 ; สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 43 ; ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9 ; อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7-8 ; นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531 : 27-28 ; Hall . 1982 : 362)

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนเรียนได้ตามเอกัตภาพ ตามลำพังตนเองและเป็นอิสระจากผู้อื่น
2. ผู้เรียนจะเรียนรู้ไปตามลำดับจากง่ายไปหายาก และไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้
3. มีการให้ผลย้อนกลับทันทีซึ่งถือเป็นรางวัลของผู้เรียน ซึ่งมีภาพ สี หรือเสียง ก็ยังทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สนุกสนาน ตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนหรือฝึกปฏิบัติบทเรียนมาแล้วได้บ่อยครั้งตามต้องการจนเกิดความแม่นยำ
5. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ดีและเร็วกว่าการเรียนการสอนปกติ
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ทันทีโดยอัตโนมัติ
7. ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคิดหาทางแก้ปัญหาอยู่บ่อยๆ โดยเฉพาะการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน
8. สามารถเลือกเรียนได้ตามความสะดวกของผู้เรียน ทั้งเวลาและสถานที่ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน ที่ทำงาน หรือที่บ้าน
9. ปลุกฝังนิสัยความรับผิดชอบให้แก่ผู้เรียน โดยอาศัยการเสริมแรงที่เหมาะสมกระตุ้นให้อยากเรียน เนื่องจากเป็นการศึกษารายบุคคลไม่ใช่การบังคับให้เรียนหรือมีการกำหนดเวลาเรียน
10. ทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน เพราะสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนได้ด้วยตนเอง และเมื่อตอบผิดก็ไม่รู้อายเพราะไม่มีผู้อื่นรู้เห็น
11. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มที่

(นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 78-85 ; นิพนธ์ สุขปรีดี. 2526 : 40-49 ; ครรชิต มาลัยวงศ์. 2528 : 8-15 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 173-174)

ประโยชน์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้สอน

1. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลงในด้านการสอนข้อเท็จจริงต่างๆ จึงมีโอกาที่จะใช้เวลาเหล่านั้นในการเตรียมบทเรียนอื่นๆ ทำให้เกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากที่สุด
2. ครูมีเวลาที่จะศึกษาความรู้เพิ่มเติมเพื่อพัฒนาความสามารถ และประสิทธิภาพในการสอนของตนให้สูงขึ้น
3. ครูมีเวลาในการดูแลเอาใจใส่การเล่าเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น
4. ครูมีเวลาในการคิดสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมการศึกษา สื่อการสอนหรือหลักสูตร ให้มีประสิทธิภาพและก้าวหน้ายิ่งขึ้น

5. ช่วยลดเวลาในการสอนบทเรียนหนึ่งๆ เพราะผลการวิจัยส่วนมาก พบว่าบทเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบโปรแกรม สามารถสืบเนื้อหาได้มากกว่าการสอนแบบอื่นๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่า จึงสามารถเพิ่มเติมเนื้อหา หรือแบบฝึกหัดได้เต็มที่ตามความเหมาะสม และความต้องการของผู้เรียน หรือตามที่คุณสอนเห็นสมควร (ครรชิต มัลลียงค์ . 2528 : 8-15)

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

ความหมายของมัลติมีเดีย

มีนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ให้ความหมายของคำว่ามัลติมีเดีย ไว้ดังนี้

ยีน ภู่วรรณ (2538 : 159) ; นัยนา นุรารักษ์ และ สมบูรณ์ ฤกษ์วิบูลย์เสรี (2539 : 251); ครรชิต มัลลียงค์ (2539 : 219); กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 255) ; ให้ความหมายไว้ว่า มัลติมีเดีย (Multimedia) หมายถึง การนำสื่อหลายๆ ประเภทมาใช้ร่วมกันทั้งวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ โดยมีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการผลิตหรือควบคุมการทำงาน และสามารถแสดงข้อมูลในลักษณะเป็นตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง เสียงบรรยาย

และทาร์โบน (Rathbone. 1994 : 9) ได้ให้ตัวอย่างเปรียบเทียบว่า มัลติมีเดียเปรียบเหมือนความสามารถในการสื่อสารที่มากกว่าหนึ่งทาง เช่น ถ้าคุณดูหนังในขณะที่อธิบายไอศกรีมที่อร่อยที่สุดให้เพื่อนฟัง เป็นการนำเสนอสื่อประสมซึ่งมีทั้งเสียงและภาพ

ส่วน กาเยสกี (Gayeski . 1993 : 4) ; เอสตัน และชวานซ์ (Aston and Schwarz . 1994 : 230) ได้เพิ่มเติมว่า มัลติมีเดียคือ กลุ่มระบบของการสื่อสารที่สามารถโต้ตอบกันได้ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดเสียงข้อมูล รูปภาพ เสียง หรือวีดิทัศน์

จากความหมายดังกล่าว พอสรุปได้ดังนี้ มัลติมีเดีย (Multimedia) หมายถึง การติดต่อสื่อสารโดยใช้สื่อหลายๆชนิด ซึ่งมีคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ ซึ่งข้อมูลที่นำเสนอออกมาจะมีลักษณะเป็นทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร โดยสามารถมีการติดต่อสื่อสารหรือโต้ตอบกันได้

ประวัติความเป็นมาของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียมีประวัติความเป็นมาตั้งแต่ปี 1979 โดยเริ่มจากสิ่งที่เรียกว่า วิดิทัศน์โต้ตอบ (Interactive Video) หรือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) ซึ่งสื่อทั้งสองเป็นอุปสรรคในการให้ข้อมูล ในห้องปฏิบัติการการวิจัยและพัฒนา มีการพัฒนาเครื่องมือที่มีลักษณะที่สามารถบรรจุข้อมูลที่มีอยู่จำนวนมากและ เขียนโปรแกรมได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ยังมีความฝืน และคอยเวลาที่คืบคลาน เหมือนกับการแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง ถ้าประสบความสำเร็จในการสร้างเครื่องมือที่เรียกว่า VCR และคอมพิวเตอร์สามารถพูดได้ มีงานวิจัยจำนวนมากในอดีตที่ผ่านมา เดวิด วิลเลียม และ เดน เกเยสกี ได้สร้าง สื่อที่มีการโต้ตอบได้ (Interactive Media) ในปี 1985 โดยนำสื่อหลายชนิดมาผสมผสานกัน ได้แก่ วิดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ สื่อเหล่านี้มีข้อมูล ปุ่ม การสัมผัสหน้าจอจำนวนมาก และแผ่นข้อมูลที่นำมาใช้งานซ้ำ ดังนั้นได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการนำเสนอสิ่งต่างๆ ได้รวดเร็วยิ่งขึ้นและได้มาตรฐาน ซึ่งเรียกว่า ซีดีรอม บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยให้เสียง ภาพดิจิทัล และโปรแกรมที่มีจำนวนมากก็สามารถบรรจุได้ (Gayeski. 1993 : 3)

องค์ประกอบของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียมีองค์ประกอบที่สำคัญ ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบของสื่อต่างๆ ดังนี้

1. ตัวอักษร (Text) เป็นตัวอักษร และข้อความโดยปรากฏขึ้นบนจอภาพ ลักษณะของตัวอักษรที่แสดงออกมามีความพิเศษกว่าปกติ คือ สามารถเลือกรูปแบบ และขนาดได้มากมาย
2. เสียง (Sound) ได้แก่เสียงประกอบ เสียงบรรยาย โดยจะต้องมีความสัมพันธ์กันกับภาพ ซึ่งเสียงในระบบมัลติมีเดีย เป็นสัญญาณดิจิทัล หมายความว่า ต้องนำเสียงมาเปลี่ยนรูปจากสัญญาณแบบต่อเนื่อง หรือที่เรียกว่า อนาล็อกให้เป็นแบบดิจิทัล โดยวิธีการสุ่มเป็นช่วงๆ แล้วเก็บค่าความแรงของ สัญญาณเป็นตัวเลขเอาไว้ หลังจากนั้นจึงนำไปบันทึก
3. ภาพ (Picture) ภาพที่ใช้ในการผลิตมัลติมีเดียมี 2 ชนิด คือ
 - 3.1 ภาพนิ่ง (Still Picture) สามารถสร้างได้โดยใช้เครื่องสแกนภาพ และนำมาเก็บไว้เป็นแฟ้มหรือจะใช้โปรแกรมสำหรับเขียนภาพขึ้นมาได้ ภาพประกอบลายเส้น เช่น กราฟ ภาพที่สร้างด้วยโปรแกรมประกอบ CAD เช่น Auto CAD เป็นภาพที่เรียกว่า Vector Draw Graphics ซึ่งเป็นภาพชนิดเดียวกับโปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติทั้งแบบนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวสร้างขึ้นมาเพิ่มเก็บภาพพวกนี้จะเก็บเป็นคำสั่งสำหรับให้เขียนภาพด้วยการลากเส้นให้ได้ภาพตามต้องการรวมทั้งมีการให้สีและแสง

3.2 ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) ภาพเคลื่อนไหวเกิดจากการนำภาพนิ่งที่ต่อเนื่องกันแสดงติดต่อกัน ด้วยความเร็วมากพอที่สายตาไม่สามารถจับได้ และเห็นเป็นการเคลื่อนไหวต่อเนื่องจำนวนภาพที่ใช้สำหรับทีวีทั่วไป คือ 30 ภาพต่อวินาที ภาพนิ่ง 1 ภาพเรียกว่า 1 เฟรม ถ้าต้องการสร้างภาพเคลื่อนไหว 1 นาที จะต้องส่งภาพแสดงบนจอ 1800 เฟรม เป็นภาพสีเต็มจอขนาด 680 X 840 pixel (1 pixel เท่ากับ 24 บิต) คือ 3 ไบต์ จะต้องใช้ดิสก์ $640 \times 480 \times 3 = 921,600$ ไบต์ ดังนั้น 1 นาทีต้องใช้ดิสก์ 1.62 GB ซึ่งสิ้นเปลืองมาก ดังนั้นจึงมีการพยายามบีบอัดสัญญาณวิดีโอให้ต้องการจำนวนไบต์น้อยลงมาตรฐานบีบอัดสัญญาณวิดีโอที่รู้จักกันดีคือ MPEG (นัยนา นุรารักษ์ และสมบุรณ์ ฤกษ์วิบูลย์ศรี. 2539 : 252 ; 200 (นามแฝง). 2539 : 24-26 ; ราท์โบน (Rathbone). 1994 : 2-3 ; กาเยสกี (Gayeski). 1993 : 8)

จากองค์ประกอบต่างๆ ที่กล่าวสรุปได้ว่า มัลติมีเดียมีองค์ประกอบดังนี้

1. ตัวอักษร (Text) ซึ่งเป็นสื่อที่มีความสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียน
2. ภาพ (Picture) สำหรับการผลิตมัลติมีเดียมี 2 ประเภท คือ
 - 2.1 ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพที่ได้จากการถ่าย และจากการสร้างขึ้นเอง หรือภาพกราฟิก
 - 2.2 ภาพเคลื่อนไหว ได้แก่ ภาพจากวิดีโอ และภาพจากการสร้างให้เคลื่อนไหวโดยคอมพิวเตอร์
3. เสียง (Sound) เป็นเสียงดนตรี หรือเสียงบรรยาย

อุปกรณ์สำหรับการผลิตมัลติมีเดีย

การผลิตมัลติมีเดีย อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการผลิตนับเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ซึ่งจะทำให้มัลติมีเดียออกมามีความน่าสนใจมากขึ้นขึ้นอยู่กับเทคนิค และกระบวนการผลิตที่พร้อมด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาประกอบกัน โดยมีผู้ผลิตมัลติมีเดียได้กล่าวถึงอุปกรณ์ที่สำคัญในการผลิตมัลติมีเดีย ไว้ดังนี้

ทางด้านฮาร์ดแวร์

ดารา แพร์ตัน (2539 : 8) ได้กล่าวถึงฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวกับมัลติมีเดียแยกเป็นส่วนที่ใช้ทำงาน ส่วนที่ใช้ทดสอบ และส่วนที่ใช้แสดงงาน ส่วนที่ใช้ทดสอบนั้นสามารถทำการทดสอบบนเครื่องที่ทำงาน และเครื่องที่ใช้แสดงงานได้ ดังนั้นแบ่งฮาร์ดแวร์สำหรับมัลติมีเดีย ออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบที่ใช้สร้างงาน จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์เหล่านี้

- 1.1 คอมพิวเตอร์
- 1.2 เครื่องอ่านแผ่นซีดีความเร็วสูง
- 1.3 อุปกรณ์การนำภาพนิ่งเข้า
- 1.4 อุปกรณ์นำเสียงเข้า
- 1.5 อุปกรณ์นำภาพวิดีโอเข้า
- 1.6 อุปกรณ์แสดงผล
- 1.7 สื่อบันทึกข้อมูลสำรอง

2. แบบที่ใช้แสดงงาน จะต้องใช้อุปกรณ์เหล่านี้

- 2.1 คอมพิวเตอร์
- 2.2 อุปกรณ์โต้ตอบ เช่นตัวชี้
- 2.3 เครื่องอ่านแผ่นซีดี
- 2.4 อุปกรณ์ส่งเสียง
- 2.5 อุปกรณ์แสดงผล

บริษัท Multimedia PC Marketing Council, Inc (1995 : 13) แบ่งระดับของฮาร์ดแวร์สำหรับมัลติมีเดียที่มีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ ออกเป็น 2 ระดับคือ

ระดับที่ 1

RAM 2 MB
 Processor 16 Mhz 386 SX
 Hard Drive 30 MB
 CD-ROM Drive 150 KB/Sec
 Sound 8-bit digital sound
 Video Display 640X480, 16 colors

ระดับที่ 2

4 MB
 25 Mhz 486 SX
 160 MB
 300 KB/Sec
 16-bit digital
 640X480, 65,536 colors

แต่ในปัจจุบันองค์ประกอบของมัลติมีเดีย ซึ่งเรียกว่าอยู่ในระดับ 3 (MPC 3) ของบริษัท Multimedia PC ได้กำหนดองค์ประกอบไว้ดังนี้

1. ไมโครโพรเซสเซอร์ แพนเทียม 75 เมกะเฮิร์ตซ์
2. หน่วยความจำ 8 เมกะไบต์
3. หน่วยขับแผ่นบันทึก หน่วยขับแผ่นบันทึกขนาด 1.44 เมกะไบต์ ขนาด 3.5 นิ้ว

4. แผ่นบันทึกแบบแข็ง เนื้อที่แผ่นบันทึกอย่างน้อย 540 เมกะไบต์ มีอัตราการเข้าถึงข้อมูล 15 มิลลิวินาที และมีอัตราการส่งถ่ายข้อมูลที่ 1.5 เมกะไบต์ ต่อวินาที

5. หน่วยขับซีดีรอม หน่วยขับความเร็ว 4 เท่า (Quad Speed) มีอัตราการส่งข้อมูล 600 กิโลไบต์ต่อวินาที มีอัตราความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล 200 มิลลิวินาที สนับสนุนมาตรฐานโฟโตซีดี ซีดีรอม เอ็กซ์เอ วีดิทัศน์ซีดี ซีดีไอ เล่นเพลงซีดีได้ และความสามารถในการอ่านข้อมูลแบบอ่าน/บันทึกหลายครั้ง (Multisession)

6. ภาพวิดีโอ ประสิทธิภาพความคมชัดสูงในการแสดงภาพกราฟิก ความสามารถในการเล่นวิดีโอเอ็มเพ็ก-1 สามารถแสดงความคมชัด 352 X 240 จุดที่ 30 เฟรมต่อวินาที หรือ 352 X 288 จุดที่ 25 เฟรม ต่อวินาทีในระดับ 15 บิตต่อจุดภาพ (pixel) โดยไม่มีการบีบย่อหรือลดขนาดของภาพ

7. เสียง แผ่นวงจรเสียงระดับ 16 บิต แปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอะนาล็อก อัตราการเก็บตัวอย่างเสียง 44.1 , 22.05 และ 11.025 กิโลเฮิร์ตซ์ แผ่นวงจรเสียงจะต้องมีตารางคลื่นเสียงเพื่อให้เล่นเสียงดนตรีที่สมจริงมากยิ่งขึ้น ควรมีลำโพง 2 ตัว มีปุ่มปรับระดับเสียงทั้งเสียงท้มและเสียงแหลมในตัว ควรมีระดับเสียงอย่างน้อยที่สุด 65 เดซิเบล และมีสัญญาณที่กำลังเข้ามามากกว่า 5,000 โอห์ม

8. อุปกรณ์รับเข้า/ส่งออก แผงแป้นอักขระมาตรฐาน 101 แป้น ใช้ช่องทางเข้า/ออกแบบอนุกรมหรือแบบขนาน มีช่องทางเข้า/ออกสำหรับมีดี(MIDI) และก้านควบคุม (Joystick) และใช้เมาส์แบบ 2 ปุ่ม

9. ส่วนประกอบมาตรฐาน มีหน่วยขับซีดีรอม และแผ่นวงจรเสียงซอฟต์แวร์ระบบ ใช้ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์ วินโดวส์ 3.11 หรือสูงกว่า และระบบปฏิบัติการดอส 6.22 หรือรุ่นสูงกว่า (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 :260)

จากอุปกรณ์ที่นำมาผลิตมัลติมีเดียที่กล่าวมาทั้งหมด ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ได้ซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้

1. คอมพิวเตอร์
2. มอนิเตอร์
3. เครื่องอ่านและเขียนซีดีรอม
4. ลำโพง
5. เครื่องสแกนภาพ และสไลด์

ทางด้านซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวกับมัลติมีเดีย แบ่งเป็นดังนี้

2.1 ซอฟต์แวร์ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นซอฟต์แวร์ระบบและสภาพแวดล้อมที่ต้องใช้เป็นพื้นฐานเป็นซอฟต์แวร์ที่ให้บริการต่างๆ รวมถึงไคลเอนต์ของอุปกรณ์ทุกชนิด และเชื่อมต่อกับระบบภาพ เสียง และวีดิทัศน์

2.2 ซอฟต์แวร์ที่ช่วยทำงานก่อนการทำออโรริง

แบ่งตามหน้าที่ออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์พิเศษ ได้แก่ ซอฟต์แวร์ที่ส่วนใหญ่มากับฮาร์ดแวร์ มักทำหน้าที่หลักในการเปลี่ยนอานาล็อกไปเป็นดิจิทัล ส่วนใหญ่จะมีฟังก์ชันการทำงานเกี่ยวกับการปรับอุปกรณ์ กลุ่มที่สอง เป็นกลุ่มที่ใช้ปรับแต่ง แก้ไข ซึ่งบางส่วนอาจแถมมากับฮาร์ดแวร์ แต่ส่วนใหญ่เป็นซอฟต์แวร์อิสระไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ใดเป็นพิเศษ คุณสมบัติบางประการในการปรับแต่งนี้อาจรวมอยู่ในประเภทแรกด้วย

ซอฟต์แวร์ก่อนการทำออโรริงนี้แบ่งตามลักษณะงานได้เป็น 5 ประเภทคือ

1. ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับภาพนิ่ง
2. ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับตัวอักษร
3. ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับวีดิทัศน์
4. ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับอานิเมชัน
5. ซอฟต์แวร์จัดการเกี่ยวกับเสียง

2.3 ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ออโรริง

ในอดีตที่ผ่านมามัลติมีเดียจะถูกสร้างโดยโปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญ แต่ถ้าให้ผู้ที่มีความชำนาญด้านอื่นๆ เช่น พวกอาร์ตีสมาสร้างก็จะทำไม่ได้ ออโรริงซอฟต์แวร์จึงถูกสร้างมาด้วยจุดประสงค์นี้ โดยเน้นคนเขียนซอฟต์แวร์ไม่เป็นให้สร้างได้ง่ายๆ

ซอฟต์แวร์ออโรริง ไม่เหมือนซอฟต์แวร์แบบอื่นที่เรียกขึ้นมาป้อนข้อมูลทำงานได้เลย แต่เป็นซอฟต์แวร์ที่ต้องให้ซอฟต์แวร์อื่นๆ ช่วยเตรียมข้อมูลมาก่อน ซึ่งซอฟต์แวร์ที่ใช้เตรียมข้อมูลนี้ บางครั้งอยู่ในรูปของซอฟต์แวร์ย่อยๆ ภายในซอฟต์แวร์ออโรริง บางครั้งเราก็ใช้ซอฟต์แวร์อิสระในหัวข้อแรกสร้างขึ้นมาก่อน แล้วจึงเอาซอฟต์แวร์ออโรริง นี้เข้าไปจัดการ ซอฟต์แวร์ออโรริง มีหลายแบบแต่ต้องเลือกให้เหมาะกับงาน และบางทีการสร้างมัลติมีเดียนั้นต้องใช้ซอฟต์แวร์มากกว่า 1 ซอฟต์แวร์มาช่วย เพื่อให้ได้งานที่ต้องการ (ดารา แพรตน์. 2539 : 8-9)

ส่วน ไคล์ลี (Kirkley. 1995 : 11-13) ได้พูดถึง ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการผลิต มัลติมีเดีย ดังนี้

1. Authorware Professional (Macromedia) , M/PC

เป็นการสร้างโปรแกรมสำหรับการโต้ตอบ ประกอบด้วยภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดิทัศน์ เป็นการพัฒนาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สมบูรณ์ที่สุด แต่มีราคาแพง

2. Director (Macromedia) , M/PC

เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างภาพยนตร์

3. Fetch 1.2 (Aldus) , M

เป็นซอฟต์แวร์พื้นฐานสำหรับงานกราฟิกและการสาธิตมัลติมีเดีย

4. Hijack , PC

สำหรับตัดต่อภาพบนจอภาพ

5. Hyper Card 2.3 Developer's kit (Apple), M

เป็นการสร้างเทคนิคต่างๆ เช่นการเปลี่ยนรูป การนำภาพเข้า-ออก

6. Page Maker 6.0 (Aldus) , M/PC

จัดเอกสาร วางรูปแบบ

7. Painter 2.0 (Fractal Design) , M / PC

สร้างภาพกราฟิก และใช้สร้างสถานการณ์จำลอง

8. Persuasion (Aldus) , M/PC

สำหรับการนำเสนอ

9. Photoshop 3.01 (Adobe) ,M/PC

สำหรับงานกราฟิก

10. Premiere (Adobe) , M

สำหรับงานวิดีโอ

11. Sound Edit Pro (Macromedia) , M

สำหรับการสร้างเสียง และตัดต่อเสียง

12. Super Card (Aldus) , M

สำหรับสร้าง hypermedia

13. Toolbook (Asymetrics) , PC

สำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหว

ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในการผลิตมัลติมีเดีย เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ ได้แก่ โปรแกรม Authorware Professional ซึ่งเป็นโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่พร้อมด้วยคุณสมบัติต่างๆ ของระบบช่วยสร้างที่ดี ซึ่งสามารถใช้งานได้ง่าย การมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย การประสานเข้ากับมัลติมีเดียได้เป็นอย่างดีเช่น ภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอ ภาพนิ่ง และเสียงบันทึกแบบต่างๆ ตลอดจนการนำไปใช้ (มธุรส จงชัยกิจ. 2538 : 11)

การผลิตมัลติมีเดีย

การผลิตมัลติมีเดียเป็นการทำงานบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการผลิตนั้นจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหลายๆ ด้าน ขึ้นอยู่กับเรื่องที่ผลิต การผลิตสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย

1. การออกแบบ

ในขั้นตอนนี้การออกแบบจะต้องมีผู้กำกับเรื่องผู้กำกับฝ่ายศิลป์ นักออกแบบโปรแกรมเมอร์มาช่วยในการออกแบบ โดยจัดทำงานหลักๆ คือ

1.1 การเขียนสคริปต์ เป็นการเขียนรายละเอียดของบทพูด ข้อความ อักษรอธิบายภาพ บทสนทนา วิดีทัศน์ การบอกจังหวะของการปรากฏ ภาพ เสียง และอักษร รวมถึงเทคนิคต่างๆ

1.2 การทำแผนภูมิ (Flowchart) เป็นการเชื่อมโยงบท หรือ โมดูลย่อยแต่ละส่วน จากไหนไปไหนสัมพันธ์กันอย่างไร การเดินหน้าถอยหลัง ซึ่งฝ่ายศิลป์และคอมพิวเตอร์ต้องทำงานร่วมกันอย่างมากเพราะบางครั้งการออกแบบ ก็จะมีข้อจำกัดของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ ข้อจำกัดทางซอฟต์แวร์ต่างๆ ก็มีส่วนด้วย

1.3 งานเชิงศิลป์ (Art Proofs) เป็นการออกแบบปุ่มสัญลักษณ์ ตัวอักษร จากหลัง สี เสียง และส่วนประกอบที่ละเอียดอ่อนต่างๆ ให้กลมกลืนกัน

2. การผลิต

2.1 ขั้นตอนการผลิตงานทุกส่วน ให้อยู่ในรูปของดิจิทัล แบ่งเป็น

2.1.1 งานด้านกราฟิก ตั้งแต่การจัดวาดรูปบนกระดาษ วาดบนคอมพิวเตอร์ การนำภาพนิ่งเข้ามาจากหนังสือ จากสไลด์ การตกแต่งแก้ไขภาพ การทำภาพสองมิติ สามมิติ หรือแอนิเมชัน โดยจัดทำเป็นกราฟิกไฟล์ ในรูปแบบต่างๆ

2.1.2 งานด้านวิดีโอ การถ่ายทำ การตัดต่อ การตกแต่ง แก้ไขภาพ แทรก ตัวอักษร การซ้อนภาพ การบีบอัดการทำ ดิจิตอลวิดีโอ รูปแบบต่างๆ (JPEG,MPEG,QPEG) ทุกช่วงให้เรียบร้อยอยู่ในรูปของไฟล์ทางคอมพิวเตอร์

2.1.3 งานด้านเสียง การแต่งดนตรีประกอบ การตัดต่อ บันทึกเสียงบรรยาย การแก้ไขตัดแปลงเสียง การผสมเสียง การบีบอัด การทำเสียงทุกอย่างให้เป็น ดิจิตอล ให้เรียบร้อยทุกช่วง

2.1.4 งานด้านอักษร การตรวจแก้ไขลำดับ การสะกดคำ การแบ่งช่วง เว้นวรรค การเลือกลักษณะตัวอักษร จัดเตรียมในรูปแบบของไฟล์ทางคอมพิวเตอร์

2.2 งานด้านออโรริง (Authoring) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการนำข้อมูลที่เป็นคอมพิวเตอร์ไฟล์ทั้งหมด มาจัดเรียงโดยผู้เชี่ยวชาญด้านซอฟต์แวร์ เพื่อเพิ่มคำสั่งต่างๆ ให้ทำงานต่อเนื่องกัน หรือโต้ตอบกับผู้ใช้งาน การเลิกใช้งาน การเริ่มใช้งาน การให้ความช่วยเหลือ การติดตั้งซอฟต์แวร์ การทดสอบ การตรวจทุกขั้น งานด้านนี้เป็นงานที่ใช้โปรแกรมเมอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์เฉพาะทาง หรือใช้คอมพิวเตอร์ภาษาต่างๆ มาประกอบ

3. การผลิตเพื่อเผยแพร่

เริ่มจากที่รวบรวมทุกอย่างบนฮาร์ดิสก์เรียบร้อยแล้ว ก็เลือกสื่อบันทึก และรูปแบบการบันทึกให้เหมาะกับเครื่องเล่น เช่น เป็นพีซี แมคอินทอช เน็ตเวิร์ค ซีดีไอ จะบันทึกแบบฟอร์แมต เอ็กซ์เอ ไอเอสโอ9660 เอชเอฟเอส โฟโตซีดี ซีดีออดีไอ แทรคไคเป็นอย่างไร แล้วทดสอบบนสื่อบันทึก ที่ต้องการเผยแพร่อีกครั้งหนึ่ง

ประโยชน์ของมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียในปัจจุบันมีบทบาทต่อทุกวงการ เช่น ธุรกิจ บันทึก และการศึกษา เป็นต้น ซึ่งมัลติมีเดียมีประโยชน์ต่อทุกวงการ โดยนักการศึกษาและผู้ชำนาญได้พูดถึงประโยชน์ของมัลติมีเดียไว้มากมาย โดยเฉพาะมัลติมีเดียที่ใช้ในวงการการศึกษา ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. มัลติมีเดียเป็นสื่อประสมที่มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และตัวอักษร ซึ่งเสนอผ่านทางคอมพิวเตอร์ นับว่าเป็นสื่อที่ดึงดูดความสนใจ และทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่าย
2. มัลติมีเดียเป็นการนำสื่อหลายประเภทมารวมกัน โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการผลิต ซึ่งสื่อที่นำเสนอจะทำให้เกิดความรู้ที่เป็นเรื่องเดียวกัน จึงทำให้เกิดความชัดเจน และสื่อความหมายได้ดี
3. ผู้ที่ใช้สื่อประสมมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์และสื่อต่างๆ โดยมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อกิจกรรมการเรียนรู้
4. สื่อความหมายได้ดีและรวดเร็ว เข้าใจง่าย สามารถจัดลำดับให้ผู้เรียนติดตาม
5. ลดเวลาในการจัดการเรียนการสอน เพราะความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนบางคนไม่จำเป็นต้องเข้าห้องเรียนเมื่อศึกษาจากบทเรียนมัลติมีเดีย
6. ประหยัดทรัพยากรบุคคลในการเรียนการสอน

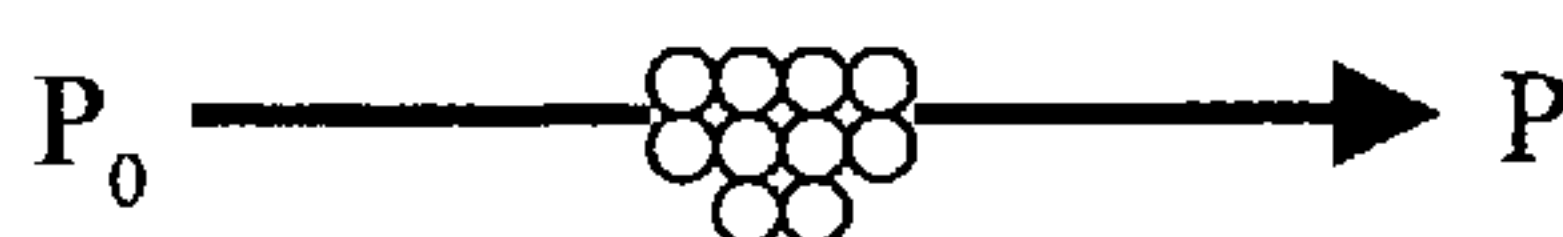
เนื้อหาวิชาเรื่อง “การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)”

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรสโกปี (Atomic Absorption Spectroscopy) เป็นการดูดกลืนแสงสเปกตรัมโดยอะตอมของธาตุ หลักการนี้เป็นคุณสมบัติเฉพาะของธาตุ จึงเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ชนิดของธาตุ เครื่องมือวิเคราะห์ธาตุเรียกว่า อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ธาตุด้วยวิธีนี้ได้ถึง 70 ธาตุ เพื่อให้เกิดความเข้าใจ เกี่ยวกับเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ จึงขอกล่าวสรุปตามหัวข้อดังนี้

1. หลักการดูดกลืนแสงของอะตอม
2. การผลิตอะตอมของธาตุ
3. ส่วนประกอบของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์
4. การวิเคราะห์ปริมาณ
5. ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์
6. ประโยชน์ของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ ที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี

หลักการดูดกลืนแสงของอะตอม

สเปกตรัมของธาตุประกอบด้วยความยาวคลื่นหลายเส้น เป็นลักษณะเฉพาะของธาตุ สเปกตรัมของการดูดกลืนแสงและการปล่อยแสงเกิดขึ้นที่ความยาวคลื่นเดียวกัน สเปกตรัมของธาตุที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด (Hollow Cathode) มีความเข้มของสเปกตรัม (P_0) เมื่อผ่านกลุ่มอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันที่อยู่ในเปลวไฟ จะถูกกลุ่มอะตอมของธาตุนั้นดูดกลืนไว้ ความเข้มของสเปกตรัมที่เหลือเป็น p จะน้อยกว่าความเข้มของสเปกตรัม (P_0) เมื่อก่อนผ่านกลุ่มอะตอม



ความเข้มของสเปกตรัมขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น ที่ความยาวคลื่นหนึ่งๆความเข้มของสเปกตรัมที่ถูกดูดกลืนไว้เป็นสัดส่วนกับปริมาณของธาตุ Beer เป็นผู้ค้นพบความสัมพันธ์นี้ และได้ตั้งกฎเป็นของเบียร์ (Beer's Law) ขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$A = abc$$

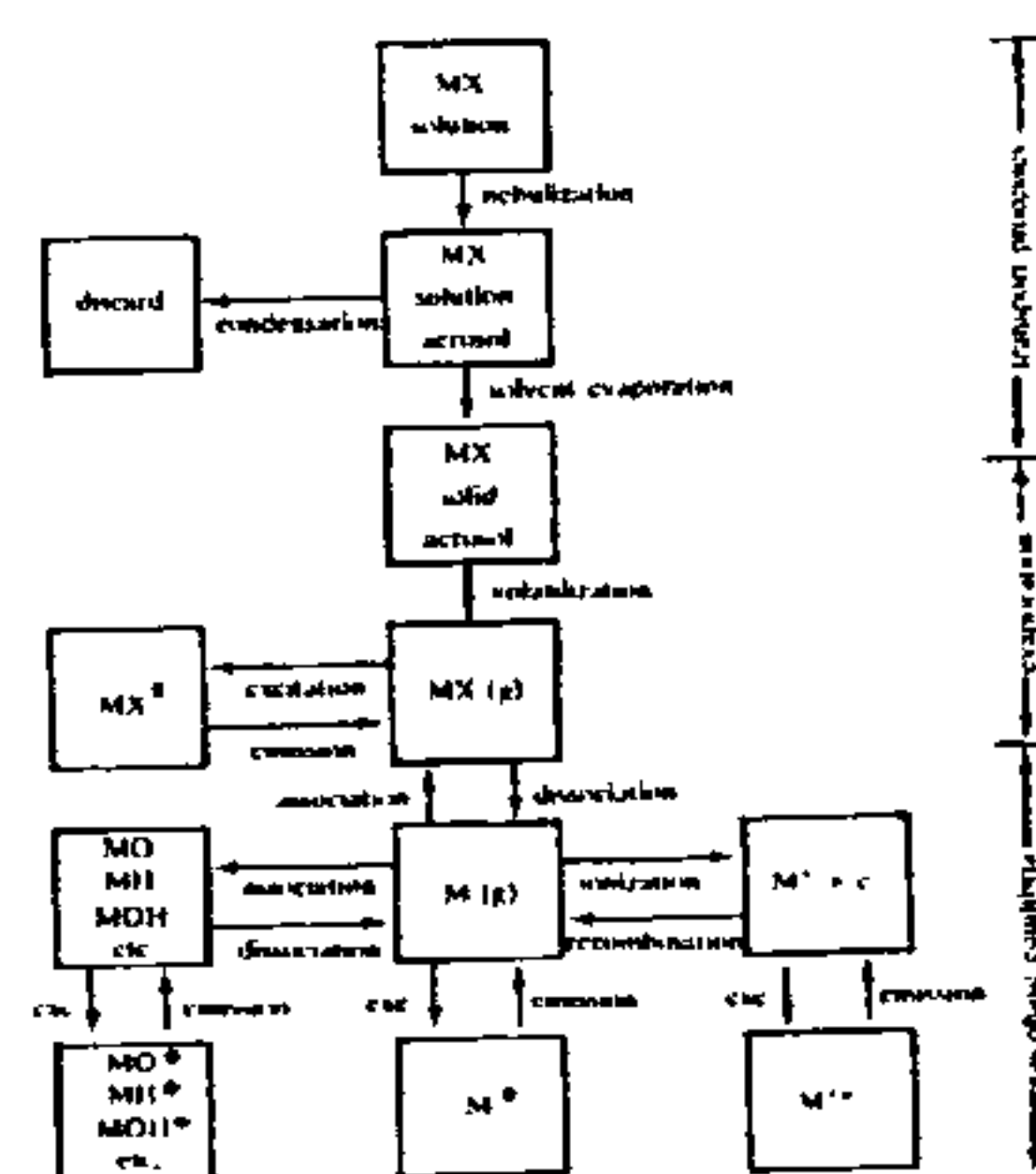
โดย A คือ ปริมาณแสงที่ถูกดูดกลืน ($A = P_0 - P$) ณ ที่ความยาวคลื่นหนึ่ง ซึ่งการดูดกลืนแสงขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น (a) นั้น b คือระยะทางที่แสงผ่านกลุ่มอะตอมและ c ความเข้มข้นของอะตอม

การผลิตอะตอมของธาตุ

การทำให้เกิดอะตอมของธาตุอาจใช้ความร้อนจากเปลวไฟ ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า หรือกระบวนการทางเคมี แต่ในที่นี้ขอกล่าวเฉพาะความร้อนที่เกิดจากเปลวไฟเนื่องจากใช้กันกว้างขวาง

ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของเกลือซึ่งสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย สารละลายตัวอย่างถูกฉีดเป็นฝอยละอองภายในสเปกโตรเมเตอร์ โดยการทำงานของหัวฉีดฝอยที่เรียกว่า เนบิวไลเซอร์ ฝอยละอองเหล่านี้ประกอบด้วยไอออนของเกลือ และตัวทำละลายเคลื่อนที่และผสมผสานกับก๊าซเชื้อเพลิงและก๊าซออกซิแดนท์ (Oxidant) ระหว่างการเคลื่อนที่ภายในสเปกโตรเมเตอร์ ทำให้ตัวทำละลายที่ฝอยละอองระเหยออกไปเกือบหมด และเหลือเป็นอนุภาคละเอียดของเกลือ (MX_g) ผ่านเข้าสู่เปลวไฟ ความร้อนจะทำให้ละอองอนุภาคของเกลือแห้ง (MX_g) หลอมละลายและเปลี่ยนเป็นไอของสาร (MX_g) ซึ่งถูกความร้อนสลายต่อไปเป็นอะตอมของธาตุ ($M_{(g)}, X_{(g)}$) กระบวนการที่เกิดในเปลวไฟเป็นปฏิกิริยาของก๊าซเฟสหลายปฏิกิริยา ซึ่งอยู่ในสมดุลกัน กระบวนการเหล่านี้เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของเปลวไฟ และองค์ประกอบของตัวอย่างที่เข้าสู่เปลวไฟ กระบวนการของปฏิกิริยาที่อยู่ในสมดุลเหล่านี้ได้แก่ การแตกตัว/การรวมตัวทางเคมี การแตกตัวเป็นไอออน/การรวมตัวกันใหม่ และการเร่งโดยการดูดกลืนแสง/การปล่อยแสง ดังแสดงตามไดอะแกรมดังรูป

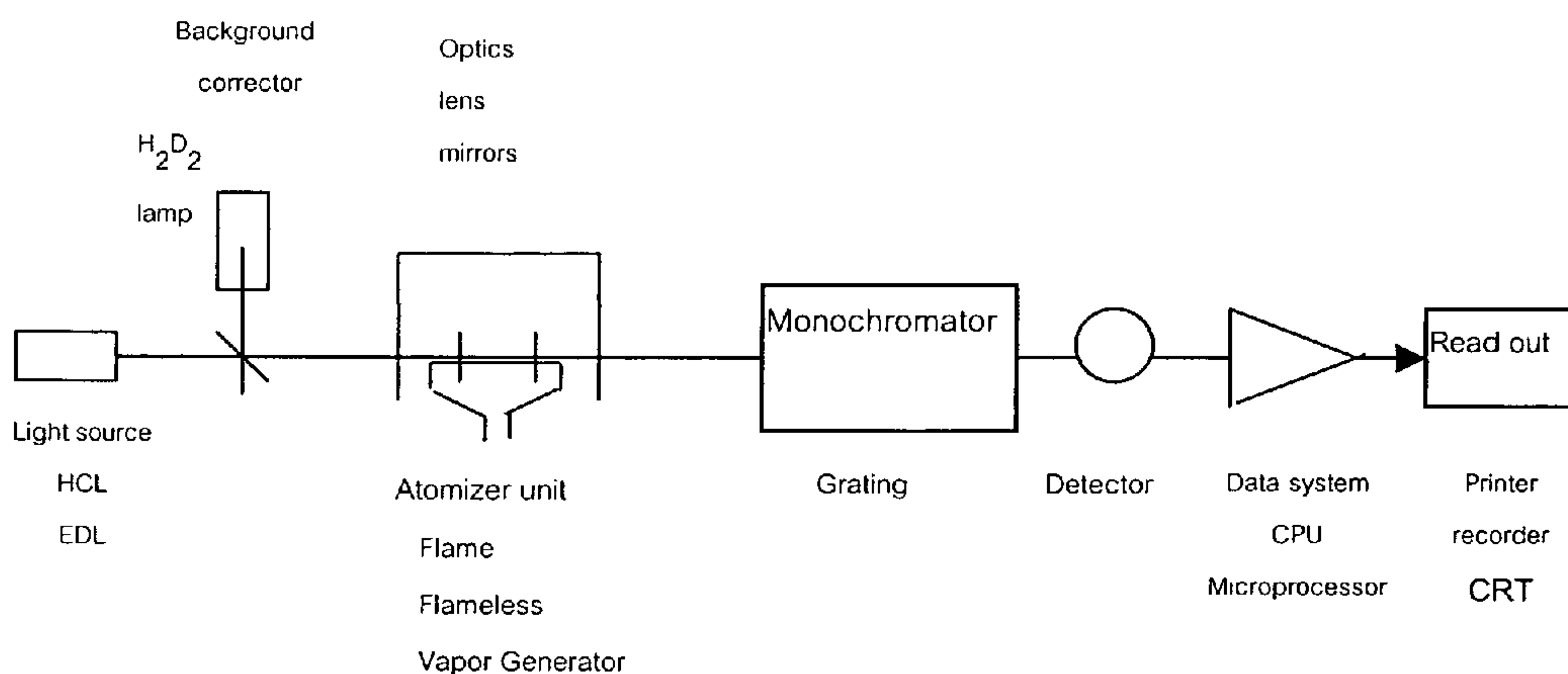
รูปแสดงขบวนการลำเลียงสารละลาย
ตัวอย่างไปยังแหล่งผลิตอะตอมและ
แปรเปลี่ยนไปเป็นสัญญาณของธาตุ
(จินตนา สายวรรณ. 2535 :18)



ส่วนประกอบของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

(Atomic Absorption Spectrometer)

เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงขั้นตอนของเทคนิคการวิเคราะห์ทาง Atomic Absorption Spectroscopic ตลอดจนหน้าที่ของส่วนต่างๆ ของเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer ได้เข้าใจง่ายขึ้น โดยจะได้อธิบายและให้รายละเอียดเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้



องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer มี 5 ส่วน คือ

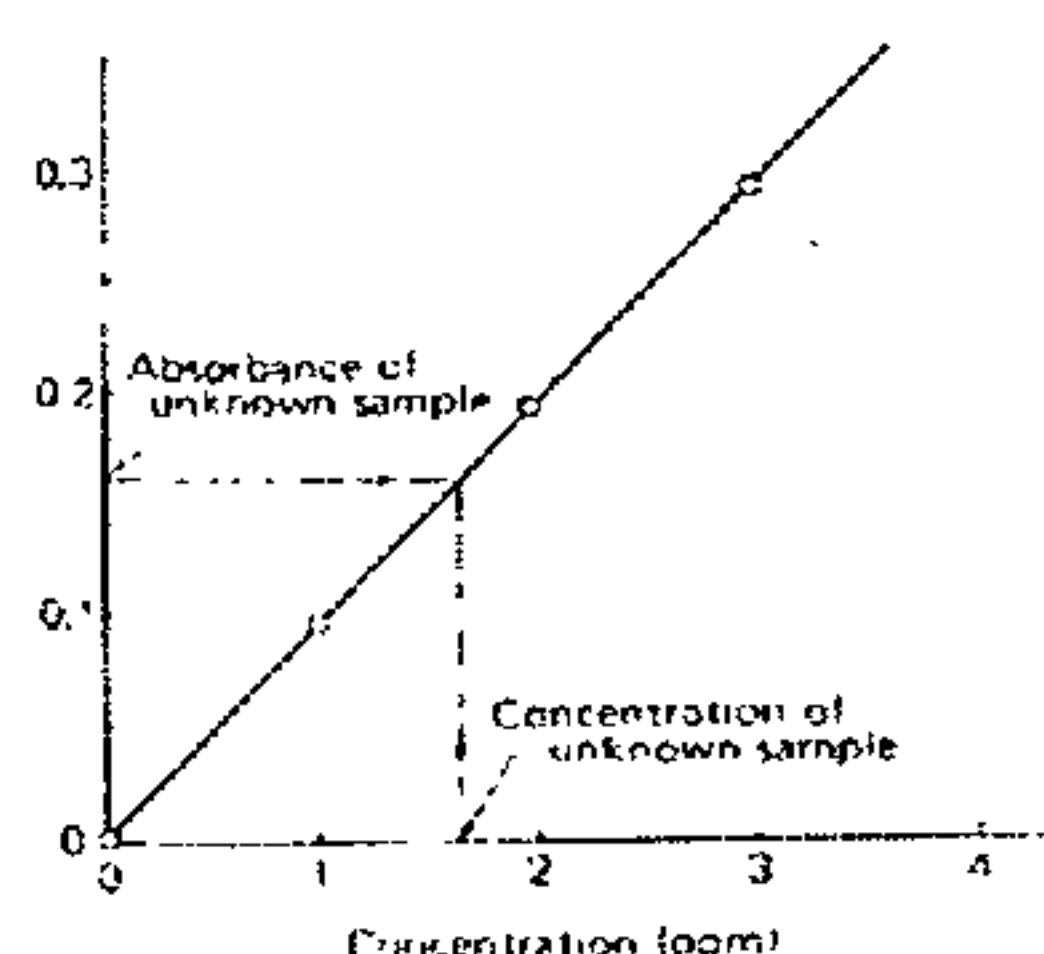
1. แหล่งกำเนิดแสง (Light Source)
2. ตัวผลิตอะตอม (Atomizer)
3. ตัวแยกแสงความยาวคลื่นเดียว (Monochromator)
4. เป็นตัวตรวจวัด (Detector)

การวิเคราะห์ปริมาณ

ในการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) สามารถทำได้หลายวิธี คือ Calibration Method, Factor Method, Standard Addition Method และ Internal Standard Method แต่จะขอกล่าวเพียงเทคนิคที่นิยมใช้กันมากเพียงเทคนิคเดียวคือ Calibration Method

Calibration Method

ใช้กับตัวอย่างที่ไม่ค่อยมีสิ่งรบกวนและสารตัวอย่างเจือจาง การวิเคราะห์ธาตุตัวอย่าง ทำเทียบกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน เป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป ทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่างๆ (4-5 ความเข้มข้น นำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับการดูดกลืนแสง กราฟที่ได้เรียกว่า calibration curve โดยทั่วไปจะเป็นกราฟเส้นตรง การวิเคราะห์ปริมาณของธาตุในตัวอย่าง ต้องเทียบกับกราฟมาตรฐานนี้



รูปแสดงลักษณะของ Calibration Curve (แม่นั อมรสิทธิ์. 2535 : 357)

กราฟมาตรฐานนี้ต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งพร้อมๆกับการเตรียมตัวอย่าง เมื่อจะวิเคราะห์ใหม่ ทั้งนี้ เพราะ ตัวแปร ต่างๆ ที่ใช้อาจเปลี่ยนแปลงไปได้

ขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)

การวิเคราะห์สารตัวอย่างโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrometer มีขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องเตรียมให้พร้อมดังนี้

- 1.เตรียมสารตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานของธาตุที่จะวิเคราะห์ ให้อยู่ในรูปของสารละลายที่เหมาะสมและพร้อมที่จะใช้กับเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer
- 2.จัดเครื่องให้พร้อมที่จะทำงานได้ ซึ่งถ้าเป็นเครื่องสมัยใหม่ที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม จะมี software ที่เก็บข้อมูลของธาตุแต่ละชนิดไว้แล้ว เป็นเสมือน cook book ให้ผู้วิเคราะห์เลือกใช้ได้
- 3.เลือกโปรแกรมการวัดค่าการดูดกลืน กำหนดความเข้มข้น และรายงานผลวิเคราะห์

ประโยชน์ของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ที่ใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี

เนื่องจากการใช้เครื่องมือ Atomic Absorption Spectrometer เป็นที่นิยมใช้กันวงการปิโตรเคมี เพราะเป็นเครื่องมือที่มีความเหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ธาตุไม่ว่าจะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส

1. ใช้ในงานวิเคราะห์ธาตุจากกระบวนการทางปิโตรเคมี พอลิเมอร์ เช่น การหาองค์ประกอบที่เป็นโลหะของน้ำมันหล่อลื่นและน้ำมันเครื่อง น้ำมันเชื้อเพลิง
2. ใช้ในงานวิเคราะห์ทางการแพทย์และชีวเคมี เช่น การหาโลหะในเลือดหรือเนื้อเยื่อ
3. ใช้ในการวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่างๆ เช่น น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำแร่
4. ใช้ในงานวิเคราะห์ธาตุในสารอื่นๆ

(จินตนา สายวรรณ. 2535 : 17-18 ; แม้น อมรสิทธิ์. 2535 : 321-333 ; Christian and O'Reilly. 1986 : 356 ; Laboratory Instrumentation. 25-30 ; Skoog and West. 1980 : 252 ; Willard , Merritt and Dean . 1989 :356)

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและพัฒนา

การวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาเป็นกระบวนการที่นับว่าสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอน ที่ต้องอาศัยการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ และมีขั้นตอนที่นำไปสู่ความเป็นจริงได้อย่างมีเหตุผล

ความหมายของการวิจัยและพัฒนา

บอร์ก และ กอลล์ (Borg and Gall. 1989 : 784-785) ให้ความหมายของคำว่า การวิจัยและพัฒนาการศึกษา(Educational Research and Development) ว่า เป็นกระบวนการการพัฒนาและผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาให้ดีขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ไม่ได้หมายความว่าสิ่งต่างๆ เท่านั้น จะรวมถึง หนังสือ ตำรา ฟิล์มที่ใช้ในการเรียนการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมทั้งวิธีการด้วย ซึ่งวิธีการคือ การสอน และโปรแกรมต่างๆในการสอน เช่น โปรแกรมการศึกษาเรื่องยา หรือโปรแกรมการพัฒนา จุดสำคัญในการวิจัยและพัฒนาในปัจจุบัน ที่ปรากฏเป็นการพัฒนาขั้นพื้นฐาน โปรแกรมในระบบการเรียนที่ซับซ้อนรวมถึงการพัฒนาวัสดุ และการอบรมให้กับบุคลากรในการทำงาน

อำนาจ ช่างเรียน (2532 : 24) ได้อธิบายถึงการวิจัยและพัฒนา ไว้ว่า การวิจัยการศึกษามุ่งค้นคว้าหาความรู้ โดยการวิจัยพื้นฐานหรือมุ่งหาคำตอบเกี่ยวกับการปฏิบัติงานโดยการวิจัยประยุกต์ และตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา แม้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา เช่น การ

วิจัยเปรียบเทียบประสิทธิผลของวิธีการสอนหรืออุปกรณ์การสอน ผู้วิจัยอาจพัฒนาสื่อหรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาสำหรับการสอนแต่ละระบบ แต่ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ใช้สำหรับการตรวจสอบสมมติฐานของการวิจัย แต่ละครั้งเท่านั้น ไม่ได้พัฒนาไปสู่การใช้สำหรับโรงเรียนทั่วไป

จากความดังกล่าวสรุปได้ว่า การวิจัยและพัฒนาการศึกษา หมายถึง กระบวนการในการพัฒนาสื่อ หรือผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา โดยมีวิธีการและขั้นตอนในการพัฒนาที่มีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

บอร์ก และ กอลล์ (Borg and Gall, 1989 : 784-785) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาไว้ 10 ขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูลในอดีต รวมทั้งในการอ้างอิงงานวิจัยต่างๆ ซึ่งอาจเป็นงานวิจัยเล็กๆและจัดทำรายงาน
2. ขั้นวางแผนซึ่งประกอบด้วยทักษะในการเรียนรู้ การเรียนรู้ลำดับความสำคัญจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ กำหนดกิจกรรมในการเรียนรู้ และทดสอบความเป็นไปได้ของโครงการเล็กๆ
3. ขั้นเตรียมการพัฒนา โดยจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย วัสดุในการสอน กระบวนการผลิต และเครื่องมือในการประเมิน
4. ขั้นการทดสอบเบื้องต้น โดยเริ่มจาก 1-3 โรงเรียน ใช้วิชา 6-12 วิชา โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์ สังเกต และใช้แบบทดสอบ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์
5. ขั้นปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้น
6. ขั้นขยายโครงการหรืองานวิจัยให้ใหญ่ขึ้น โดยใช้ 5-15 โรงเรียน ใช้วิชา 30-100 วิชา ซึ่งในการขยายโครงการหรืองานวิจัยนั้นมีปริมาณข้อมูลที่จะนำมาประกอบในวิชานั้น ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบสามารถนำมาเปรียบเทียบว่าได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่
7. ขั้นนำผลการทดลองจากขั้นที่ 6 มาปรับปรุงแก้ไข
8. ขั้นขยายโครงการหรืองานวิจัยให้มีระดับที่ใหญ่ขึ้นอีก โดยใช้ 10-30 โรงเรียน ใช้วิชา 40-200 วิชา โดยการสัมภาษณ์ สังเกต และใช้แบบทดสอบ จากนั้นนำมาวิเคราะห์นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข
9. นำข้อมูลจากการทดลองในขั้นที่ 8 มาปรับปรุง และเผยแพร่
10. ส่งเสริมและเผยแพร่โดยเขียนเป็นรายงาน หรือบทความ หรือพิมพ์เผยแพร่ไปใช้ในโรงเรียนต่างๆ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดีย และเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ทำให้เกิดแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยที่ผู้ศึกษาสามารถนำความรู้เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ มาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการใช้อย่างถูกต้อง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นว่า ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันมีงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่อยู่ในมหาวิทยาลัยต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ฐาปณีย์ ธรรมเมธา (2532) ได้ทดลองศึกษาอัตราเวลาในการอ่านข้อความภาษาไทย 1 บรรทัดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 84 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านต่างกันแบ่งแยกเป็น 3 กลุ่ม คือ ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านสูง กลาง และต่ำ พบว่านักเรียนทุกกลุ่มใช้เวลาอ่านข้อความโดยเฉลี่ย 4 ตัวอักษรต่อวินาที หรือประมาณ 1 คำต่อวินาที และนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านสูงและกลาง ใช้เวลาเฉลี่ยมากกว่า และพบว่าการอ่านบนจอคอมพิวเตอร์จะใช้ระยะเวลามากกว่าการอ่านบนสิ่งพิมพ์ทั้งนี้อาจเนื่องจากความคุ้นเคยของบุคคลในการอ่านวารสารสนเทศบนหนังสือมีมากกว่า

จากการวิจัยของ ศิริรัตน์ โตรอด (2536 ข83-89) เรื่อง ลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับครูระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร ได้ผลของการวิจัยเกี่ยวกับความต้องการใช้งานตัวอักษรดังนี้

-สีของตัวอักษรควรมีเฉพาะสีหลักๆ ที่สามารถอ่านได้ชัดเจนกับจอ Monochrome และจอสีได้ (บนพื้นดำ) คิดเป็นร้อยละ 15.6

-ต้องการการเคลื่อนที่ของตัวอักษร และกราฟิก คิดเป็นร้อยละ 96.7

ในปี 2538 ศิริพร หัตถา (2538 : 209) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษเรื่องการใช้นุพบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้นักเรียนที่ได้รับการเสริมแรงจากเกมคอมพิวเตอร์และไม่มีการเสริมแรงจากเกมคอมพิวเตอร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

และในปีเดียวกัน สุพจน์ มงคลพิชญรักษ์ (2538 : 210) ทำการทดลองเกี่ยวกับการกำหนดระดับการควบคุมความก้าวหน้าในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผลการทดลองพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเมื่อเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการกำหนดเวลาต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ในปี 2540 ศิรินันท์ ประสิทธิลักษณ์ (2540 : 113) ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ปัญหาการหายใจลำบากที่เกี่ยวข้องกับด้านกุมารศาสตร์ ซึ่งเป็นการทดลองกับนิสิตแพทย์ จากการทดลองพบว่านิสิตแพทย์ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลการเรียนรู้สูงกว่านิสิตแพทย์ที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01

คาสเนอร์ (Casner. 1979 : 7106-A) ได้ศึกษาทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 8 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนโดยการสอนแบบปกติ ซึ่งทำการทดลองกับโรงเรียน 2 แห่ง โดยให้โรงเรียนแห่งหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกโรงเรียนหนึ่งเรียนจากการสอนแบบปกติคือแบบบรรยาย ผลปรากฏว่านักเรียนทั้ง 2 โรงเรียนมีทัศนคติไม่แตกต่างกันระหว่างการใช่หรือไม่ใช่ แต่จากแบบสอบถาม 5 ใน 20 ราย พบว่านักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีทัศนคติต่อการเรียนมากกว่านักเรียนชายที่สอนแบบบรรยาย และเมื่อให้ทำหรือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความอยากในการทำมากกว่า และเห็นปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุก

จากงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเห็นได้ว่าผลการวิจัยส่วนใหญ่จะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางเรียนดีกว่าการสอนแบบปกติทั่วไป นั้นแสดงว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยแก้ปัญหาในการเรียนการสอนของผู้สอนได้ และยังสามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนสนใจในการ

ศึกษามากยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานสื่อต่างๆ ที่ทำให้เกิดภาพ เสียง ตัวอักษร ประกอบกันเป็นเรื่องราวที่น่าสนใจกว่าสื่อชนิดอื่นๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดีย

มัลติมีเดียนับว่าเป็นสื่อการสอนที่ความทันสมัยในปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่นิยมผลิตขึ้นในต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษา และค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดียดังนี้

ลิเวอร์กู๊ด (Livergood. 1994 : 143) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ การหาประสิทธิภาพเกี่ยวกับการทบทวนหรือสรุปเนื้อหาในการเรียนการสอนของครู โดยใช้มัลติมีเดีย ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และทบทวนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง

บราวน์ (Brown. 1994 : 25-30) ได้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับส่วนประกอบ หรือลักษณะของมัลติมีเดียที่ประกอบด้วยภาพ และเสียงในการสอนวิชาต่างๆในมหาวิทยาลัยวอชิงตัน ซึ่งจากการทดลองพบว่า มัลติมีเดียที่มีลักษณะประกอบด้วยภาพ และเสียงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี และทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้น

ริคเคิล (Riddle. 1995 : 73) ได้นำมัลติมีเดียมาใช้ในการสื่อสารในห้องเรียนระดับประถมศึกษา แทนการสอนแบบพูดหรือกระดากเพียงอย่างเดียวเป็นสื่อการเรียนการสอน ปรากฏว่าหลังจากการทดลองใช้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากไม่เคยสนใจในการเรียน หันมาสนใจและเกิดทักษะ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำมัลติมีเดียมาใช้ในการจัดทำหลักสูตรด้วย

โฮดี้ และ โจส (Hordy and Jost. 1996 : 23) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการนำเสียงดนตรีมาใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียเป็นสื่อในการนำเนื้อหา นอกจากนำเข้าสู่บทเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้นำเสียงดนตรีบรรเลงประกอบเนื้อหาในบทเรียนด้วย จากการใช้บทเรียนมัลติมีเดียพบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจ และเกิดการเรียนรู้อย่างยิ่ง

เบกซ์เตอร์ (Baxter. 1996 : 8) ได้นำมัลติมีเดียมาใช้ในการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนก่อนที่จะดำเนินการเรียนการสอน ซึ่งลักษณะของมัลติมีเดียของผู้วิจัยประกอบด้วยตัวอักษร ภาพวีดิทัศน์ และเสียงบรรยาย วิชาที่นำมาใช้ในการผลิตมัลติมีเดีย คือวิชาคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดประสงค์ให้ผู้

เรียนเกิดความคิดรวบยอดก่อนการเรียน ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาและทักษะเกี่ยวกับใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น

ฮอลลิส (Hallis. 1996 : 14) ได้ผลิตมัลติมีเดียที่นำมาใช้ในห้องสมุดวิชาการ โดยมัลติมีเดียมีลักษณะที่ประกอบด้วย ตัวอักษร เสียง ภาพกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้มาใช้บริการในห้องสมุด

โบเวน (Bowen. 1996 : 3922) ได้ศึกษาทบทวนความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมสภาพและรูปแบบในการศึกษด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษาเป็นลำดับขั้นตอนจากมัลติมีเดียเป็นสื่อการสอน ผลปรากฏว่า

1. ผู้เรียนมีการพัฒนามากขึ้น ในการเลือกหัวข้อที่เป็นโมดูล ประสบความสำเร็จมากกว่าผู้เรียนที่มีการพัฒนามาจากโมดูล
2. ความสามารถที่จะได้รับจะสูงขึ้น สำหรับการวิจัยของผู้เรียนที่มีความมุ่งมั่นในเรื่องของความสำเร็จ และไม่สำเร็จ
3. แนวโน้มของผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองสูง โดยจะแสดงออกมาได้ดี มีลักษณะโครงสร้างที่กำหนดขึ้นเอง
4. ผู้เรียนมีความเข้าใจที่สามารถติดตามรายการต่างๆ ที่แนะนำมาได้ดี
5. ผู้เรียนที่เรียนจากการวิเคราะห์ แบบความเข้าใจแสดงออกได้ดีกว่า ผู้เรียนทั่วไป ซึ่งเป็นการเรียนหลักสูตรมัลติมีเดีย

วอลด์แมน (Waldman. 1996 : 650) ได้ศึกษาหาประสิทธิภาพมัลติมีเดียที่นำมาใช้ในการอ่าน และการเขียนหนังสือของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยเขียนด้วยโปรแกรม MLT (Multimedia Literacy Tool) ซึ่งเป็นโปรแกรมการพัฒนาทางภาษา จากการวิเคราะห์ผู้เรียน 2 กลุ่ม ด้วยโปรแกรม LTBS (Lows Test of Basic Skills) ผู้เรียนสามารถอ่านและเขียนด้วยโปรแกรม MLT ไม่แตกต่างกัน

Tinsiri Sinibodhi (1996 : 135) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการหาประสิทธิภาพของมัลติมีเดียในการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา 3 กลุ่ม โดยให้ศึกษาคำจากมัลติมีเดีย 3 โปรแกรม ได้แก่ มัลติมีเดียที่ประกอบด้วยเสียง ภาพ ตัวอักษร , ภาพ ตัวอักษร และตัวอักษรเพียงอย่างเดียว จากการทดสอบพบว่า นักเรียนที่ศึกษาจากโปรแกรมที่มีเสียง ภาพ และตัวอักษร มีผลการเรียนได้ดีที่สุด

บิชเนอร์ (Beichner. 1995 : 55-70) ได้นำมัลติมีเดียเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์มาพัฒนาในการเลือกหัวข้อในการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง

แจน และ ชุน (Jan and Chun. 1994 : 25-30) ศึกษาวิจัยการประเมินหาประสิทธิภาพโปรแกรมมัลติมีเดียในการเรียนภาษา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำมัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนภาษาเยอรมัน โดยทำการประเมิน 2 อย่าง คือ ข้อบกพร่องในการออกแบบโปรแกรม และพฤติกรรมของผู้เรียน ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนสามารถเรียนภาษาจากมัลติมีเดียที่มีทั้งภาพและเสียงได้ดีกว่ามัลติมีเดียที่ใช้ตัวอักษรเพียงอย่างเดียว

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมัลติมีเดียส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยด้านการพัฒนา เช่นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ ให้เหมาะสมกับการศึกษาในระดับต่างๆ หรือการพัฒนาระบบโดยนำเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังได้นำมัลติมีเดียมาใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาต่างๆ ซึ่งมัลติมีเดียจะนำมาใช้ได้ในทุกวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษา เป็นต้น ดังนั้นจะเห็นว่า งานวิจัยทางด้านมัลติมีเดียในปัจจุบันมีจำนวนมากขึ้น

บทที่ 3

การดำเนินการพัฒนา

ในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
 - 2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
 - 2.2 แบบทดสอบหลังเรียน
 - 2.3 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน
3. การดำเนินการหาประสิทธิภาพ
4. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่นำมาใช้ในการทำสารนิพนธ์ คือ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาภาษาอังกฤษ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 70 คน ปีการศึกษา 2541

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทำสารนิพนธ์ ได้แก่ นิสิตบัณฑิตศึกษา ภาควิชาภาษาอังกฤษ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 33 คน ปีการศึกษา 2541 ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยแบ่งระยะทดลองดังนี้

1. ระยะศึกษาปัญหาของเครื่องมือ จำนวน 3 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย
2. ระยะทดลองหาประสิทธิภาพ ครั้งที่ 1 จำนวน 10 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย
3. ระยะทดลองหาประสิทธิภาพ ครั้งที่ 2 จำนวน 20 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในการทำสารนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ได้แบ่งเครื่องมือในการทำสารนิพนธ์ออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. สื่อ ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)
2. แบบทดสอบหลังเรียน แบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ มี 4 ตัวเลือก
3. แบบฝึกหัดระหว่างเรียนแบบปรนัย มี 5 ตอน ทั้งหมด 18 ข้อ มี 4 ตัวเลือก

การดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

ในการดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ และเนื้อหา วิชาเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ซึ่งเป็นหลักสูตรนานาชาติ ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. วิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเป็นผู้ตรวจสอบ
3. นำเนื้อหาเขียนเป็นแผนภูมิสายงาน (Flow Chart) และบทเรื่อง (Story Board) เป็นภาษาอังกฤษ โดยความช่วยเหลือของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา เป็นลักษณะของมัลติมีเดียที่ประกอบด้วย ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย
4. ทำการรวบรวมภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว จากหนังสือ วารสาร วิกิพีเดีย อินเทอร์เน็ต และจากการถ่ายของจริง
5. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ที่จะนำมาผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีดังต่อไปนี้

5.1 เครื่องคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่ใช้ในการพัฒนา มีคุณสมบัติดังนี้

5.1.1 มี Hard Disk ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 GB

5.1.2 มีเครื่องอ่าน และเขียนข้อมูล เป็นแบบแม่จานเหล็กชนิดอ่อน (Floppy Drive)

ขนาด 3.5 นิ้ว ความจุ 1.44 MB 1 ช่อง 29.3.4

5.1.3 มีซีดีรอม สำหรับอ่าน และเขียนข้อมูล

5.1.4 มีจอภาพขนาด 14 นิ้ว เป็นจอสีสามารถทำภาพกราฟิกได้

5.1.5 มีช่อง 29.3.8 สำหรับเสียบไมโครโฟน

5.1.6 มีช่อง 29.3.10 สำหรับเสียบอุปกรณ์เพิ่ม เช่น ลำโพง 29.3.11

สแกนเนอร์

5.2 เครื่องสแกนเนอร์ สำหรับภาพนิ่งเข้า

5.3 เครื่องสแกนสไลด์ สำหรับนำภาพสไลด์เข้า

5.4 ไมโครโฟน สำหรับบันทึกเสียงบรรยาย

6. ดำเนินการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมดังต่อไปนี้

6.1 โปรแกรม Authware Professional Verion 3.5 เป็นโปรแกรมหลักที่นำมาใช้ในการเขียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เพราะสามารถสร้างบทเรียนให้มีทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงบรรยาย ตัวอักษร ได้ดีและสะดวกต่อการใช้งาน

6.2 โปรแกรม Photoshop สำหรับสแกนภาพกราฟิกต่างๆ และตกแต่งภาพ

6.3 โปรแกรม Audio Rack สำหรับบันทึก และตัดต่อเสียง

6.4 โปรแกรม Digital Video สำหรับตัดต่อภาพจากวีดิทัศน์

6.5 โปรแกรม ToGo สำหรับการเขียนข้อมูลลงบนแผ่นซีดีรอม

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ เนื้อหา ตรวจสอบ และนำมาปรับปรุง แก้ไข

การดำเนินการในการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน

การสร้างแบบทดสอบหลังเรียนที่นำมาใช้ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์ และขอบข่ายของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ได้แก่ เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ซึ่งเป็นหลักสูตรนานาชาติ ของวิทยาลัยปิโตรเลียม และปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. วิเคราะห์เนื้อหาจากตำรา หนังสือ โดยความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. สร้างแบบทดสอบโดยศึกษาเทคนิคการสร้างแบบทดสอบจากหนังสือ เทคนิคการเขียนข้อสอบของชวาล แพรัตนกุล (2520 : 10-14) และ ไพศาล หวังพานิช (2530 : 1-7) สร้างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา โดยมีจำนวน 20 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการสุ่มอย่างง่าย คือนิสิต ชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 20 คน ใช้สถานที่ที่วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น โดยมีจำนวน 18 ข้อ

การดำเนินการสร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

การสร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่จะนำมาใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์ และเนื้อหาย่อย ตามเนื้อหาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
2. สร้างแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแต่ละเนื้อหาย่อย โดยให้แบบฝึกหัดระหว่างเรียนสอดคล้องกับเนื้อหาย่อยของแต่ละตอน

การดำเนินการหาประสิทธิภาพ

ในการทำสารนิพนธ์ ผู้จัดทำได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยนำเครื่องมือ ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer) ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในห้องเรียนจริง ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวไว้ในขั้นตอนการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มาทดลองกับนิสิต เพื่อศึกษาปัญหาเรื่องภาษา ตัวอักษร ภาพ และเสียง ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้นิสิตจำนวน 3 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย ให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อนิสิต 1 คน และใช้วิธีการสังเกต และสัมภาษณ์

2. นำผลที่ได้จากการสังเกต และสัมภาษณ์ มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปหาประสิทธิภาพครั้งที่ 1

3. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียไปทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 โดยใช้สถิติจำนวน 10 คน กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ให้ศึกษาจากคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อนิสิต 1 คน
4. นำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียตามสูตร แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
5. นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาทดลองหาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 (ภาคสนาม) เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพครั้งสุดท้าย โดยใช้สถิติจำนวน 20 คน โดยให้ศึกษาจากคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อนิสิต 1 คน
6. นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียตามสูตร

สถิติที่นำมาใช้ในการหาประสิทธิภาพ

สถิติที่นำมาใช้ในการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของผู้ศึกษา จึงใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของมัลติมีเดีย 90/90 ซึ่งมีความหมายดังนี้

90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย โดยเฉลี่ยร้อยละ 90

90 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย โดยเฉลี่ยเฉลี่ย 90

สำหรับสูตรที่นำมาใช้ในการหาประสิทธิภาพคือ

$$E_1 = \frac{(\sum x)}{N} \times 100$$

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

สูตรที่ 1 เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

$\sum X$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2 เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของแบบทดสอบหลังเรียน ของบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนนักเรียน

สรุปผลและอภิปราย

หลังจากทดลอง และหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ นำผลที่ได้มาสรุป และอภิปราย เพื่อเป็นเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนามัลติมีเดียในเรื่องอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. กำหนดหัวข้อในการพัฒนาจากปัญหาหรือความจำเป็นในการศึกษารายวิชาจากหลักสูตร ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการสอบถามจากนิสิต และอาจารย์ ไทยที่เคยสอน และเลือกรายวิชา Instrument Analysis โดยเลือก หัวข้อเกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)
2. ศึกษาหลักสูตรและเนื้อหาเกี่ยวกับ การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ โดยได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
3. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหา เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด และได้การปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และนำข้อมูลมาเขียนเป็นบทเรื่อง เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด
4. นำบทเรื่องมาออกแบบเป็นรูปกราฟิก ภาพนิ่ง และภาพวีดิทัศน์ โดยการหาภาพดังกล่าวจากบริษัท หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ถ่ายภาพจากของจริง และมีการสร้างภาพกราฟิกขึ้นเอง
5. สร้างบทเรียนตามบทเรื่องที่เขียนไว้ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ตอนคือ
ตอนที่ 1 Basic Principles (หลักการเบื้องต้น) มีกรอบทั้งหมด 10 กรอบ
ตอนที่ 2 Atomization (ขบวนการผลิตอะตอม) มีกรอบทั้งหมด 19 กรอบ
ตอนที่ 3 Components of Atomic Absorption System (ส่วนประกอบของระบบอะตอมมิกแอสซอร์ฟชัน) มีกรอบทั้งหมด 24 กรอบ
ตอนที่ 4 Operation (การใช้เครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชัน) มีกรอบทั้งหมด 15 กรอบ
ตอนที่ 5 Atomic Absorption for Chemical Analysis (การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีการอะตอมมิกแอสซอร์ฟชัน) มีกรอบทั้งหมด 6 กรอบ
6. บันทึกเสียงคำบรรยายโดยให้คนไทยเป็นผู้บรรยาย เป็นภาษาอังกฤษ และนำไปบรรจุลงบทเรียนที่สร้างไว้ดังข้อที่ 5
7. นำบทเรียนที่ได้สร้างเรียบร้อยแล้ว นำมาให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา และสื่อ ตรวจสอบ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า

ด้านเนื้อหา

- 1) ผู้เชี่ยวชาญให้ปรับปรุงคำบรรยายใหม่ เนื่องจากอ่านผิด และเร็วเกินไป
- 2) เนื้อหาบางกรอบให้ตัดออก เนื่องจากมีการซ้ำกันในบางกรอบ
- 3) ให้ปรับคำบรรยายกับเนื้อหาใหม่ เนื่องจากไม่สอดคล้องกัน
- 4) ให้ปรับแก้ไขภาพกราฟิกใหม่ และภาพนิ่ง เนื่องจากไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

ด้านสื่อ

- 1) ให้ปรับปรุงขนาดของตัวอักษรใหม่ เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป
- 2) ให้เปลี่ยนสัญลักษณ์ของหัวข้อวัตถุประสงค์ของเนื้อหาเป็นหมายเลขแทน

8. นำบทเรียนที่ได้รับการตรวจสอบ มาทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน โดยใช้
 นิติระดับปริญญาโท ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จำนวน 3 คน ได้มาจากการสุ่มอย่าง
 ง่ายในการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการสังเกตและสัมภาษณ์ ผู้เรียน

9. นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ และสังเกต มาปรับปรุงแก้ไข

10. จากนั้นนำบทเรียนมาทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 ตามเกณฑ์ที่
 กำหนดไว้ คือ 90 / 90 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

11. นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่ง ได้จากการสอบถามและสัมภาษณ์ หลังจากผู้
 เรียนได้ศึกษาแล้ว แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

12. นำบทเรียนมาทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 90
 /90 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ตามลำดับดังนี้

ผลการทดลองบทเรียนครั้งที่ 1

ในการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1 เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ให้ศึกษาจากคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องต่อ 1
 คน ผลการทดลองได้จากการสังเกตและสัมภาษณ์ พบว่า

1. ผู้เรียนให้ความสนใจในการเรียนเป็นอย่างดี
2. ข้อความบางกรอบของเนื้อหา มีการพิมพ์ผิด และตกหล่น ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้บอกขณะ
 ศึกษาบทเรียน บางคนได้แก้ไขโดยการจดบันทึก
3. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นบางในบางช่วงในขณะศึกษา ได้แก่ ภาพบางกรอบไม่ดี และ
 ข้อความตกหล่น บางข้อความไม่ตรงกับกับคำบรรยาย สีของภาพกราฟิกไม่ตรงกับความเป็นจริง

4. จากการสังเกตพบว่า ผู้เรียนให้ความสำคัญต่อการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เป็นอย่างมาก

5. ผู้เรียนให้ความสนใจ และตื่นตัวต่อการตอบแบบฝึกหัดระหว่างเรียน เนื่องจากแบบฝึกหัดมีการตอบสนองต่อผู้เรียน ได้แก่ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง ก็เกิดการตอบสนองเป็นเสียงตอบมือ และมีภาพประกอบ หรือถ้าตอบผิดก็จะมีเสียงสัญญาณโทรศัพท์สายไม่วาง และมีคำเฉลยให้ผู้เรียนได้ดู

6. ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่าแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบที่ให้ทำค่อนข้างยาก และเนื้อหาก็มากเกินไป

7. ผู้เรียนได้จับบันทึกขณะศึกษาด้วย เพราะกลัวจำเนื้อหาไม่ได้

และผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ ดังนี้

1. แก้ไขการพิมพ์ผิด และตกหล่นของตัวอักษร ให้ถูกต้อง
2. เปลี่ยนสีของกราฟให้ตรงกับความเป็นจริง และสอดคล้องกับเนื้อหา
3. ได้เปลี่ยนรูปกราฟกรอบที่ 58 และ 59 ใหม่ให้สอดคล้องกับเนื้อหา
4. แก้ไขข้อความที่เขียนผิด และข้อความที่ไม่ตรงกับคำบรรยายให้ถูกต้อง

ผลการทดลองบทเรียนครั้งที่ 2

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 90 / 90

เรื่อง	จำนวนผู้เรียน	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน		แบบทดสอบหลังเรียน		E ₁	E ₂
		ΣX	A	ΣX	B		
การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์	10	136	18	80	10	75.55	80

จากตารางที่ 1 คะแนนผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชั่นสเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งเป็นคะแนนระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เมื่อนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนตามสูตรที่กล่าวไว้ในข้างต้น พบว่าคะแนนระหว่างเรียนของผู้เรียนได้ 75.55 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนผู้เรียนได้ 80 ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนคือ $75.55 / 80$ ซึ่งไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ $90 / 90$ เนื่องจาก

1. ภาพกราฟิกกรอบที่ 11 ยังไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจ
2. ภาพกราฟิกในเรื่องของการ Operation ซึ่งได้แก่กรอบที่ 71 , 73 และ 76 ยังสื่อสารได้ไม่ดี เนื่องจากผู้เรียนมองไม่เห็นภาพจริงจากเครื่อง
3. ผู้เรียนบางคนบอกว่าแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนค่อนข้างยาก
4. คำบรรยายกับเนื้อหามีการดำเนินเรื่องไม่สอดคล้องกัน

และผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชั่นสเปกโตรมิเตอร์ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และนำไปทดลองครั้งที่ 3 ต่อไป ดังนี้

1. เปลี่ยนภาพกราฟิกใหม่ในกรอบที่ 11 ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหา
2. เปลี่ยนภาพจากภาพกราฟิก เป็นภาพวิดีโอในเรื่อง Operation
3. ปรับการดำเนินเรื่องโดยให้ภาพกับคำบรรยายให้สอดคล้องกัน

ผลการทดลองบทเรียนครั้งที่ 3

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 3 มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนดคือ $90 / 90$ ใช้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน

เรื่อง	จำนวนผู้เรียน	แบบฝึกหัดระหว่างเรียน		แบบทดสอบหลังเรียน		E_1	E_2
		ΣX	A	ΣX	B		
การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสซอร์ฟชั่นสเปกโตรมิเตอร์	20	291	18	165	10	80.83	82.5

จากตารางที่ 2 ผลคะแนนระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พ
ชันสเปกโตรมิเตอร์ เมื่อนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่า คะแนนระหว่างเรียน
ได้ 80.83 / 82.50 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

ความมุ่งหมายของสารนิพนธ์

เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ที่นำมาใช้ในการศึกษาเป็นรายบุคคล เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

ขอบเขตของสารนิพนธ์

ประชากร

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ ของวิทยาลัยปิโตรเลียม และปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 70 คน ปีการศึกษา 2541

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทำสารนิพนธ์ครั้งนี้ เป็นนิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 33 คน ปีการศึกษา 2541 โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้เวลาในการทดลอง 6 คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ เป็นการเรียนแบบรายบุคคล
2. แบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก
3. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน จำนวน 18 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก

เนื้อหาที่นำมาพัฒนา คือ

เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ตอน คือ

ตอนที่ 1 Basic Principles (หลักการเบื้องต้น)

ตอนที่ 2 Atomization (ขบวนการผลิตอะตอม)

ตอนที่ 3 Components of Atomic Absorption System (ส่วนประกอบของระบบอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชัน)

ตอนที่ 4 Operation (การใช้เครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชัน)

ตอนที่ 5 Atomic Absorption for Chemical Analysis (การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีการอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชัน)

สถิติที่นำมาใช้ในการพัฒนา

1. สูตรหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
2. สูตรหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
3. สูตรหาค่าความยาก ความง่ายของแบบทดสอบ
4. สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

วิธีการดำเนินการพัฒนาบทเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ มีขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและความจำเป็นในการเรียนการสอนวิชาต่างๆ ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และปรึกษาอาจารย์ผู้สอน แล้วเลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ซึ่งได้แก่ เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

2. ศึกษาหลักสูตร และวิเคราะห์เนื้อหา เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ จากรายวิชา Instrument Analysis โดยได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

3. นำเนื้อหามาเขียนเป็นบทเรื่อง (Storyboard)

4. เตรียมภาพกราฟิก ภาพนิ่ง และภาพวิดีโอ ที่กำหนดไว้ในบทเรื่อง

5. เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ ที่จะนำมาใช้สร้างบทเรียน

6. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ตามบทเรื่องที่กำหนดไว้
7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียให้ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ และเนื้อหาตรวจสอบ
8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียไปทดลองเพื่อหาจุดบกพร่องของบทเรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 3 คน
9. ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่อง
10. นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไขแล้ว ไปทดลองหาประสิทธิภาพครั้งที่ 1 เพื่อหาค่าที่ตั้งเกณฑ์ไว้คือ 90 / 90 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน
11. นำผลมาวิเคราะห์ และปรับปรุงแก้ไข
12. นำบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุง แก้ไขแล้ว ไปทดลองหาประสิทธิภาพครั้งที่ 2 (ครั้งสุดท้าย) โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 20 คน
13. นำผลมาวิเคราะห์ที่ตั้งเกณฑ์ไว้ คือ 90 / 90

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ สรุปผลได้ดังนี้

1. ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรมิเตอร์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตระดับปริญญาโท ภาควิชาภาษาอังกฤษ ของวิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 33 คน โดยแบ่งการทดลองบทเรียนออกเป็น 3 ครั้ง คือ

13.1 ทดลองบทเรียนครั้งที่ 1 เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียน
จำนวน 3 คน

13.2 ทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนครั้งที่ 2 จำนวน 10 คน

13.3 ทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนครั้งที่ 3 จำนวน 20 คน

2. ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย ทั้ง 3 ครั้งพบว่า

2.1 ครั้งที่ 1 ผลการทดลองได้จากการสัมภาษณ์ และสอบถาม พบว่าบทเรียนน่าสนใจ และมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหา ภาพนิ่งภาพกราฟิก และภาพวีดิทัศน์ ที่นำมาประกอบบทเรียน เสียงบรรยายมีความเหมาะสมไม่เร็วหรือช้าเกินไป สำหรับข้อบกพร่องภาพบางภาพยังสื่อ

สารไม่ดี ข้อความผิด ตกหล่น และใช้เวลาศึกษานานเกินไป ทำให้ผู้เรียนบางคนเบื่อได้ และได้นำบทเรียนมาปรับปรุงแก้ไข

2.2 ครั้งที่ 2 ผลการทดลองได้จากการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่งบทเรียนนั้นได้รับการปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องจากการทดลองครั้งที่ 1 จากการทดลองหาประสิทธิภาพในครั้งที่ 1 นี้บทเรียนไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 90 / 90 ผลที่ได้คือ 75.55 / 80 จากการสอบถามผู้เรียนหลังจากศึกษาเรียบร้อยแล้วพบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่บอกว่า ภาพกราฟิกบางกรอบไม่สอดคล้อง กับเนื้อหา คำบรรยายไม่สอดคล้องกับเนื้อหา ภาพนิ่งบางกรอบไม่สื่อสารหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหา แบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนค่อนข้างยาก จากนั้นได้ปรับปรุงแก้ไขบทเรียนเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพครั้งที่ 3

2.3 ครั้งที่ 3 เป็นการหาประสิทธิภาพของบทเรียนครั้งสุดท้าย บทเรียนที่นำมาหาประสิทธิภาพได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากข้อบกพร่องครั้งที่ 2 ซึ่งในครั้งนี้ประสิทธิภาพของบทเรียนไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด คือ 90 / 90 ผลที่ได้คือ 80.83 / 82.5 ซึ่งผลการศึกษาได้จากการกรอกคะแนนของผู้เรียนเองจากแบบฟอร์มที่แจกให้ จากการสอบถามเมื่อผู้เรียนได้ศึกษาแล้ว ผลปรากฏว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่สนใจที่จะศึกษาบทเรียนเป็นอย่างดี โดยเฉพาะส่วนที่เป็นคำถามระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนผู้เรียนให้ความสำคัญมาก ซึ่งผู้เรียนบอกว่าค่อนข้างยาก ผู้เรียนชอบการตอบกลับของคำถามที่ให้ เพราะเป็นการให้คำชมเชยและการบอกคำแนะนำเมื่อตอบคำถามถูกและผิดในส่วนเนื้อหาและภาพกราฟิก ภาพนิ่งและภาพวิดิทัศน์ ผู้เรียนมีความเห็นว่าควรให้ภาพวิดิทัศน์มากกว่านี้เนื่องจากเนื้อหาบางตอนยังให้ภาพที่สื่อสารไม่ดี เช่น ภาพของเปลวไฟแต่ละชนิดว่ามีลักษณะอย่างไร ผู้เรียนบางคนบอกว่าคำถามค่อนข้างยาก และมีคำถามน้อยเกินไปในบางช่วง ส่วนแบบทดสอบมีจำนวนข้อที่พอดี สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับเนื้อหาที่ศึกษาผู้เรียนส่วนใหญ่บอกว่าน่าสนใจดี เพราะเป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยาก สามารถนำมาเสนอในรูปแบบคอมพิวเตอร์และสร้างภาพกราฟิกได้เข้าใจซึ่งทำให้น่าสนใจ และดึงดูดความสนใจให้กับผู้ศึกษาเป็นอย่างดีเพราะเนื้อหาเป็นนามธรรม นอกจากนี้ผู้เรียนส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าควรแบ่งเนื้อหาให้ออกเป็นตอนๆ ไม่บังคับให้ผู้เรียนเรียนตามหัวข้อที่กำหนด เพราะผู้เรียนบางคนมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้มาแล้ว ต้องการศึกษเฉพาะบางตอนเท่านั้น

อภิปรายผล

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์ ซึ่งได้ประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจาก

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสเพกโตรโฟลัมมิเตอร์ เป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด ซึ่งทำให้ผู้เรียนซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักเรียนไทย ศึกษายังไม่เข้าใจ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสเพกโตรโฟลัมมิเตอร์ มีเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรมมาก ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสร้างภาพกราฟิกออกมาประกอบบทเรียนได้ไม่ดี เพราะไม่มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องนี้
3. แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนค่อนข้างยาก ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้ปรับใหม่เนื่องจากผู้วิจัยไม่ได้เป็นผู้ออกข้อสอบเอง ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาบอกว่าแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีความเหมาะสมดีแล้ว
4. เนื้อหาของบทเรียนมีมากเกินไป จึงทำให้ผู้เรียนใช้เวลาศึกษานานเกินไป และทำให้น่าเบื่อสำหรับผู้เรียนบางคน ซึ่งควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนๆ โดยให้ผู้ศึกษาเลือกที่ละตอนไม่ศึกษาทั้งหมดในเวลาเดียวกัน

อย่างไรก็ตามผู้เรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจที่จะศึกษาบทเรียนเป็นอย่างดี สิ่งที่ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อดีของบทเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียน ไม่น่าเบื่อ ดีกว่าเรียนจากตำราที่ไม่ภาพประกอบ เช่น นำภาพกราฟิกมาประกอบเนื้อหา ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเรื่องที่ศึกษาดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่น่าเบื่อ ซึ่งกับคำกล่าวของ ผดุง พรหมมูล (2527 : 64-71) ว่าการใช้ภาพกราฟิก หรือภาพการ์ตูนประกอบการสอนจะเพิ่มความสนใจ ความอยากเรียน กับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้แบบฝึกหัดระหว่างเรียนจะมีการเสริมแรงให้กับผู้เรียนด้วย หลังจากตอบคำถามแล้ว และมีการรวมคะแนนให้กับผู้เรียนได้ทราบผลด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเสริมแรงของ B.F Skinner ที่ว่า ผู้เรียนจะเกิดกำลังใจ ต้องการเรียนต่อไปเมื่อได้รับการเสริมแรง

ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอสเพกโตรโฟลัมมิเตอร์ ที่ได้ 80.83 / 82.5 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ดีพอสมควร

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ควรให้มีการแปลเป็นภาษาไทยประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ ซึ่งจำให้ผู้เรียนดูประกอบบทเรียน จะทำให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น
2. การเลือกเนื้อหาผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะมีความเป็นรูปธรรมอยู่บ้าง อย่าเป็นนามธรรมมากเกินไป
3. ข้อสอบจะต้องมีความสอดคล้องกับเนื้อหา และจะต้องไม่ยากเกินไป
4. ควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนๆ ให้ผู้เรียนเลือกที่จะศึกษาเอง ตอนไหนก็ได้ โดยไม่มีการบังคับให้เรียนตลอดทั้งบทเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. ควรให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ เป็นภาษาไทย เพื่อให้สถานศึกษาอื่นๆ ได้ศึกษาเรื่องนี้
2. ควรให้มีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือชนิดอื่นๆ เช่น เครื่อง FTIR-GC-Pyrolyzer, HPLC (High Performance Liquid Chromatography) เป็นต้น
3. ควรให้มีการพัฒนาในระดับขั้นอื่นๆ สำหรับผู้เรียนที่ใช้ภาษาอังกฤษได้เป็นอย่างดี

บรรณานุกรม

- 2000 (นามแฝง). “มัลติมีเดีย (Multimedia).” เพื่อสมาชิกชมรมเทคโนโลยีการศึกษา สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย. 3 (3) : 24-26 ; 2539.
- กาญจนา เกียรติประวัติ. วิธีสอนทั่วไป และทักษะการสอน. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.
- . เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540
- ชนิษฐา สุภนราพรภัก. “ทำไมต้องเป็น Multimedia.” ใน COM PLUS. 1(1) : 50-51 ; 16-18 กุมภาพันธ์ 2540.
- ชนิษฐา ชานนท์. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีทางการศึกษา. ฉบับปฐมฤกษ์ : 7-13 ; 2532
- ครรชิต มาลัยวงศ์. ก้าวไกลไปกับคอมพิวเตอร์ (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : กองบริการสื่อสารสนเทศ NECTEC, 2539
- . “อนาคตของการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ไมโครคอมพิวเตอร์. 36 : 142-147 ; กุมภาพันธ์ 2531. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532. อัศฒา
- จินตนา สายวรรณ. “การเลือกใช้ FLAME FURNACE หรือ PLASMA ในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุ”. ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(17-18) ; มิถุนายน 2535.
- ชวาล แพรัตกุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภา, 2520
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สิ้นสกุล. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2520
- ฐาปนีย์ ธรรมเมธา. อัตราเวลาในการอ่านข้อความบนจอคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการอ่านต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :
- ดารา แพรัตน์. “มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา” ใน การสัมมนาวิชาการ เรื่อง การผลิตและการใช้มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา. หน้า 8-11. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538
- ทักษิณา สนวนานนท์. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI).” กรุงเทพฯ : คอมพิวเตอร์รีวิว. 3(32) : 56-67 ; กันยายน 2529.
- นัยนา นุรารักษ์ และ สมบูรณ์ ฤกษ์วิบูลย์เสรี. Proceeding of The 37th Annual Scientific Meeting March 18-22, 1996. กรุงเทพฯ : ที.พี พรินท์, 2539

นิพนธ์ สุขปรีดี. “บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการศึกษาของไทยในอนาคต.” ไมโครคอมพิวเตอร์.

(27) : 63-65 ; มกราคม 2530.

ผดุง พรหม. “การรู้ตัวกับการเรียนการสอน.” คุรุปริทัศน์. 9 : 64-71. สิงหาคม 2527.

ไพศาล หวังพานิช. “หลักการเขียนข้อสอบ”. ใน การเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้.

1-7. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530

มธุรส จงชัยกิจ. ซีเอไอ/ซีเอแอล กับ Authorware Professional. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2538.

แม่น อมรสิทธิ์. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เครื่องมือ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535

เย็น ภู่วรรณ. “เทคโนโลยีมัลติมีเดีย” ส่งเสริมเทคโนโลยี. 22(121) ; มิถุนายน-กรกฎาคม 2538.

เย็น ภู่วรรณ. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” ไมโครคอมพิวเตอร์ (36) :

120-127 ; กุมภาพันธ์ 2531.

รุ่งทิวา จักรกร. วิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองธรรม, 2527.

วสันต์ อติศัพท์. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ศึกษาศาสตร์. 3(8) : 17-26 ; กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2530.

วารินทร์ รัชมิพรหม. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” จันทร์เกษม. (159) : 4-11 ; มีนาคม-เมษายน 2524.

———. หลักการและทฤษฎีการออกแบบสาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532

ศรินันท์ ประสิทธิ์ลักษณะ. การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปัญหาการหายใจลำบากที่เกี่ยวข้องกับด้านกุมารศัลยศาสตร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2540. อัดสำเนา

ศิริพร หัตถา. ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้การเสริมแรงด้วยเกมคอมพิวเตอร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษเรื่อง การใช้บุพบทของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษต่ำ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2538. อัดสำเนา

ศิริรัตน์ ไตรอด. ลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำหรับครูระดับมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536. อัดสำเนา

สมหญิง เจริญจิตรกรรม. เทคโนโลยีทางการศึกษาเบื้องต้น. นครปฐม : มหาวิทยาลัยศิลปากร,

2529

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. “บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการเรียนการสอน.” คอมพิวเตอร์กับการศึกษา.

กรุงเทพฯ . โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์

มหาวิทยาลัย, 2532 .

สุพจน์ มงคลพิชญรักษ์. ผลของการกำหนดระดับการควบคุมความก้าวหน้าในการเรียนโดยโปรแกรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538. อัดสำเนา

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:

กราฟแมนเพรส, 2530. . .

Alessi, Stephen M. and Stanly R. Trollip. Computer-Based Instruction. New Jersey : Prentic-Hall Inc., 1985

Aston, Robert and Schwarz, Joyce. Multimedia Gateway to the Next Millennium. Boston : AP Professional, 1994.

Baxter, Anthony Q. “Infotech Interactive : Increasing Student Participation Using Multimedia.” ERIC Document Reproduction Service NO. ED400819 : 8 ; 1996. (<http://ericae2.educ.cua>.

Beichner, Robert J. “Multimedia Editing to Promote Science Learning.” Journal of Educational Multimedia and Hypermedia. 3(1) : 55-70 ; 1994.

Borg, Water R. and Gall, Meredith D. Educational Research and Introduction. Fifth Edition. New York : White Ptains, 1989.

Bowen, Victoria S. The Relationship of Locus of Control and Cognitive Style to Self - Instructional Strategies, Sequencing and Outcomes in a Learner - Controlled Multimedia Environment. Doctor's Thesis. University of Georgia : 3922 : 1996. DAI - A 56/10

Brown, James W. A.V Instruction Technology, Media and Methods. New York : McGraw - Hill, 1973. (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije/ed400819..htm>) ERIC Document Reproduction Service No. ED397797 : 23 ; 1996. (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije/ed397797.htm>)

Casner, Jack Leroy. “A Study of Attitudes Toward Mathematics of Eighth Grade Students Receiving Computer-Assisted Instruction and Students Receiving Conventional Classroom Instruction”. Dissertation Abstract International . 38 :4106-A ; June, 1978

- Fan, Chung-ten. Item Analysis Table. Education Testing. New Jersey : Service Princeton , 1952
- Gayeski, Diane M. Multimedia for Learning : Development, Application Evaluation. Englewood : Cliffs , N.J., 1993.
- G.D Christian and J.E O' Relly. Instrumental Analysis. 2nd Edition Allyn and Bacon Inc,Boston,1986
- Hallis, Robert H. "Authoring Multimedia in an Academic Library." ERIC Document Reproduction Service NO.ED400822 : 14 ; 1996. (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije/ed400822..htm>)
- Hall, Keith A. "Computer-Based Education." in Encyclopedia of Educational Research. By Harold E. Mitrel, 1 : 353-363, NewYork : Free Press, 1982
- Hordy, Donald R. And Jost, Karen L. "The Use of Music in the Instructional Design of Multimedia." ERIC Document Reproduction Service No. ED 397797, 1996 (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije/ed397797..htm>)
- Kirkly, Sonny. What is Multimedia.October, 1995. (<http://cee.indiana.edu/workshop/multipres ./MM.html>.)
- Laboratory Instrumentation. Spectroscopy. Series 3 Volume 2. Instrumentation Scientific Communications, Inc. Connecticut, USA,
- Livergood, Norman D. "A Study of the Effectiveness of a Multimedia Intelligent Tutoring System." Journal of Instruction Delivery Systems. 22(4) : 143 ; 1994.
- Nicholson, Annie Y. and Ngai, Johnson Y.K. "Converting a Traditional Multimedia Kit into an Interactive Video CD-ROM." ERIC Document Reproduction Service NO. ED399936 : 1996. (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije/ed399936..htm>)
- Plass, Jan L. and Chun, Dorothy M. "Assessing the Effectiveness of Multimedia in Language Learning Software." ERIC Document Reproduction Service NO. ED388233 : 25-30 ; 1994. (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije/ed388233..htm>)
- Rathbone, Andy. Multimedia and CD-ROMS for Dummies. California : IDG Book, 1994.
- Riddle, Elizabeth. "Communication through Multimedia in an Elementary Classroom" ERIC Document Reproduction Service No.ED384346 : 143 ; 1995. (<http://ericae2.educ.cua.edu/db/riecije / ed384346..htm>)
- Scerman, Chris. CD-ROM Handbook. New York : Mc Graw - Hill, 1994

- Siribodhi, Tinsiri. "Effects of Three Interactive Multimedia Computer Assisted Language Learning Programs on the Vocabulary Acquisition of Elementary Level EFL Students." Dissertation Abstracts International. 56(9) : 3552-A ; March,1996
- Skoog , Douglas A. , West, Donald M. Principles of Instrumental Analysis. Second Edition. USA. Philadelphin PA., 1980
- S.S M. Hassan. Organic Analysis Using Atomic Absorption Spectroscopy. Halsted Press a division of John Wiley2 & Sons,N.Y, 1984
- Willard, Lyme L., Merritt, JR. and Dean, John A. Instrumental Methods of Analysis. Sixth Edition. USA. Litton Educational Publishig, 1985
- Wright, Elizabeth E. "Making the Multimedia Decision : Strategies for Success." Journal Instruction Delivery Systems. 7(1) : 15-22 ; 1993.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r)
และค่าความเชื่อมั่น

ตารางที่ 1 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ เรื่อง
การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

ข้อที่	p	r
1	0.8	0.4
2	0.8	0.4
3	0.6	0.8
4	0.6	0.4
5	0.7	0.2
6	0.7	0.6
7	0.6	0.4
8	0.4	0.4
9	0.5	0.4
10	0.5	0.6

จากตารางค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งจะมีค่าอยู่ใน
ระหว่าง .20 ถึง .80 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.4

ภาคผนวก ข.
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

Basic Principles

1. Which one of the following is a characteristic of a particular radiation?
 - a) frequency
 - b) velocity of radiation
 - c) range of radiation
 - d) interaction with matter

2. Interaction of UV-VIS radiation with matter involves?
 - a) a proton
 - b) a neutron
 - c) an outer electron
 - d) an inner shell electron

3. Resonance transition of UV-VIS radiation with atoms is ?
 - a) a line spectrum of the transition between the ground state ($n=0$) and upper excited state
 - b) a line spectrum of the transition between the first excited state ($n=1$) and any excited state
 - c) a continuous spectrum of transition between the ground state ($n=0$) and excited state
 - d) a molecular spectrum of transition between the ground and excited states

4. Why is atomic absorption a very useful spectrochemical analytical tool?
 - a) it is an easy to instrument to use
 - b) it is not an expensive technique
 - c) absorption of atoms is a unique characteristic for specific elements
 - d) all answers to a),b) and c) are correct

Atomization

1. In which phase do atoms exist for atomic absorption?
 - a) vapor phase
 - b) liquid phase
 - c) solid phase
 - d) any phase
2. What type of atomizer is used most to generate atoms for atomic absorption?
 - a) flame
 - b) plasma
 - c) furnace
 - d) all answers to a),b) and c) are correct
3. What type of flame is used to atomize easily ionizable elements alkali metal for atomic absorption?
 - a) air-acetylene
 - b) air-propane
 - c) nitrous oxide-acetylene
 - d) air-nitrous oxide
4. How does low temperature affect the formation of atoms in a flame?
 - a) it decreases atom formation
 - b) it forms compounds of low volatility
 - c) it decreases the ionization of atoms
 - d) all answers to a),b) and c) are correct
5. How does high temperature affect the formation of atoms in a flame?
 - a) it increases the ionization of easily ionizable atoms
 - b) it increases the dissociation of compounds of low volatility
 - c) it increases atom formation for refractory elements
 - d) all answers to a),b) and c) are correct

6. Which reaction in a flame is desirable?
 - a) ionization of atoms
 - b) formation of molecular species
 - c) association/dissociation of atoms and other species
 - d) none of above
7. How is the ionization of atoms in a flame overcome?
 - a) change the flame condition
 - b) add easier ionizable species than analyte
 - c) both a) and b) are correct
 - d) both a) and b) are wrong

Components of the Atomic Absorption System

1. Which type of light is required for atomic absorption?
 - a) hollow cathode lamp
 - b) continuous light source
 - c) discrete line source such as electrodeless discharge lamp
 - d) both b) and c) are correct
2. Which one of the following is a function of the atomizer?
 - a) remove large droplets
 - b) nebulization to produce fine droplets of solution
 - c) conversion of a sample solution into atomic vapor
 - d) all answers to a),b) and c) are correct
3. What is the function of a monochromator?
 - a) to remove argon lines
 - b) to discriminate between nonresonance lines
 - c) to focus analyte resonance line on a detector
 - d) all answers to a),b) and c) are correct

Operation

1. Which one of the following is wrong for the optimization of a lamp for atomic absorption measurements?
 - a) the intensity of emitted light source increases with lamp power
 - b) a loss of calibration linearity when operating at very high currents
 - c) operate a hollow cathode lamp at currents as high as possible to get the highest possible signal intensity
 - d) the absorbance decreases as the current of a lamp increases due to line broadening effects

2. Which of the following is a disadvantage when operating a lamp at low current?
 - a) improved linearity
 - b) improved sensitivity
 - c) prolonged life-time of a lamp
 - d) signal instability and poor precision

3. Why is the fuel to oxidant ratio important for optimization?
 - a) for correct flame temperature
 - b) to reduce of atom formation in a flame
 - c) for the formation of molecular species in a flame
 - d) for a concentration profile of analyte atom formation in a flame

Atomic Absorption for Chemical Analysis

What cause a calibration curve of a plot of absorbance against concentration to deviate?

- a) a spectral band overlap
- b) concentrations are too high
- c) operating a lamp at very high current
- d) all answers to a),b) and c) are correct

แบบทดสอบหลังเรียน

Post Test

1. What range of electromagnetic radiation is used in atomic absorption of outer most electron ?
 - a) X-ray
 - b) ultraviolet
 - c) microwave
 - d) near infrared

2. Most absorption transition lines in atomic spectroscopy is ?
 - a) absorption band of the element
 - b) any transition lines of the element
 - c) any absorption lines of the element
 - d) resonance line of absorption (or emission) of the element

3. What does it make atomic absorption useful for spectrochemical analysis ?
 - a) Beer's Law
 - b) availability of hollow cathode lamp
 - c) availability of desirable flame temperature
 - d) all answers to a),b) and c) are correct

4. What type of atomizer is easy to perform analysis by atomic absorption ?
 - a) flame
 - b) plasma
 - c) furnace
 - d) all answers to a),b) and c) are correct

5. When should nitrous oxide/acetylene flame be used ?
- a) to analyze alkali metals
 - b) when a 10 cm. burner slot is used
 - c) when analyze refractory elements
 - d) it can be used with all elements which can be analyzed by flame atomic absorption
6. What is an advantage of using a low temperature flame ?
- a) to save fuel
 - b) to decrease the ionization of an atom
 - c) to decrease atom formation
 - d) to reduce the formation of compounds of low volatility
7. Which one of the following is undesirable for use in a high temperature flame?
- a) Increase ionization of easily ionizable atoms
 - b) Increase atom formation for refractory elements
 - c) Increase dissociation of compound of low volatility
 - d) All answers a), b) and c) are correct
8. Which one is not a function of a monochromator ?
- a) removal of argon lines
 - b) discrimination of nonresonance lines
 - c) focus of analyte resonance line to a detector
 - d) amplify spectral of the analyte before reaching a detector
9. Which one of the following is a disadvantage for operating at high current ?
- a) improved sensitivity
 - b) better signal to noise ratio
 - c) prolonged life of a lamp
 - d) signal instability and poor precision

10. What does it make quantitative analysis of elements possible ?

- a) beer's law
- b) absorption is a function of wavelength of element
- c) calibration curve
- d) all answers a), b) and c) are correct

เฉลยแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

Basic Principle

1. A
2. C
3. A
4. C

Atomization

1. A
2. A
3. B
4. D
5. D
6. D
7. B

Component of Atomic Absorption Spectrometer System

1. D
2. C
3. D

Operation

1. C
2. D
3. A

Atomic Absorption for Chemical Analysis

-D

แบบทดสอบหลังเรียน

- 1. B**
- 2. D**
- 3. D**
- 4. D**
- 5. C**
- 6. B**
- 7. A**
- 8. D**
- 9. B**
- 10.D**

ภาคผนวก ค.

บทเรื่อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

Storyboard

Multimedia Computer Assisted Instruction on Chemical Analysis by Atomic Absorption Spectrometer

No	Picture	Sound
1	The Petroleum and Petrochemical College	Music
2	Atomic Absorption Spectrometer	Atomic Absorption Spectrometer
3	Objectives	The objectives of this program : 1. To understand the nature of electromagnetic radiation, the spectroscopy of an atom and its light absorption 2. To understand the use of atomic absorption for chemical analysis 3. To understand the components for atomic absorption measurement optimization
4	Main Menu	The topics of this program are: 1. Basic Principles 2. Atomization 3. Components of Atomic Absorption System 4. Operation 5. Atomic Absorption for Chemical Analysis

No	Picture	Sound
5	The nature of electromagnetic radiation (Photon)	Lets begin with the nature of electromagnetic radiation. A beam of radiation may be regarded as an electromagnetic waveform disturbance or photon of energy and at the same time has properties of waves extending over a broad area of space. It travels in a vacuum at the velocity of light, c , and wavelength, λ.
6	Graphic of photon and Text of ν , E , h and c	When a photon passes a particular of space the electric field in that region oscillates with a frequency (ν). Wavelength and frequency are related to the energy of the photon, E, by Planck's constant (h). Only frequency is truly characteristic of a particular radiation. When the light of a particular wavelength enters matter its velocity decreases owing to interactions between the electric vector and the bound electrons of the medium, but its frequency remains constant. For example, for photons in the ultraviolet to visible region, the velocity of radiation, in air, is within 0.1 percent of the velocity in a vacuum.

No	Picture	Sound
7	Graphic of lines spectrum	The interaction of matter and radiation takes place throughout the entire electromagnetic spectrum. The chemical and physical effects of various types of radiation are quite different, and these differences can be understood in terms of the differing frequencies or energies of the photon.
8	Graphic of only the radiation in uv-vis range	Radiation in the ultraviolet to visible range will be emphasized in this lecture. The interaction of the uv-vis radiation with matter causes a change in the transition energies involving the electron energy of atoms or molecules. These changes in electromagnetic energy involve the most loosely held or so-called outer electrons.
9	Potential Energy Diagram	This diagram shows the atomic energy levels and electronic transitions of Li developed by Grotrian. The diagram permits the representation of spectral terms and transitions. The vertical axis represents an energy and the energy levels, or terms, are shown as horizontal lines. Absorption spectral lines result from transitions from lower-energy levels to higher levels and vice versa for emission spectral lines. The vertical distance representing a transition is a measure of the energy of that transition.

No	Picture	Sound
10		A Change of transition energy between the transition or ΔE is large which result in absorption (or emission) line which shorter wavelength and narrow spacing give the spectrum at longer wavelength. And transitions involving the ground state give spectral lines called resonance lines (λ_R). The resonance lines are often the most sensitive and important for spectrochemical analysis.
11	This figure shows Grotrian energy diagram of lithium and sodium	The electron energy, or the potential energy, of an atom depends on its electronic configuration and the transition of outer electrons between fixed energy levels to absorb radiation at discrete energies. For example, the electronic configuration of Sodium (Na). Sodium has 11 electrons and its electronic configuration is $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$. The filling of all electrons in each suborbital (of each principal quantum number) is as follows: 2 electrons occupies the subshell s-orbital in the first principal quantum number, $n=1$. Electrons then start filling the next energy level having the second principal quantum number, $n=2$, which consists the maximum of the 2 electron in the s-orbital and another 6 electrons in p-orbitals. Finally, the last electron adds to the s-orbital of the outer principal quantum number, $n=3$. Another example is Li. Its electronic configuration is $1s^2 2s^1$. Lithium has an outer principal quantum number n of 2, and the outer electron is in the s-orbital. Both sodium and lithium have one outer electron is an s-orbital, but at different energy levels, Therefore, these two outer electrons give different absorption transitions energies.

No	Picture	Sound
12	Text of “Wavelengths of lines”	Absorption (or emission) spectrum is characteristic of atoms which absorbs (or emit) at their own specific (resonance) wavelengths. Absorption (emission) line width is generally narrower than a tenth of a nanometer.
13	Text of “Atomic Absorption Process”	The absorption process involves the transition of atoms from lower to higher states. When radiation passes through an atomic vapor, most atoms are already in the ground state. Atomic vapor at ground state partially absorbs radiation at a specific wavelength precisely at the emission (resonance) lines. The transitions of absorption energy correspond precisely to the energies required to raise the atom from lower to a higher state.
14	Text of “Periodic Table”	There are seventy elements in the periodic table that can be determined by atomic absorption from which their resonance lines are found in the ultraviolet to visible region.
15	Question for Basic Principle	1. Which one of the following is a characteristic of a particular radiation? a) frequency b) velocity of radiation c) range of radiation d) interaction with matter

No	Picture	Sound
16	Question for Basic Principle	2. Interaction of uv-vis radiation with matter involves? a) a proton b) a neutron c) an outer electron d) an inner shell electron
17	Question for Basic Principle	3. Resonance transition of uv-vis radiation with atoms is ? a) a line spectrum of the transition between the ground state ($n=0$) and upper excited state b) a line spectrum of the transition between the first excited state ($n=1$) and any excited state c) a continuous spectrum of transitions between the ground state ($n=0$) and excited state d) a molecular spectrum of transitions between the ground and excited states
18	Question for Basic Principle	4. Why is atomic absorption a very useful spectrochemical analytical tool? a) it is an easy to instrument to use b) it is not an expensive technique c) absorption of atoms is a unique characteristic for specific elements d) all answers to a),b) and c) are correct

No	Picture	Sound
19	Text of “Atomization (Atom Generation)”	Generation of atomic vapor is necessary in the atomic absorption process. It can be done by using high temperature flame, furnace, spark, plasma, or electrical arc and spark. Most atomic absorption measurements are made by flame atomization of samples in solution. So, the flame technique will be emphasized in this presentation.
20	Graphic of atomization process	Flame temperature has a strong influence on the atomization process. This is because hotter flames are required to vaporize certain salts and decompose some compounds.
21	Text of “Type of flame used in atomic absorption”	Three types of flame are used in flame atomic absorption. One: an air-propane flame, two: an air-acetylene flame, and three: a nitrous oxide acetylene flame. Flame temperatures of various oxidants and fuels used are in the range of 1800° -3000° C.
22	Graphic of air-propane flame	The air-propane flame gives temperatures of around 1800° C. It is used to atomize easy-atomizable elements such as the alkali metals.
23	Graphic of air-acetylene flame	The air-acetylene flame yields temperatures of around 2300° C. More than 30 elements can be atomized at this temperature.

No	Picture	Sound
24	Graphic of Nitrous oxide-acetylene flame	The nitrous oxide-acetylene flame gives the highest temperatures of around 3000° C. It is required to atomize refractory elements and decompose oxides of elements such as aluminium, silicon, and titanium.
25	Text “Influence of Flame of Different Oxidant to Fuel Ratio	Different types of flame influence the flame temperature and thus atomization. Different oxidant to fuel ratio has an influence as well.
26	Text of “Different Oxidant to Fuel Ratio”	High fuel or, “fuel rich”, means a condition at which the flame is chemically reducing.
25	Text of	Low fuel, or a “lean flame” means oxidizing condition. Changing the flame oxidant ratio an has effect on the fuel rich or lean flame, size of flame, and the location where the atom is formed in the flame.
26	Graphic of conversion of sample solution to atomic vapor	Next, lets consider the atomization of samples in a flame Samples for atomization are mostly prepared in aqueous solution, which contains ionic species of salts such as M^+ , X^- , H^+ , where M^+ is the analyte specie in the form of a salt MX.
27	Graphic of atomization processes	Conversion processes of a sample solution to generate atomic vapor consists of 4 steps: 1) Nebulization 2)Evaporation 3)Vaporization and 4)Atomization

No	Picture	Sound
28	Text of “Atomization processes”	“Nebulization” is a process in which a fine mist of a sample solution is generated. It takes place in the nebulizer inside a spray chamber. Whilst being transported inside the spray chamber, to the flame, the fine mist mixes with oxidant and fuel gases. Droplet sizes of aerosol are reduced by impact with the “spoiler” inside the chamber, collision with each other, and also by solvent evaporation. Solid salts ($MX_{(s)}$) may also be obtained during the transport process. Aerosols also form large droplets on collision and go to drain. The mixture of solid salts then enter the flame region where the sample undergoes evaporation of solvent, vaporization($MX_{(g)}$) and finally atomization ($M_{(g)}$). The production of neutral free atoms finally forms.
29	Graphic of atomization processes step diagram	Atomic vapor of analyte and other species which occur in a flame can undergo gas phase reactions and are in equilibria. Most analyte free atoms at ground state is required for atomic absorption. Other products formed by reactions of gaseous species in a flame such as the formation of molecular compounds, oxides or ionized atoms will reduce the number of analyte free atoms. These unwanted products must be eliminated by controlling the temperature of the flame.

No	Picture	Sound
30	Text of “Formation of compound of low volatility”	When the flame temperature is low. The presence of some anions can form low volatile compounds and thus reduce the number of analyte free atoms. For example, the presence of sulfates or phosphates decrease the atomic absorption of calcium in the air-acetylene flame. Similarly, cations can also form heat-stable compounds. An example is the decrease in atomic absorption of calcium in the presence of aluminium.
31	Graphic of anion compound	The presence of compounds of low volatility can often be eliminated by the use of higher flame temperatures. Alternatively, the addition of releasing agent to release analyte atoms can be used. An example is the addition of strontium to prevent phosphate formation in the determination of calcium.
32	Text of “Association / Dissociation equilibrium”	Atomic vapor can under go association and dissociation equilibria reactions with oxygen hydroxide and hydride species in a flame to form metal oxides and hydroxides. These species can produce molecular absorption (or emission) bands. Higher temperatures of nitrous oxide-acetylene flame can be used to reduce these molecular species.

No	Picture	Sound
33	Text of “Ionization in flames”	Higher temperature flames can also cause ionization of atoms which are important, and there are a lot of free electrons existing in the equilibrium. As a consequence, a number of atomic population at ground state are reduced.
34	Graphic of conversion of the atoms	Elimination of ionization is frequently done by the addition of easily ionizable elements (suppressing agent) to provide relatively high electron concentration in order to shift the reaction equilibria in a flame. This increases the number of analyte atoms. An example of an ionization suppressor is potassium
35	Summary	In summary, atomization consists of the introduction of sample solution, emission of a fine aerosol by nebulization, evaporation of solvent, vaporation of solid salt, and atomization of the vaporized salt. Finally, free analyte atoms are obtain. Other processes taking place besides the main processes, such as association/dissociation or ionzation, will reduce the number of free analyte atoms. Thus, these side reaction processes must be eliminated in order to obtian maximum analyte atoms.
36	Questions for Atomization	1. In which phase do atoms exist for atomic absorption? a) vapor phase b) liquid phase c) solid phase d) any phase

No	Picture	Sound
37	Questions for Atomization	2. What type of atomizer is used most to generate atoms for atomic absorption? a) flame b) plasma c) furnace d) all answers to a),b) and c) are correct
38	Questions for Atomization	3. What type of flame is used to atomize easily ionizable elements alkali metal for atomic absorption? a) air-acetylene b) air-propane c) nitrous oxide-acetylene d) air-nitrous oxide
39	Questions for Atomization	4. How does low temperature affect the formation of atoms in a flame? a) it decreases atom formation b) it forms compounds of low volatility c) it decreases the ionization of atoms d) all answers to a),b) and c) are correct
40	Questions for Atomization	5. How does high temperature affect the formation of atoms in a flame? a) it increases the ionization of easily ionizable atoms b) it increases the dissociation of compounds of low volatility c) it increases atom formation for refractory elements d) all answers to a),b) and c) are correct

No	Picture	Sound
41	Questions for Atomization	6. Which reaction in a flame is desirable? a) ionization of atoms b) formation of molecular species c) association/dissociation of atoms and other species d) none of above
42	Questions for Atomization	7. How is the ionization of atoms in a flame overcome? a) change the flame condition b) add easier ionizable species than analyte c) both a) and b) are correct d) both a) and b) are wrong
43	Text of “Components of atomic absorption system”	Components of atomic absorption system
44	Text of “Components of atomic absorption spectrometer”	The essential components of an atomic absorption spectrometer include: 1. The light source 2. The atomizer 3. The Monochromator 4. The detector
45	Show diagram	In general, the operation is started with radiation from the source being directed through the atomized sample where selective absorption occurs. The transmitted portion then enters the monochromator. Here, the analytical resonance line is isolated from radiation of other wavelengths and sent to the detector. Let's learn the function of each component. First we will begin with the light source.

No	Picture	Sound
46	Text of “Light source for atomic absorption”	Most line sources used for atomic absorption are hollow-cathode lamps. A lamp consists of an anode and hollow cathode sitting inside a sealed glass envelope with a transparent window. The cathode is made of, or contains, the analyte element.
47	Picture of lamp Text “ Typical voltage 200 volts with currents 2-25 ma.	Inside the lamp is filled with neon or argon at low pressure, about 5 torr, to minimize line broadening effects. Lamps are typically operated at voltages of around 200 volts, with currents in the range of 2-25 mA.
48	Graphic of lamp diagram	When power is applied to the lamp, a glow discharge starts the sputtering process. Inert gas atoms are ionized and then accelerated to collide with the cathode surface which causes ejection of analyte atoms.
49	Graphic of atoms	The ejected analyte atoms collide with energetic gas atoms which become excited. The excited atoms then emit light which is the characteristic spectrum of the analyte element.
50	Graphic of atomic spectrum	The atomic emission spectrum from a typical line source contains many lines of different intensities. Those lines come from excited analyte atoms and filled gas atoms.

No	Picture	Sound
51	Graphic of resonance line	The emission of resonance lines of analyte are most used in atomic absorption, especially the most sensitive ones, which gives largest absorption. Other lines are not required and must be rejected.
52	Text of “Line widths, Temperature, and pressure	Emission lines from the lamp should be narrow. Thus, it is necessary to operate with internal temperatures and pressures much lower than those in the flame atomizer.
53	Text of “Atomizer”	Let’s consider the next component, the atomizer. A function of the atomizer is to convert the sample into an atomic vapor.
54	Graphic of premix burner system	An atomizer system for the introduction of sample solutions consists of : 1. The nebulizer 2. The spray chamber 3. The burner The figure shows a cutaway view of an atomizer system.
55	Text	A sample solution is drawn at a flow rate of 1 - 5 mL/min to produce a fine mist by flow of oxidant gas through the system to produce a reduced pressure in the venturi section. A fine mist is produced by dispersion of gas flow into the solution at the capillary outlet.
56	Text of “The spray chamber”	Large drop sizes are further reduced on impact with a glass bead or baffles which are placed in the spray path. Thus, increased numbers of desirable droplets travel to a flame. The remaining large drops fall under gravity condense and go to drain.

No	Picture	Sound
57	Text of "The burner"	The fine mist travels to the flame through a burner slot. In operation, the upward flow velocity must be greater than the downward burning velocity to prevent flashbacks and explosions occurring inside the burner. Thus, the dimension of the burner slot must be small with a long path length. An optimum path length is required to give highest sensitivity. A typical slot dimension is 100 mm long and 0.5 mm wide for air-acetylene flame and 50 mm slot for nitrous oxide-acetylene flame.
58	Graphic of monochromator diagram	Next, let's discuss a monochromator, a major component of the system. A function of the monochromator is to filter the resonance line of analyte from other lines. Since atomic lines are extremely sharp and often close together, the monochromator should give precise and accurate wavelength separation. A wavelength of a tenth of a nanometer is desirable.
59	Graphic of monochromator diagram	Radiation, focused on the entrance slit, is reflected by a spherical mirror, M1, to give a collimated beam. This beam then passes to the grating, where it is dispersed at angles according to wavelength. When the grating is rotated to the proper angle, the resonance line, in green, is directed by the second mirror, M2, through the exit slit. Other wavelengths, symbolized here by blue and red beams, are dispersed at angles which prevent their passage through the monochromator exit slit. .

No	Picture	Sound
60	Graphic of spectral band of wavelengths	The spectral output of a monochromator is not a single wavelength but a spectral band of wavelengths. Most monochromators are equipped with adjustable slits which enable the operator to obtain the most appropriate resolution for the analysis. Spectral bandwidths (SBW) are in the range of 0.1 to 1.0 nm.
61	Graphic of spectral band of wavelengths	The spectral output of the monochromator is not a single wavelength but a spectral band of wavelengths. An idealized output has a distribution of light intensity as a function of wavelength, like that shown here. Band intensity is maximum at the nominal wavelength, and drops off on both sides. The width of the band at one-half its maximum height is known as spectral bandwidth, or SBW, a common parameter for defining resolution. A typical grating monochromator used in atomic absorption can provide spectral bandwidths as small as 0.1 nm or even less.
62	Graphic of monochromator diagram	The monochromator resolution required for atomic absorption measurements depends mainly upon the source. With line sources, the closeness of neighbouring lines is a key factor.

No	Picture	Sound
63	Graphic of resonance line	When the resonance line is well isolated, as with copper on the left, only moderate resolution is required. That is, the instrument's spectral bandwidth, SBW, may be relatively wide. However, when adjacent lines are close, as with nickel on the right, higher resolution, or narrower SBW, is needed. If the monochromator is unable to reject nearby lines, analytical sensitivity and linearity are affected. Most monochromators are equipped with adjustable slits with adequate spectral band widths in the range of 0.1-1.0 nm.
64	Graphic of detector diagram	Next, let's talk about the last component, the detector. The function of the detector is to convert radiation into a measurable electrical signal. Photomultiplier tubes provide amplification as well as detector, thus giving a high output signal.
65	Graphic of detector	After passing through the atomized sample and monochromator, the source radiation (pulsed using a chopper) falls on a photomultiplier tube detector. The resulting AC signal is then sent to an AC amplifier. The AC amplifier is designed to respond only to signals at the modulation frequency, thus rejecting continuous sample emission signals or DC signals.

No	Picture	Sound
66	Graphic of detector diagram	Photons entering the detector strike a photocathode. Electrons are ejected from the photocathode and accelerated by a voltage potential to the series of “dynodes” where more electrons are released through a multiplication step. After amplification, the signal can be displayed on a readout device.
67	Graphic of components of atomic absorption system	Conclusion. In operation, radiation from the source is directed through the atomized sample where selective absorption occurs. The transmitted portion then enters the monochromator. Here the analytical resonance line is isolated from radiation of other wavelengths and sent to the detector. Measurements are made with and without sample present to provide an intensity ratio. The amplifier then converts the ratio signal into absorbance or concentration, which is displayed on the readout device.
68	Questions for Components of atomic absorption spectrometer	1. Which type of light is required for atomic absorption? a) hollow cathode lamp b) continuous light source c) discrete line source such as electrodeless discharge lamp d) both b) and c) are correct

No	Picture	Sound
69	Questions for Components of atomic absorption spectrometer	2. Which one of the following is a function of the atomizer? a) remove large droplets b) nebulization to produce fine droplets of solution c) conversion of a sample solution into atomic vapor d) all answers to a),b) and c) are correct
70	Questions for Components of atomic absorption spectrometer	3. What is the function of a monochromator? a) to remove argon lines b) to discriminate between nonresonance lines c) to focus analyte resonance line on a detector d) all answers to a),b) and c) are correct
71	Text of "Summary of AA operating procedure for performing an elemental analysis.	Steps of operation consist of the following: 1. Prepare the required reference and sample solutions.
72	Show Video	2. Select the appropriate lamp and set optimum operating power.
73	Show Video	3. Set the monochromator to the wavelength of the desired resonance line. Adjust the spectral bandpass to the maximum which allows satisfactory line isolation.
74	Show Video	4. Adjust atomizer controls for appropriate operating conditions

No	Picture	Sound
75	Show Video	5. Measure absorbances of reference and sample solutions
76	Show Video	6. Prepare a calibration curve, and determine analyte concentration in the unknown sample
77	Text of "Optimization"	Music
78	Text of "Select the appropriate lamp and set the optimum operating power"	The intensity of the emitted resonance line usually increases with lamp power. Therefore, signal-to-noise ratio can be improve this way.
79	Show picture of step1	Unfortunately, a high current may also have undesirable effects on performance. There may be a decrease in absorbance as the current is raised, due to line broadening effects. And there can be a loss in calibration linearity. Choice of current is therefore a matter of compromise. Line broadening is due to an effect known as self-absorption. It is due to generating too high a concentration of element vapor in the lamp. In some cases, there is a special absorption effect known as "self-reversal". This results in severe broadening and a selective loss of intensity at the center of the line. Such broadening effects result in decrease absorbance, and increased curvature of the calibration plot. These harmful effects are overcome by restricting the lamp operating power.

No	Picture	Sound
80	Show picture of lamp Text “Typical operating voltage around 200 volts, and current 2-25 ma.”	As a general rule, hollow cathode lamps should be operated below their maximum ratings. Hollow cathode lamps typically operate at voltages around 200 volts, with currents in the range of 2-25 mA. The lower current not only improves sensitivity and linearity, but also prolongs the useful life of the lamp. The relative intensities of these various emission lines may change with lamp design and applied power.
81	Show picture of lamp	A high lamp current gives an intense light beam and therefore improves the signal-to-noise ratio. In some cases this benefits analytical precision.
82	Show graph Conclusion of operating a lamp at high power - Decrease in absorbance - Loss in calibration linearity	Unfortunately, a high current may also have undesirable effects on performance. <i>First</i>, there may be a decrease in absorbance as the current is raised, due to line broadening effects. <i>Second</i>, there can be a loss in calibration linearity. Choice of current is therefore a matter of compromise.
83	Text of “Adjust atomizer control for appropriate operating conditions”	1. Align a burner to an emission beam for maximum absorption sensitivity 2. Adjust fuel to oxidant ratio to obtain optimum absorption. 3. Adjust viewing height above the burner.

No	Picture	Sound
84	Graphic of air-acetylene flame diagram	With a fuel rich, chemically reducing flame, as shown on the left, free analyte atoms persist up to 4 cm above the burner tip. The highest concentration is found about 1 cm above the burner. In a lean, oxidizing flame, the figure on the right, free atoms are confined to a smaller zone, almost entirely below the 1 cm level. It is obvious then, that at least for some elements, the ratio of fuel to oxidant in the gas mixture influences where the free atoms are concentrated in the flame.
85	Graphic of burner	When measurements are made at different viewing heights above the burner, we find variations in absorbance. The variability is shown in the figure on the right, where absorbance is plotted as a function of viewing height. Close to the burner, Point A in the figure (on the left), the atomic concentration is low and we note a correspondingly low absorbance. Then, at Point B, where the atomic population is greatest, absorbance has a maximum value. Higher in the flame, at Point C, both concentration and absorbance have decreased again.

No	Picture	Sound
86	Show graph viewing height	The relationship between absorbance and viewing height is different from one set of operating conditions to another and also from one element to another. Therefore, one viewing height is not satisfactory for all analyses. For this reason, in most burner systems, the viewing height can be adjusted with respect to the light beam. Now we are ready to perform measurements on our samples.
87	Questions for Operation	1. Which one of the following is wrong for the optimization of a lamp for atomic absorption measurements? a) the intensity of emitted light source increases with lamp power b) a loss of calibration linearity when operating at very high currents c) operate a hollow cathode lamp at currents as high as possible to get the highest possible signal intensity d) the absorbance decreases as the current of a lamp increases due to line broadening effects
88	Questions for Operation	2 Which of the following is a disadvantage when operating a lamp at low current? a) improved linearity b) improved sensitivity c) prolonged life-time of a lamp d) signal instability and poor precision

No	Picture	Sound
89	Questions for Operation	Music
90	Text of “Atomic Absorption for Chemical Analysis”	Wavelengths of lines in the atomic absorption (or emission) spectrum are characteristic of atoms which absorb (or emit) energy at their own specific wavelengths. It provides a powerful means of elemental identification (qualitative analysis). The intensity of absorption (or emission) is proportional to atomic concentration. This is useful for quantitative analysis. From the periodic table, 70 elements can be analyzed by atomic spectroscopic methods.
91	Graphic of Beer’s law diagram	Light at the resonance wavelength of initial intensity, I_0, is passed through the sample’s atomic vapor. The initial light intensity is decreased by an amount determined by the concentration of atoms. The transmitted intensity, I_t, is then directed onto the detector. The amount of light absorbed is determined by comparing I_t to I_0 Transmittance, $T = I_t / I_0$ and Absorbance, $A = \log I_0 / I_t$

No	Picture	Sound
92	Text of equation	Absorbance is the term used for characterizing light absorption in spectrophotometry. Beer defines the relationship between absorbance and atom concentration as follows : $A = abc$
93	Text of equation	Large A is absorbance, the parameter determine spectrophotometrically. Little a is absorptivity, a constant for a given element and wavelength b is path length and c is concentration.
94	Text of “note”	Usually it is not necessary to determine the value of the proportionalilty constant a. Instead, we measure the absorbance of reference solutions containing known concentrations of analyte elements. Then we compare these results with the absorbance obtained under the same instrumental conditions for the unknown sample solution. A plot of A versus c for reference solutions produces a calibration curve.
95	Show graph	If Beer’s law is obeyed, absorbance A is Proportional to the solution concentration of analyte element, c, over a wide range. However, a linear plot is seen to curve at higher concentrations. In such cases we can still define the calibration curve by plotting the absorbances of a number of reference solutions against their concentrations. We then interpolate the absorbance of the sample solution on this curve.

No	Picture	Sound
96	Question for Atomic absorption for Chemical Analysis	What cause a calibration curve of a plot of absorbance against concentration to deviate? a) a spectral band overlap b) concentrations are too high c) operating a lamp at very high current d) all answers to a),b) and c) are correct
97	Post Test	Post Test 1. What range of electromagnetic radiation is used in atomic absorption of outer most electron ? a) X-ray b) ultraviolet c) microwave d) near infrared
98	Post Test	2. Most absorption transition lines in atomic spectroscopy is ? a) absorption band of the element b) any transition lines of the element c) any absorption lines of the element d) resonance line of absorption (or emission) of the element
99	Post Test	3. What does it make atomic absorption useful for spectrochemical analysis ? a) Beer's Law b) availability of hollow cathode lamp c) availability of desirable flame temperature d) all answers to a),b) and c) are correct

No	Picture	Sound
100	Post Test	4. What type of atomizer is easy to perform analysis by atomic absorption ? a) flame b) plasma c) furnace d) all answers to a),b) and c) are correct
101	Post Test	5. When should nitrous oxide/acetylene flame be used ? a) to analyze alkali metals b) when a 10 cm. burner slot is used c) when analyze refractory elements d) it can be used with all elements which can be analyzed by flame atomic absorption
102	Post Test	6. What is an advantage of using a low temperature flame ? a) to save fuel b) to decrease the ionization of an atom c) to decrease atom formation d) to reduce the formation of compounds of low volatility
103	Post Test	7. Which one of the following is undesirable for use in a high temperature flame? a) Increase ionization of easily ionizable atoms b) Increase atom formation for refractory elements c) Increase dissociation of compound of low volatility d) All answers a), b) and c) are correct

No	Picture	Sound
104	Post Test	8. Which one is not a function of a monochromator ? a) removal of argon lines b) discrimination of nonresonance lines c) focus of analyte resonance line to a detector d) amplify spectral of the analyte before reaching a detector
105	Post Test	9. Which one of the following is a disadvantage for operating at high current ? a) improved sensitivity b) better signal to noise ratio c) prolonged life of a lamp d) signal instability and poor precision
106	Post Test	10. What does it make quantitative analysis of elements possible ? a) beer's law b) absorption is a function of wavelength of element c) calibration curve d) all answers a), b) and c) are correct

ภาคผนวก ง.

แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านสื่อ
แบบกรอกคะแนนระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

EVALUATION FORM FOR INFORMATION

“Multimedia Computer Assisted Instruction on Chemical Analysis by
Atomic Absorption Spectrometry ”

No	Topics	Least → Most				
		1	2	3	4	5
1	Applicability of information					
2	Introduction section					
3	Clarity of information					
4	Correctness of information					
5	Presentation					
6	Suitability					
7	Graphics					
8	Animations					
9	Transition between frames					
10	Timing					

Other Comments.....

Singnature..... Date/...../.....

แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

“บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิก
แอสปอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)”

ลำดับที่	รายการ	1	2	3	4	5
1	ความสอดคล้องของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาที่นำเสนอ					
2	ในการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเนื้อหามีความเหมาะสม					
3	ความชัดเจน ของเนื้อหาในแต่ละกรอบ					
4	ความถูกต้องของเนื้อหา					
5	ความชัดเจนของตัวอักษร สี และขนาดของบทเรียน					
6	ภาพประกอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
7	ความเหมาะสมและความสวยงามของกราฟิกต่างๆ					
8	ความเหมาะสมของภาพเคลื่อนไหวที่ใช้เสนอเนื้อหา					
9	เทคนิคในการเปลี่ยนกรอบเนื้อหา					
10	ความเหมาะสมของเนื้อหาที่ใช้เวลาในการศึกษา					

หมายเหตุ ให้ค่าระดับคะแนน 1 – 5 โดย

5 = เหมาะสมมากที่สุด 4 = เหมาะสมมาก 3 = เหมาะสมปานกลาง 2 = เหมาะสมน้อย 1 = เหมาะสมน้อยที่สุด
ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้ประเมินวันที่...../...../.....

แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ

“บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิก
แอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)”

ลำดับที่	รายการ	1	2	3	4	5
	<u>คุณภาพด้านการนำเสนอบทเรียน</u>					
1	ข้อมูลที่เสนอบนจอคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพดี					
2	ผู้ศึกษาสามารถใช้บทเรียนด้วยตนเองได้					
3	ผู้ศึกษาสามารถควบคุมการใช้บทเรียนได้ง่าย					
4	บทเรียนสามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ดี					
5	บทเรียนไม่เสื่อง่าย เมื่อใช้ในสภาวะปกติ					
	<u>คุณภาพด้านเทคนิคการนำเสนอ</u>					
1	เทคนิคในการเปลี่ยนภาพมีความเหมาะสมดี					
2	เทคนิคในการนำเสนอภาพนิ่งมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา					
3	เทคนิคในการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวมีความเหมาะสม และสอดคล้องกับเนื้อหา					
4	เสียงบรรยาย และเสียงดนตรีประกอบเนื้อหาชัดเจน และถูกต้อง					
5	เทคนิคการนำเสนอตัวอักษร และกราฟิกต่างมีความเหมาะสม					

หมายเหตุ ให้ค่าระดับคะแนน 1 – 5 โดย

5 = เหมาะสมมากที่สุด 4 = เหมาะสมมาก 3 = เหมาะสมปานกลาง 2 = เหมาะสมน้อย 1 = เหมาะสมน้อยที่สุด
ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมินวันที่...../...../.....

Score of Exercise and Post Test

“Multimedia Computer Assisted Instruction on Chemical Analysis by Atomic Absorption Spectrometer”

Name.....

Topic	Marks
1. Basic Principles (4)	
2. Atomization (7)	
3. Components of Atomic Absorption System (3)	
4. Operation (3)	
5. Atomic Absorption for Chemical Analysis (1)	
Total	
Post Test	

ภาคผนวก จ.

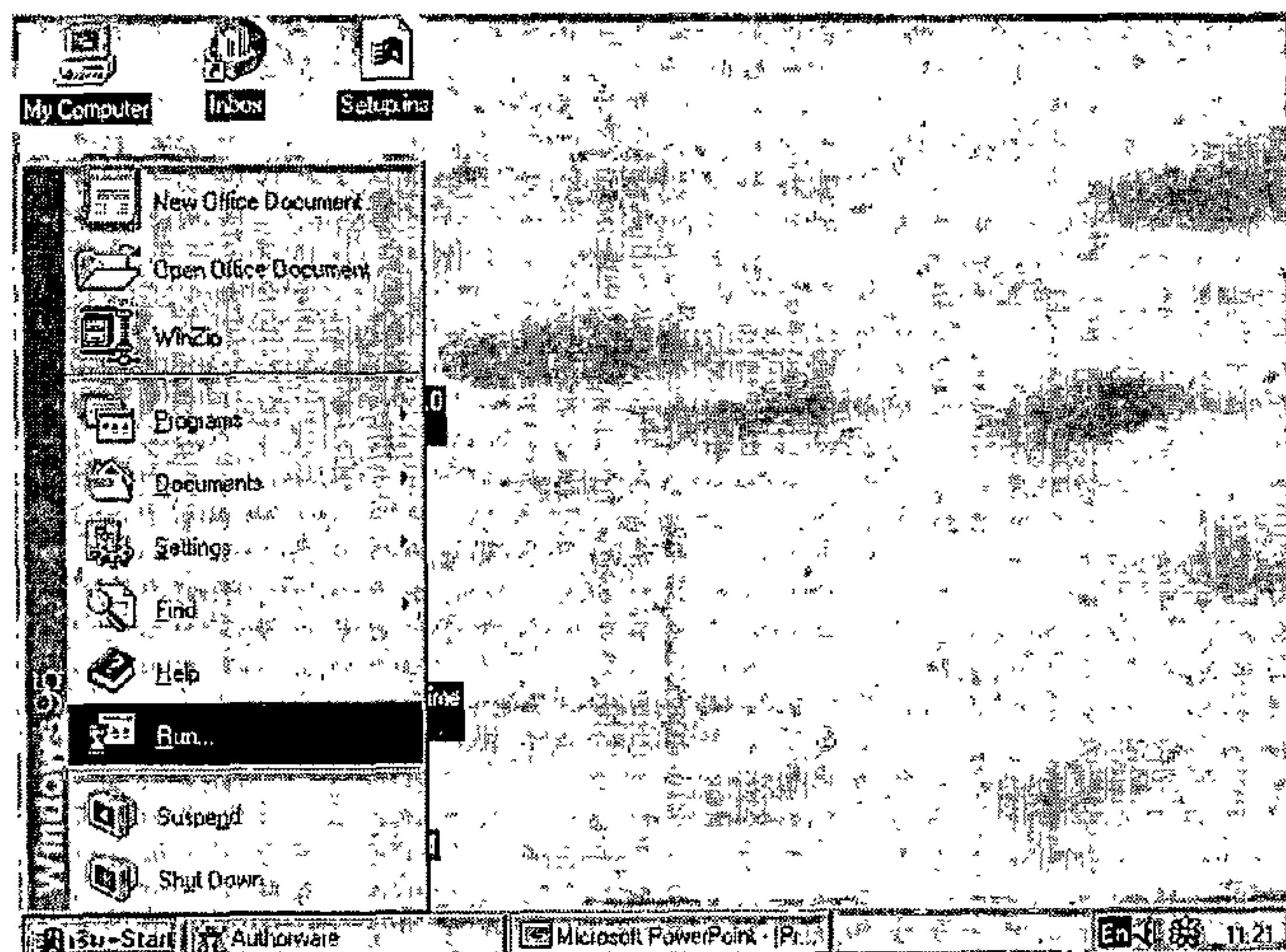
คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

เรื่อง

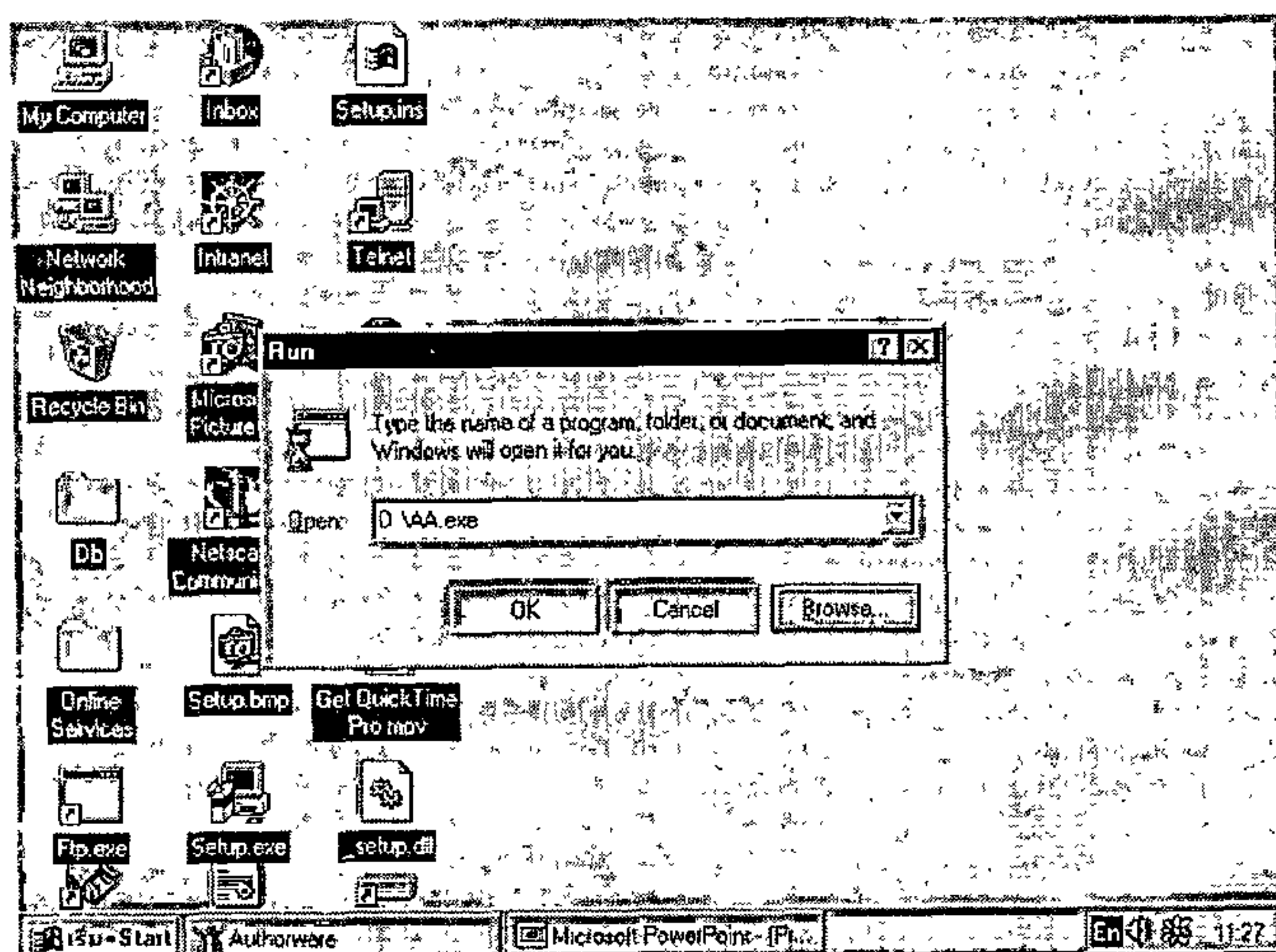
การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย
เรื่อง การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์ฟชันสเปกโตรมิเตอร์

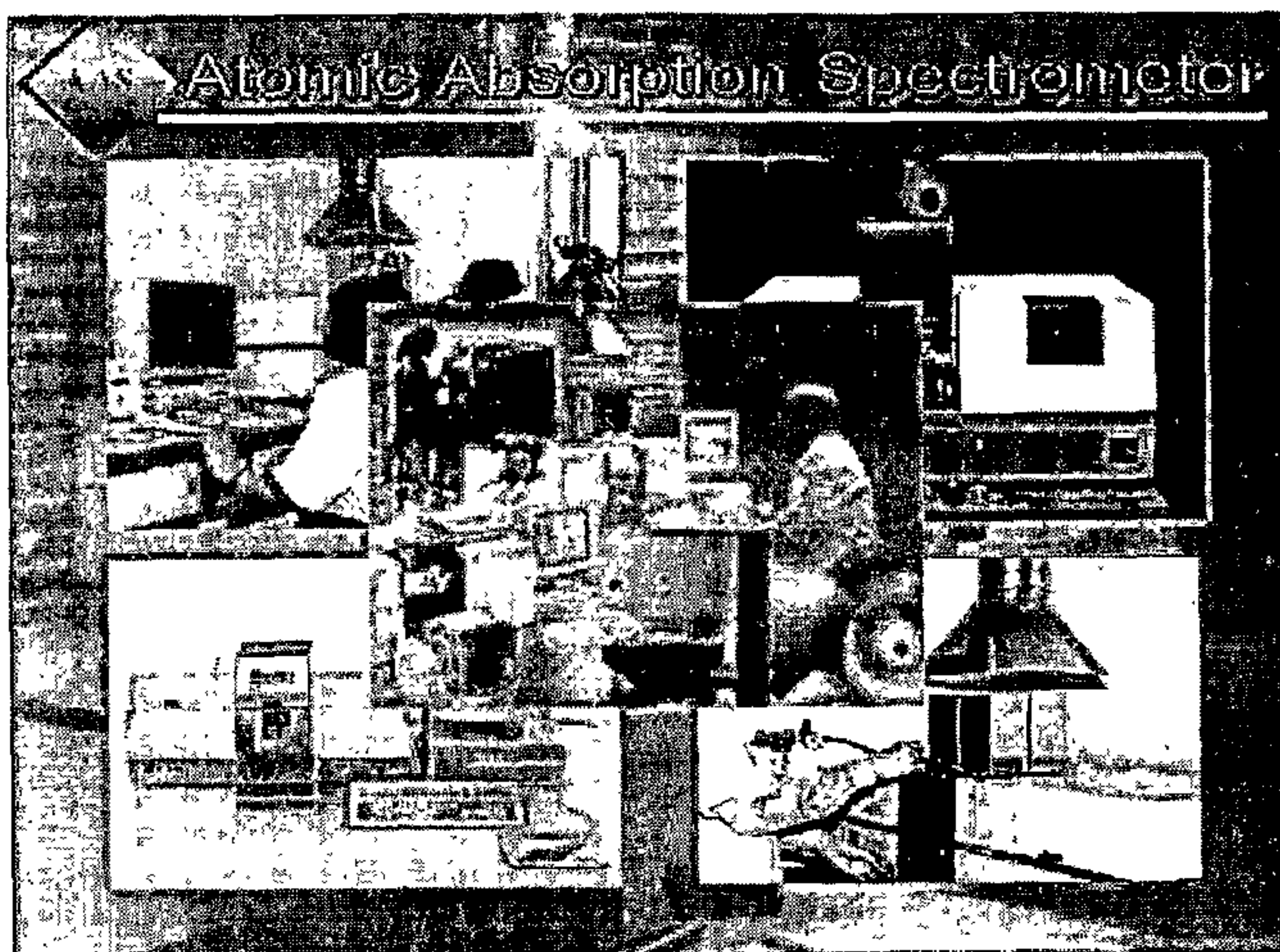
1. ให้เข้าโปรแกรม window 95 แล้วเลื่อนเมาส์ไปที่ RUN



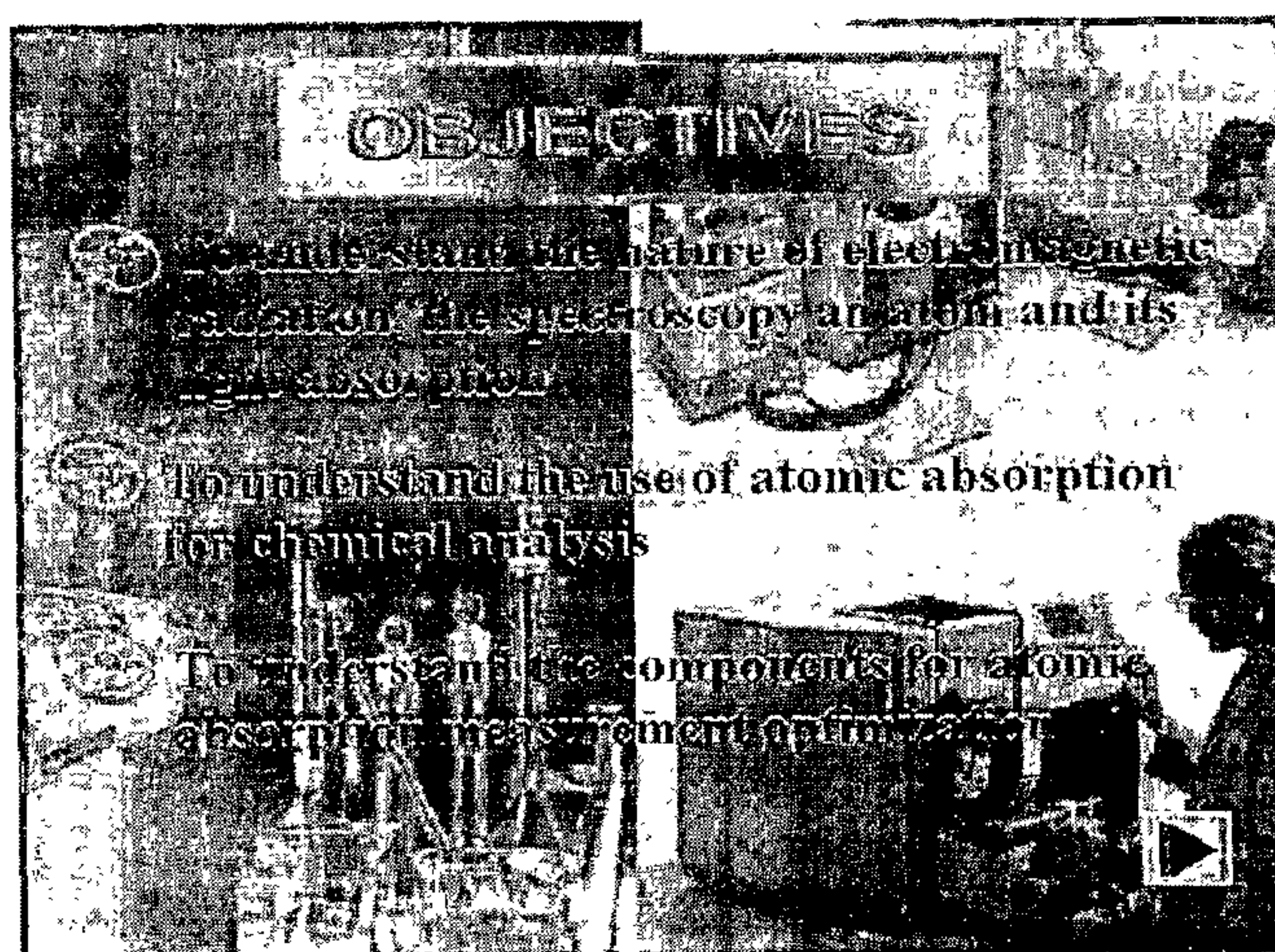
2. ให้คลิกเมาส์ที่ Browse และเลือกไฟล์ DC-ROM โดยมีชื่อ File
ว่า AA.EXE แล้ว กด OK



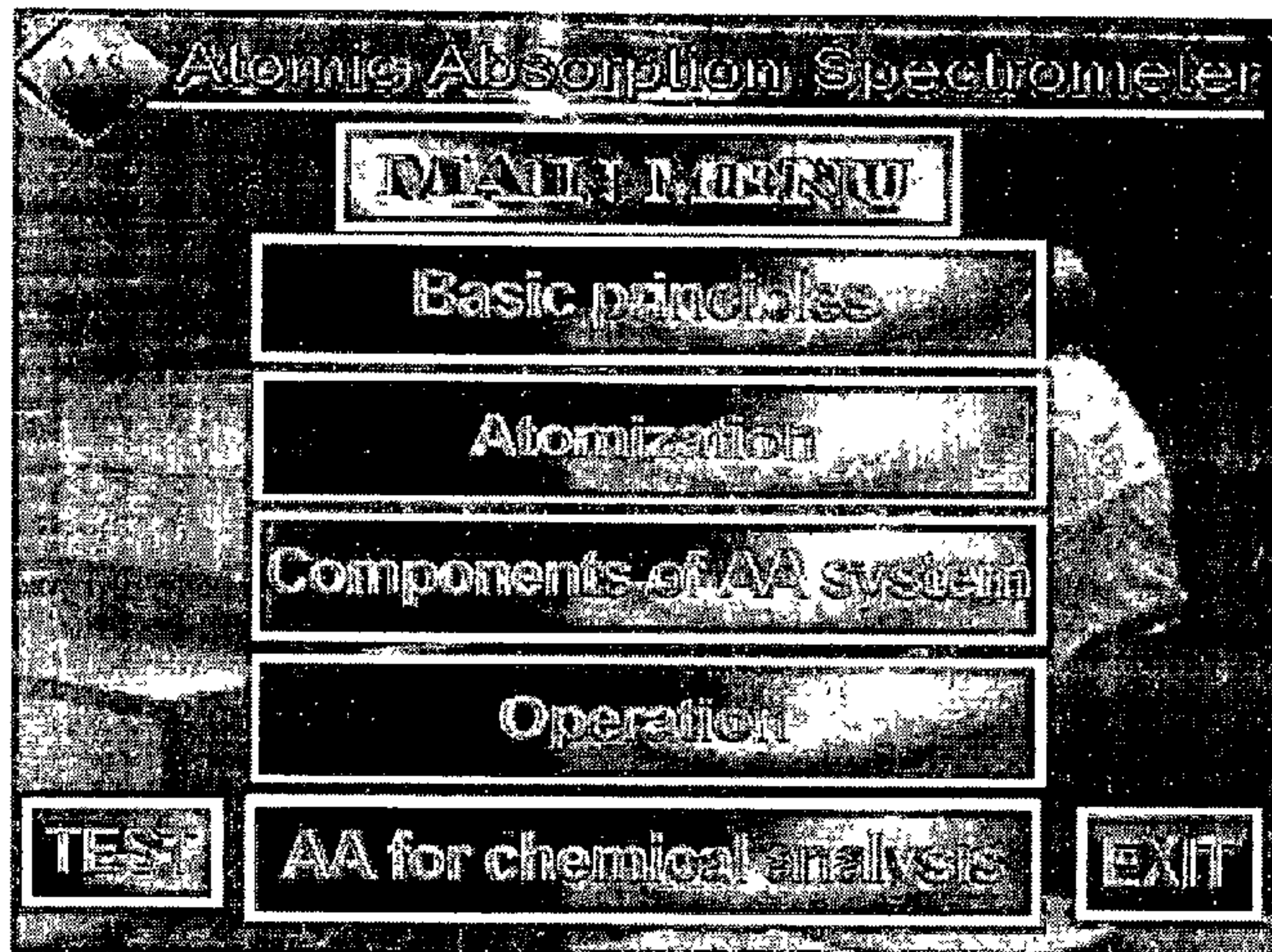
3. โปรแกรมจะเริ่มขึ้นตั้งแต่ Title ให้ดูจนจบ Title



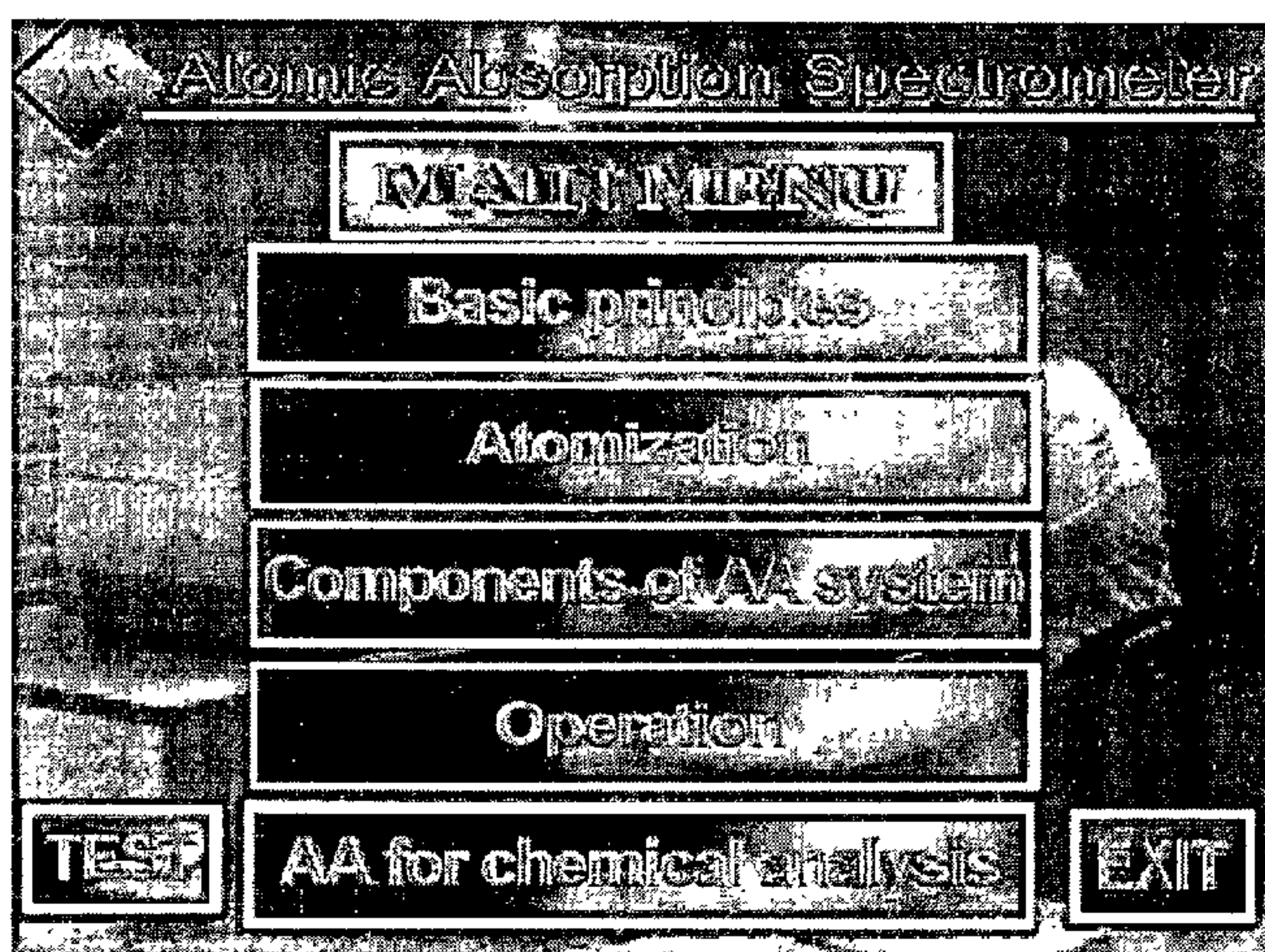
4. เมื่อถึงวัตถุประสงค์ให้ศึกษาวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ



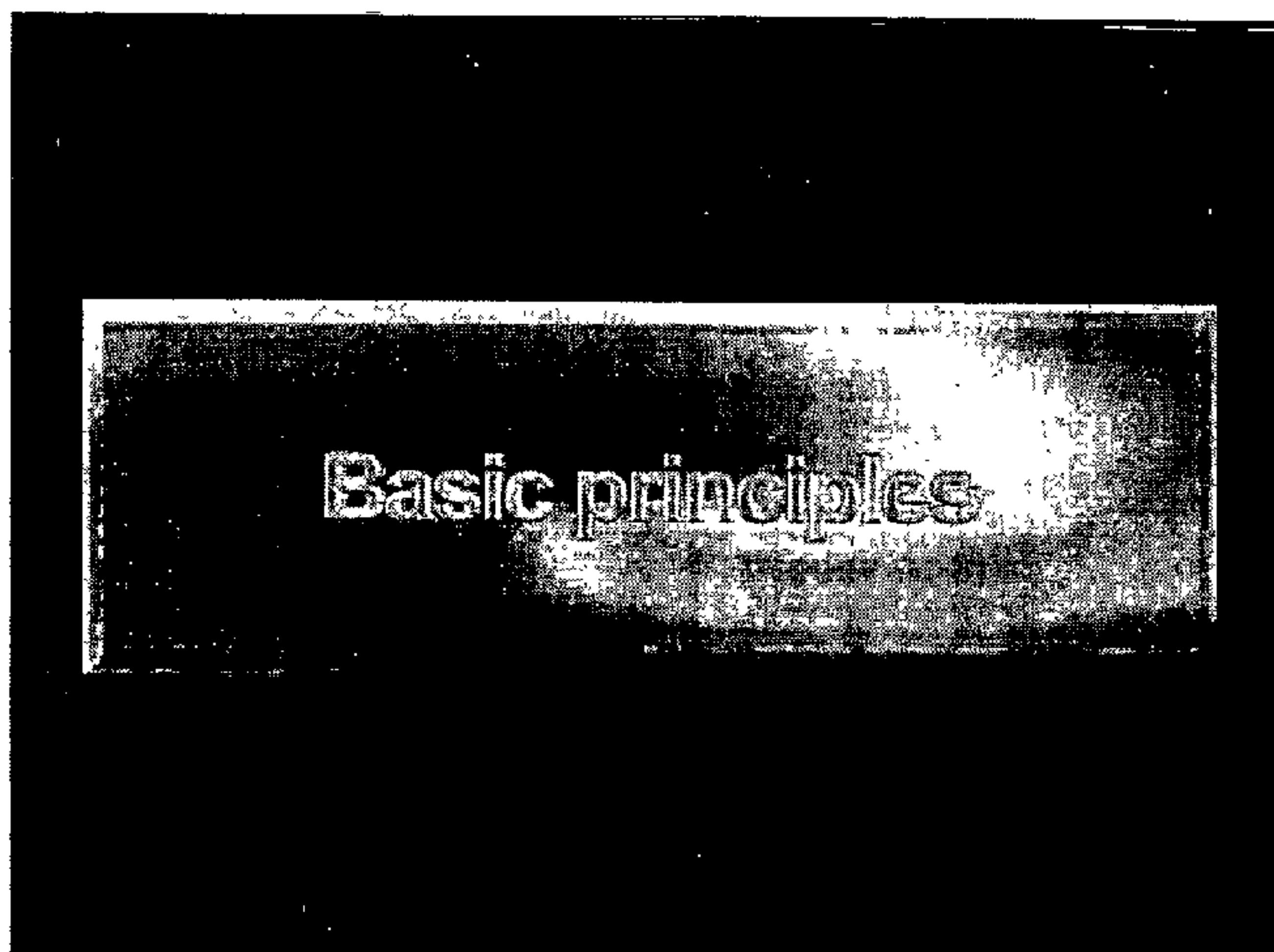
5. จากนั้นจะเข้าสู่เมนูหลัก ซึ่งได้แก่ หัวข้อของเนื้อหาในบทเรียน และ หัวข้อ Test และ ออกจากโปรแกรม



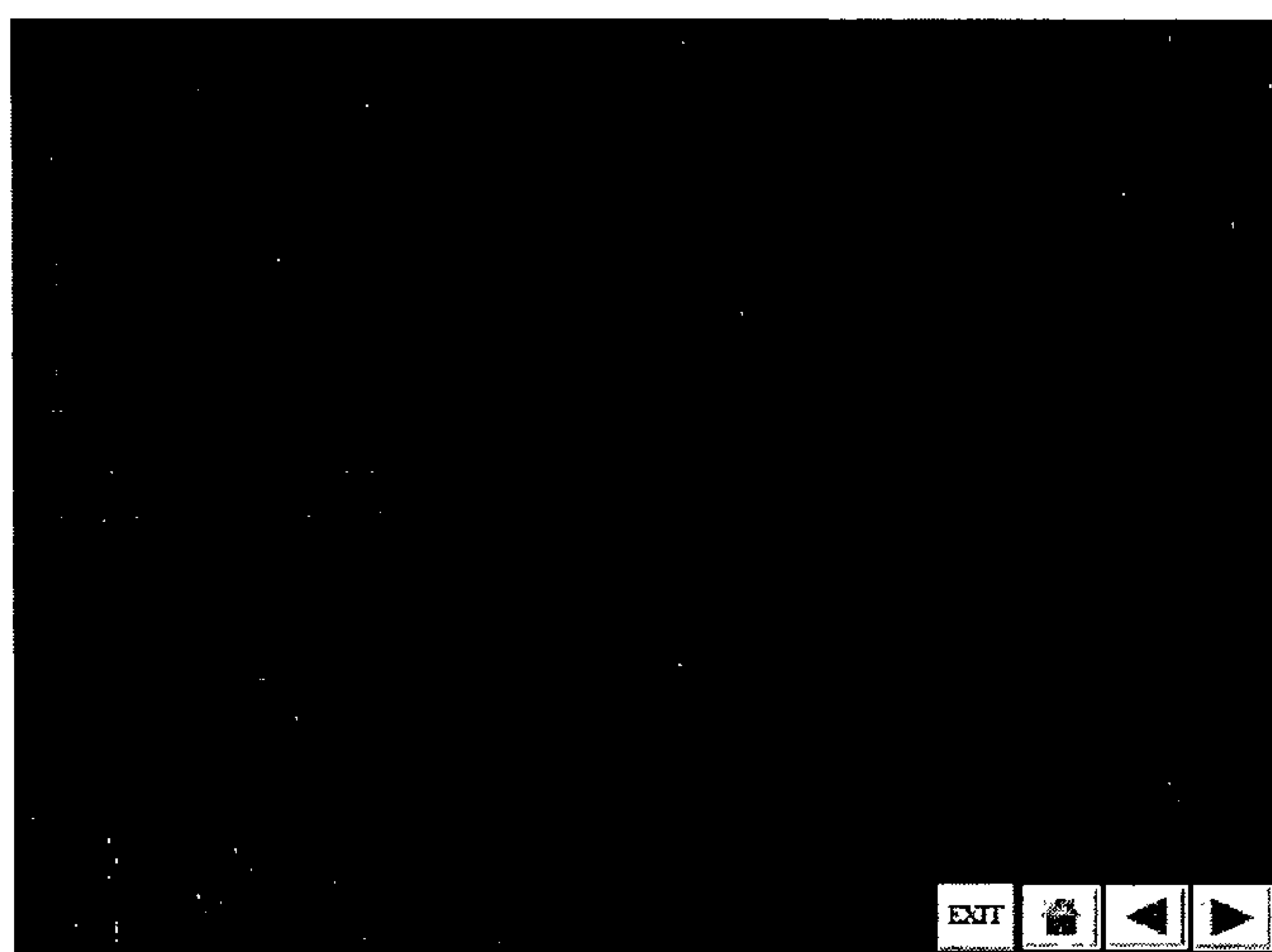
6. ให้เลือกหัวข้อที่จะศึกษา โดยการคลิกเมาส์ที่หัวข้อนั้น ซึ่งมีทั้งหมด 5 หัวข้อ



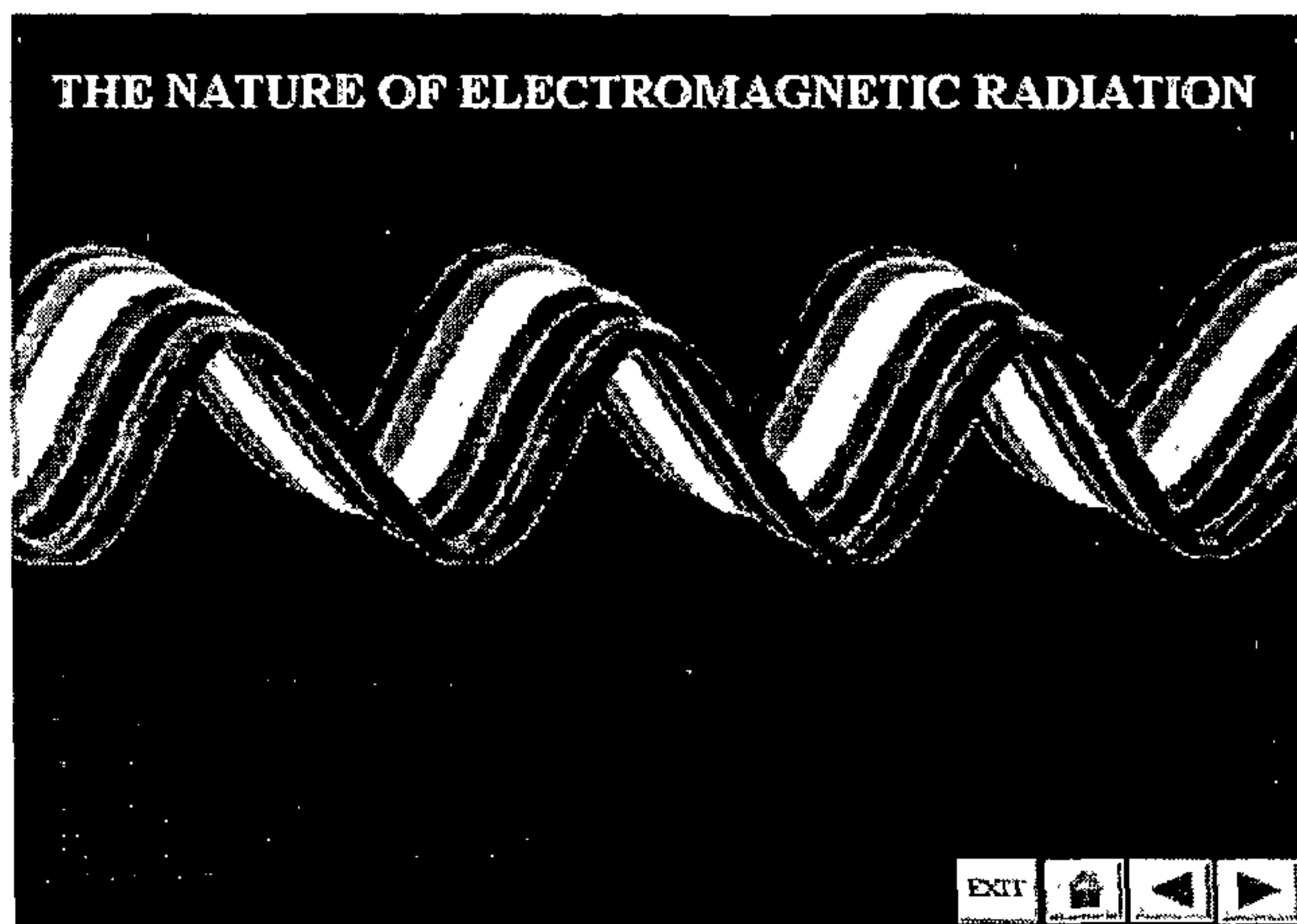
7. จากนั้นบทเรียนจะแสดงหัวข้อที่จะศึกษาออกมา



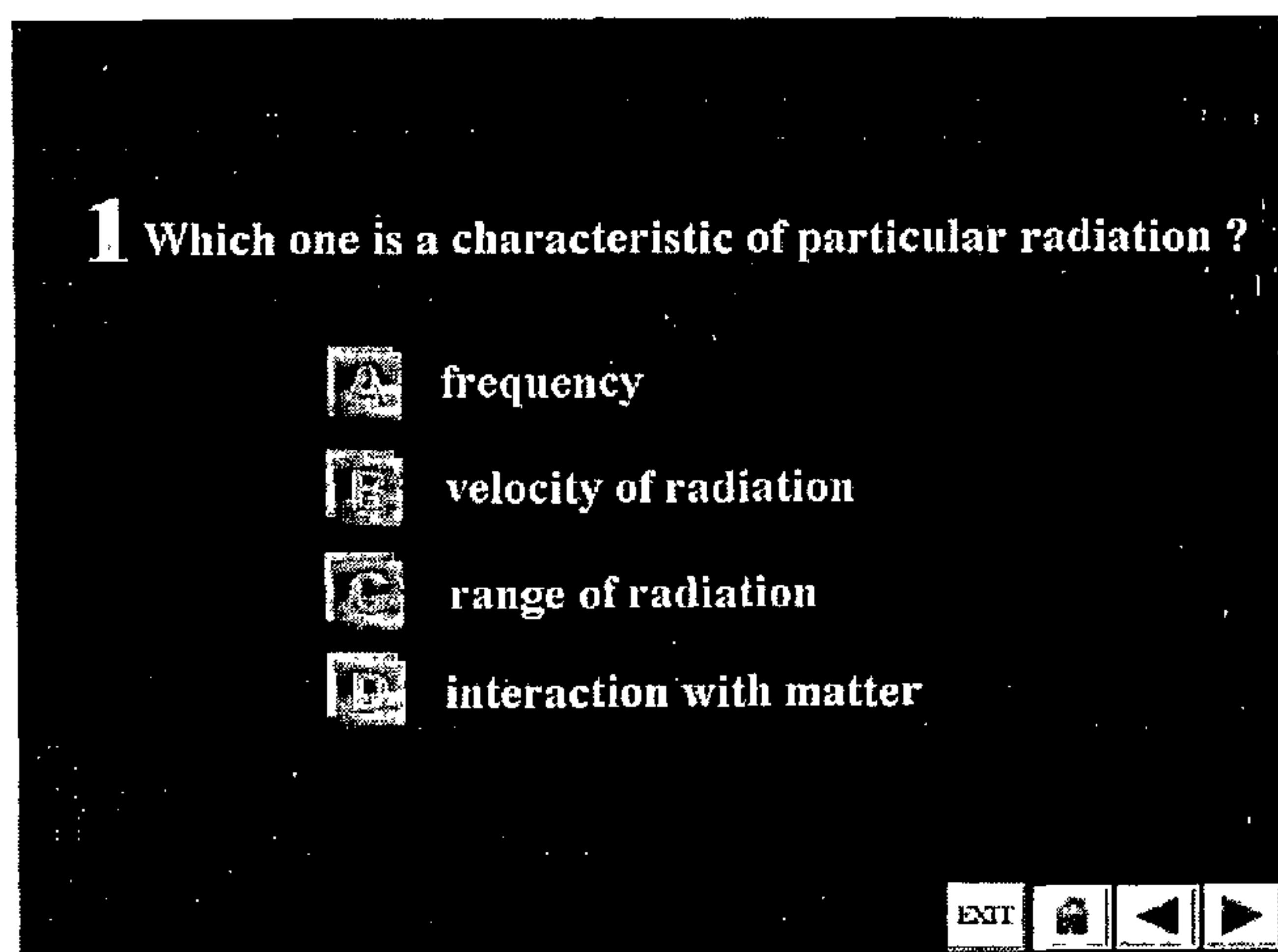
8. ให้คลิกเมาส์ที่ลูกศรเดินหน้า



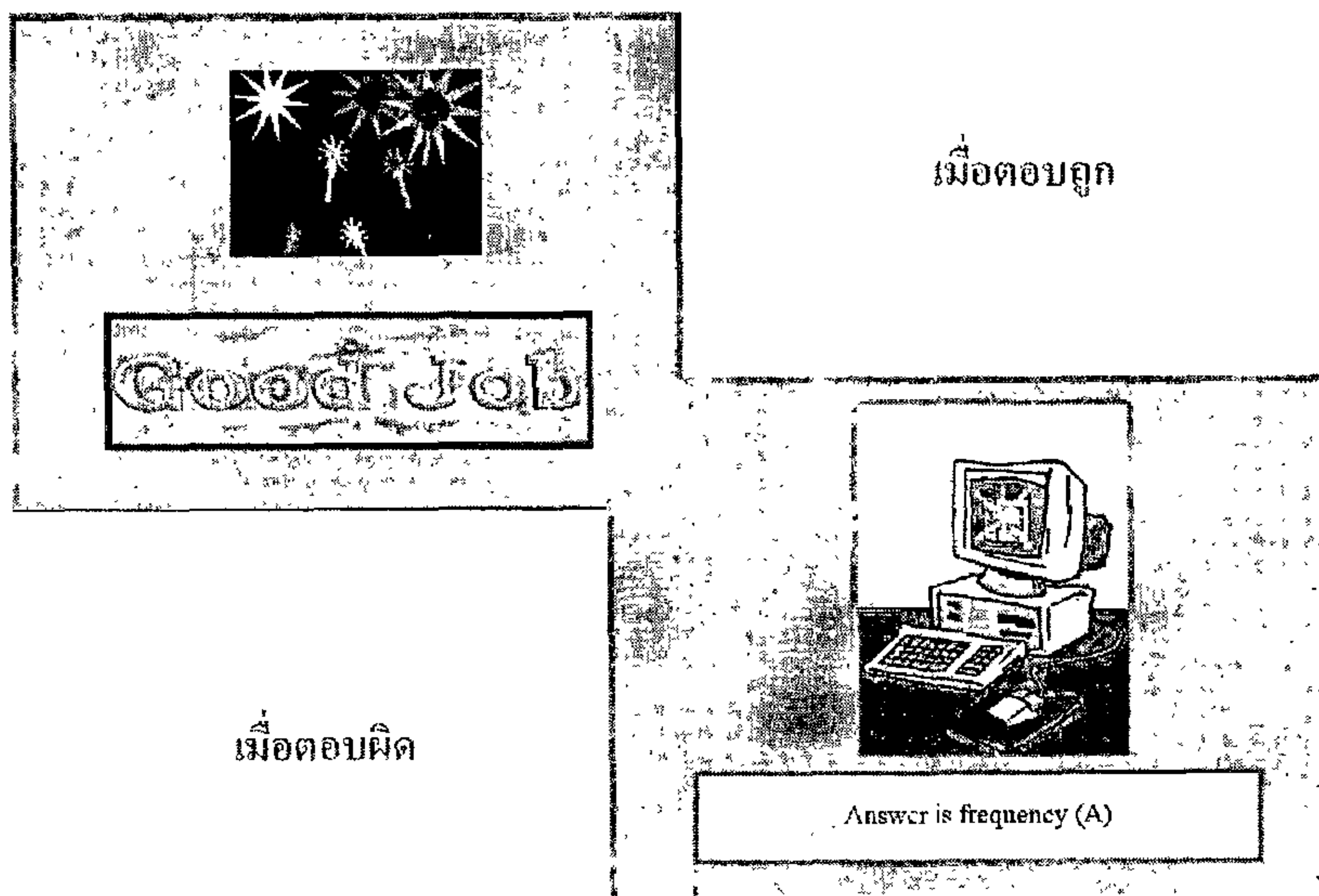
9. ให้เริ่มศึกษาบทเรียน จนจบหัวข้อนั้น ถ้าต้องการออกจากโปรแกรม ให้คลิกเมาส์ที่ EXIT หลังจากศึกษาหน้านั้นแล้ว หรือต้องการไปเมนูหลักให้คลิกเมาส์ที่ สัญลักษณ์รูปบ้าน



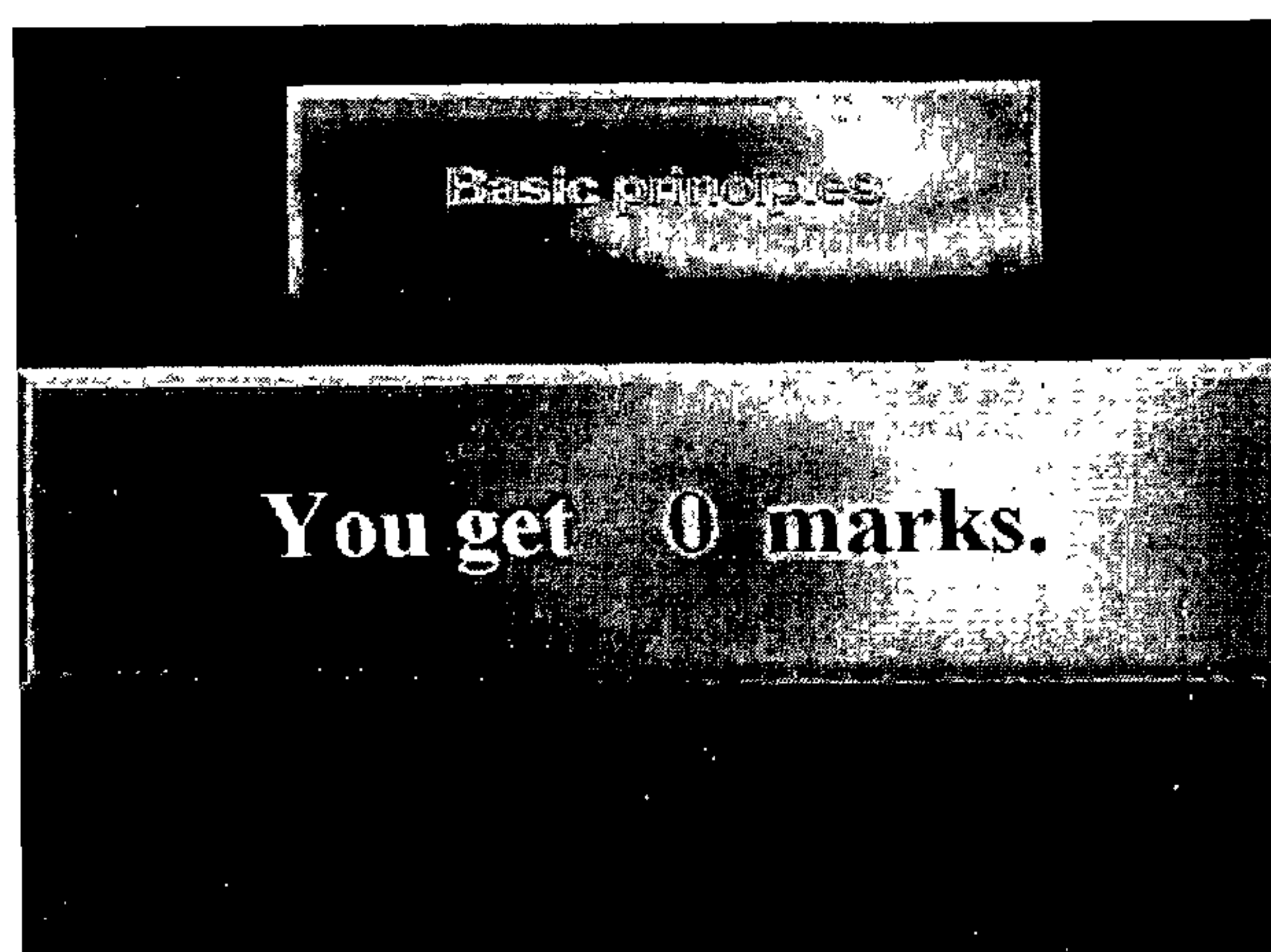
10. เมื่อศึกษาจบแต่ละหัวข้อ จะมีแบบฝึกหัดให้ทำ



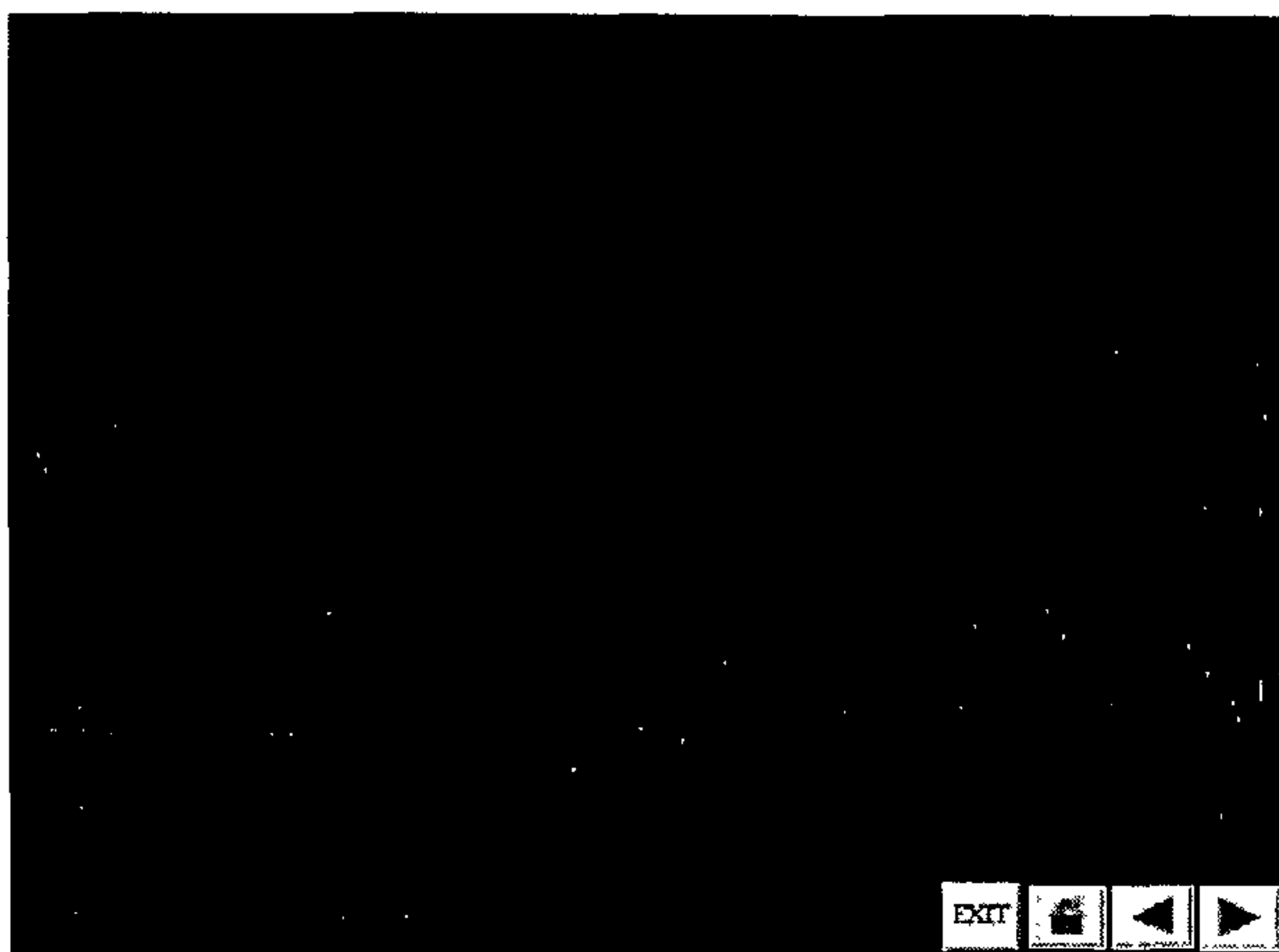
11. แบบฝึกหัดจะมีการตอบสนอง คือ ให้เสียงตอบมือ เมื่อตอบถูก
หรือ ตอบผิดจะมีการเฉลย เมื่อตอบผิด



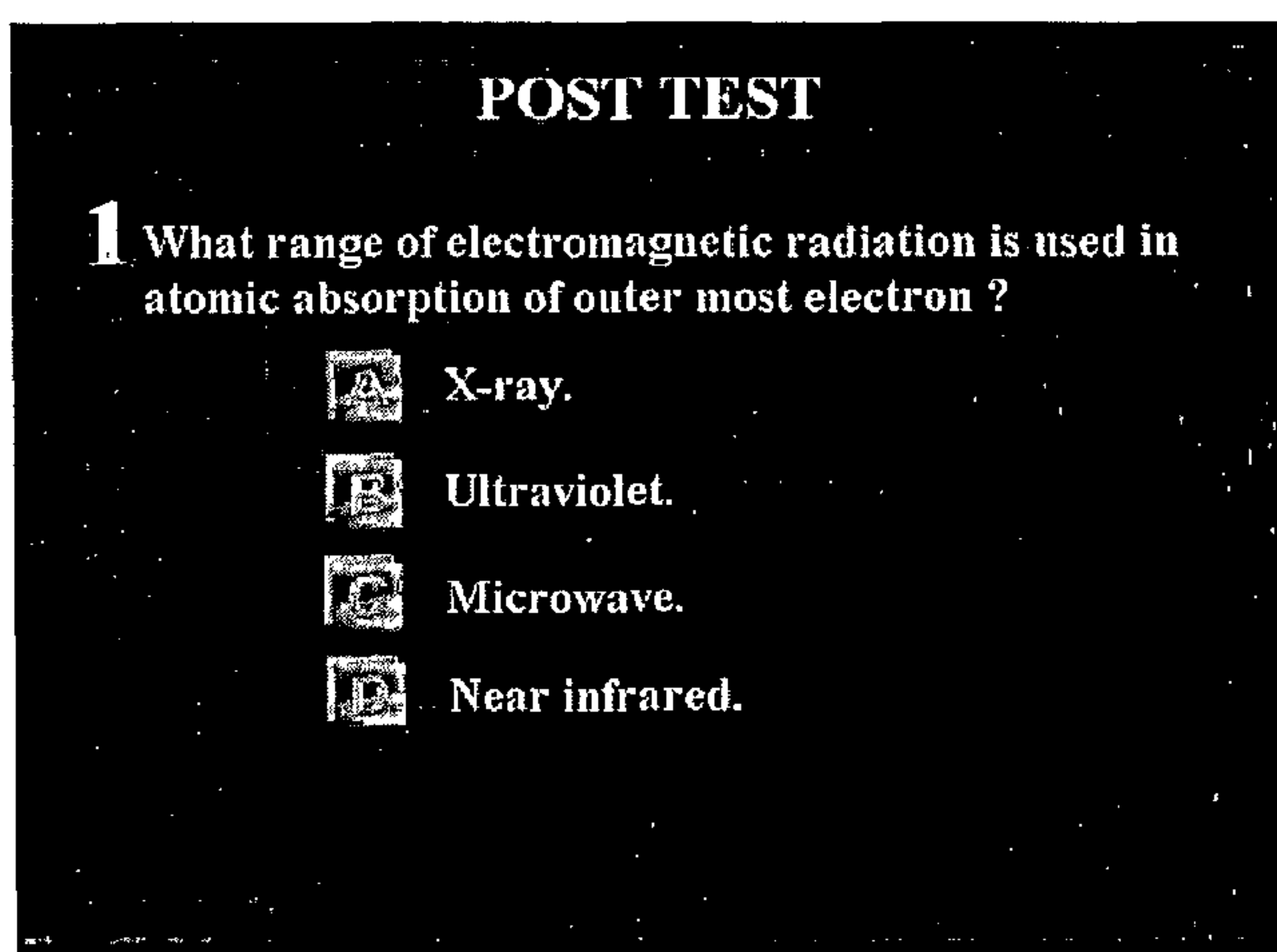
12. เมื่อทำแบบฝึกหัดทุกข้อแล้ว จะมีการรวมคะแนนให้



13. หลังจากทำแบบฝึกหัดแล้ว ให้คลิกเมาส์เลือกปุ่มกลับเมนูหลัก หรือต้องการออกจากโปรแกรม ให้เลือก EXIT



14. เมื่อศึกษาบทเรียนหมดทุกหัวข้อแล้ว จะมีการทดสอบด้วยการ
ทำแบบทดสอบหลังเรียน หรือจะทำเมื่อศึกษาบทเรียนยังไม่จบก็ได้



ภาคผนวก จ.

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการพัฒนา
ด้านเนื้อหา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านเนื้อหา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สายวรรณ
อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีปิโตรเคมี วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. ปราโมช รังสรรค์วิจิตร
อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีปิโตรเคมี วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ดร. กิติพัฒน์ สีมานนท์
อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีปิโตรเคมี วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. Mr. John W. Ellis
ผู้เชี่ยวชาญด้าน Polymer Testing และ Processing

บทเรื่อง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สายวรรณ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ

พ.ศ ดร. บุญชู ใจสี่อกุล
อาจารย์ประจำวิทยาลัยพยาบาลกองทัพบก
อาจารย์พิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ	นายประสิทธิ์ ศรีแก้ว
เกิดวันที่	24 มีนาคม 2513
สถานที่เกิด	ราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	39/169 หมู่บ้านณรงค์นิเวศน์ หมู่ที่ 3 ต.ตลาดขวัญ ช.เรวดี อ.เมือง จ.นนทบุรี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ระดับ 5
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำนักงานวิชาการ โทร 2184123
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ 2531	มัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทย์-คณิต โรงเรียนโพธาวัฒนาเสนี
พ.ศ 2536	ครุศาสตรบัณฑิต (คป.) วิชาเอก เทคโนโลยีและนวัตกรรมการศึกษา วิชาโท วิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏนครปฐม
พ.ศ 2542	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพฯ