

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน

วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

DEVELOPMENT OF TUTORIAL COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
OF CHEMISTRY ON ATOM AND PERIODIC TABLE



ศิริรัตน์ พริกสี
SIRIRAT PHRIKSEE

ฉพ.
๑๔๘๑ ก
๒๕๔๘

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....**60242**
วัน,เดือน,ปี. **27** ส.ย. 2549

b.....11504523
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT OF TUTORIAL COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
OF CHEMISTRY ON ATOM AND PERIODIC TABLE**



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

2005

ISBN 974-15-1710-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2005

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ
นักศึกษา	นางสาวศิริรัตน์ พริกสี
รหัสประจำตัว	46065818
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 45 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มมา 1 ห้องเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 50 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.53 และด้านเทคนิคการผลิตอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.35 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85.17/80.09 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Development of Tutorial Computer Assisted Instruction of Chemistry on Atom and Periodic Table
Student	Miss Sirirat Phriksee
Student ID	46065818
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (General Science)
Year	2005
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Lertlak Klinhom
Thesis Co-advisor	Asst. Prof. Peerawut Suwanjan

ABSTRACT

The purposes of the research were to develop, determine quality and efficiency of tutorial computer assisted instruction of chemistry on atom and periodic table, and to compare chemistry achievement prior and after learning by using developed tutorial computer assisted instruction of Mathayomsuksa 4 students with the experimental design on one-group pretest-posttest design.

The sample consisted of forty-five students selected from the population employing the cluster technique. The population involved Mathayomsuksa 4 students during second semester, 2004 academic year at Satri Witthaya 2 School, Ladpraw, Bangkok.

Research instruments were tutorial computer assisted instruction of chemistry on atom and periodic table, questionnaire for quality evaluation of tutorial computer assisted instruction and achievement tests on atom and periodic table. The achievement tests were comprised of 50 items possessing the degree of difficulty ranging 0.23-0.73, the degree of discrimination 0.20-0.80 and the reliability coefficient of 0.90.

The designed tutorial computer assisted instruction of chemistry on atom and periodic table were virtue met the excellent quality for lesson contents ($\bar{X}=4.53$) and good quality for media production ($\bar{X}=4.35$). The criteria standard efficiency of E_1/E_2 was 85.17/80.09 according to assumption. The chemistry achievement on atom and periodic table of students after using tutorial computer assisted instruction was statistically significant higher than of the students prior to using tutorial computer assisted instruction at .05 level according to assumption.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ เป็นกำลังใจ ตลอดจนช่วยแก้ไขและปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.รวิวรรณ ชินะตระกูล ผศ.วิสุทธิ อธิพรธรรม และ ผศ.กิติพงศ์ มะโน ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ อาจารย์สุปรียา จุฬาวัฒนทล อาจารย์ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ อาจารย์ณัฐสรวง ทิพานุกะ อาจารย์นันทวรรณ หรรษาเวก อาจารย์อัญชลี ยุวจิตติ และอาจารย์ลักดาวรรณ เจริญศักดิ์ศิริ ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษาและแนะนำการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการและนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2547 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อสอบถามเรื่องต่าง ๆ ตลอดจนการให้ข้อมูลข่าวสารแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ น้อง เพื่อนๆ อาจารย์สุพรรณิ ชาญประเสริฐ อาจารย์สุทธาทิพย์ พลับจ่าง และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือตลอดมา จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศิริรัตน์ พริกดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542	8
2.2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544	9
2.3 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	13
2.4 สื่อการสอน	14
2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	18
2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	45
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	54
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	54
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	54
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	63
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	66
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน	66
4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน	69
4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน	69
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	70
5.1 สรุปผลการวิจัย	70
5.2 อภิปรายผล	73
5.3 ข้อเสนอแนะ	75
บรรณานุกรม	76
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน ด้านเนื้อหา	82
ภาคผนวก ข แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	85
ภาคผนวก ค ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ	89
ภาคผนวก ง เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ	97
ภาคผนวก จ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ	119
ประวัติผู้เขียน	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง	63
4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน ทบทวนด้านเนื้อหา	66
4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน ทบทวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	67
4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนทบทวน	69
4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน	69



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 บทเรียนแบบ โปรแกรมแบบเส้นตรง	24
2.2 บทเรียนแบบ โปรแกรมแบบสาขา	25
2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว	25
2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง	25
2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกรอบ	26
2.6 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบ	26
2.7 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ	27
2.8 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดินหลายเส้น	27
2.9 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว	28
2.10 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม	28
2.11 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง	29
2.12 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่	30
2.13 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ	30
2.14 เส้น Flowline	38
2.15 ส่วนประกอบหลักของ โปรแกรม Authorware Professional	40
2.16 ชื่อเครื่องมือต่าง ๆ ใน Icon Palette	41
2.17 ชื่อเครื่องมือสร้างภาพต่าง ๆ ใน Graphic Toolbox	43
3.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน	58
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	62
จ.1 หน้าจอแรกของการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	120
จ.2 การบันทึกข้อมูลของนักเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	120
จ.3 เมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	121
จ.4 การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	121
จ.5 การนำเสนอแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	122
จ.6 การนำเสนอผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการเรียนการสอนวิชาเคมี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เน้นหนักด้านหลักการ ทฤษฎี และเทคโนโลยี เป้าหมายในการจัดหลักสูตรนอกจากต้องการให้นักเรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาแล้วยังต้องการให้นักเรียนได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ปลูกฝังค่านิยมที่เหมาะสมและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ด้วย แต่เนื่องจากวิชาเคมียังคงประสบปัญหาในการจัดกระบวนการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชาอย่างแท้จริง จึงได้มีการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนยกระดับความสามารถของตนเองและตอบสนองความต้องการระหว่างบุคคลที่เกิดขึ้น โดยหลักของการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะเป็นองค์ประกอบสำคัญในขณะที่ผู้สอนเป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้เท่านั้น

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มีเป้าหมายที่จะปฏิรูปการศึกษาทั้งระบบ โดยเน้นความสำคัญของการจัดการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาไปตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ คุณธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรม สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนคิด ได้ลงมือปฏิบัติด้วยกิจกรรมที่หลากหลายและสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 12) ดังนั้น การจัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีลักษณะดังกล่าวจึงมีปัจจัยหลายประการ และสื่อการสอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

การจัดการศึกษาและการสอนในอดีตนั้น เน้นกระบวนการการสอนของครูเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งการจัดการศึกษาที่ให้เฉพาะความรู้นั้นย่อมไม่พอเพียงในการที่จะสร้างคนให้เป็นคนอย่างสมบูรณ์ได้ ยังมีอีกมากมายหลายสิ่งหลายอย่างนอกเหนือไปจากความรู้ เช่น การรู้จักคิด มีไหวพริบ รู้จักแสวงหาความรู้ รู้จักช่วยเหลือตัวเอง และทำงานร่วมกับคนอื่นได้ดี เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยนำมาซึ่งความเจริญก้าวหน้าของสังคมและประเทศชาติในที่สุด ด้วยเหตุผลดังกล่าว เทคโนโลยีจึงถูกนำมาใช้ในทางการศึกษา เพื่อช่วยให้การจัดดำเนินการทางการศึกษาเป็นไปอย่างมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผู้เรียนรู้จักคิดและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญที่ผลักดันให้หลายสิ่งหลายอย่างก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว และมีผลทำให้แนวความคิดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนเราเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็วด้วย อย่างไรก็ตามการศึกษาและวัฒนธรรมยังเป็นสิ่งผูกพันในการสร้างสรรค์แนวความคิดมากกว่าที่จะทำลายหรือเปลี่ยนแปลงมันอย่างสิ้นเชิง

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการศึกษามากขึ้น มีการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากสื่อการสอนมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม (ครรชิต มาลัยวงศ์. 2532 : 62) คอมพิวเตอร์นับเป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ ได้มากมาย และเนื่องจากวิทยาการเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาอย่างรวดเร็ว ทำให้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาสูงขึ้นตลอดเวลา การนำคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ จึงก่อให้เกิดประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง ในงานด้านการศึกษาที่เช่นกัน ได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับงานการศึกษาในด้านต่าง ๆ มากมาย ทั้งในด้านการบริหารจัดการ ด้านข้อมูลข่าวสาร ด้านการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน เป็นต้น ซึ่งการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในงานการศึกษา มีส่วนช่วยให้การจัดการศึกษาเหล่านั้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ยังช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นอีกด้วย ทำให้คอมพิวเตอร์มีบทบาทที่สำคัญยิ่งในการเรียนการสอน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในกระบวนการเรียนการสอนหรือรู้จักกันในชื่อว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI)”

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่เสนอบทเรียนในลักษณะของการโต้ตอบ ซึ่งมีผลทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองตามระดับความสามารถของแต่ละคน มีรูปแบบการนำเสนอที่เป็นข้อได้เปรียบในเรื่องของสี แสง การให้ข้อมูลย้อนกลับ และทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ (ครรชิต มาลัยวงศ์. 2532 : 69) และการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงกว่าการเรียนแบบบรรยายในห้องเรียนปกติ สามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้มากกว่า รวมทั้งยังช่วยให้คนที่เรียนเก่งเรียนได้ดียิ่งขึ้น และช่วยคนที่เรียนอ่อนให้เรียนรู้ได้เพิ่มขึ้นอีกด้วย (ยีน ภู่วรรณ. 2529 : 9)

จากผลของการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษา พบว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้ในการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์และเคมี ซึ่งภายในเนื้อหาวิชาต้องอาศัยความเข้าใจและจินตนาการค่อนข้างสูง รวมทั้งสามารถช่วยในกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนส่วนใหญ่สูงขึ้น และผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากประสบการณ์ของผู้วิจัยที่ทำงานเกี่ยวข้องกับการจัดทำเนื้อหาวิชาเคมี ช่วงชั้นที่ 4 และเป็นคณะกรรมการดำเนินงานจัดทำหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมวิชาเคมี สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งได้มีโอกาสออกติดตามผลกระบวนการเรียนการสอนภายในห้องเรียนและการใช้หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเอกสารที่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มเติมวิชาเคมีจากครูผู้สอนตามโรงเรียนต่าง ๆ และจากการสอบถามครูผู้สอนวิชาเคมีจากโรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี พบว่าครูผู้สอนวิชาเคมีประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนและนักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยความเข้าใจและจินตนาการของผู้เรียนในเรื่องที่ไม่สามารถมองเห็นได้จริง ผู้วิจัยจึงได้ให้ความสนใจบทบาทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในการพัฒนาในการเรียนการสอน ซึ่งรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน ที่มีลักษณะการให้ข้อมูลเสริมในเนื้อหาที่เป็นปัญหาและนักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ตามความต้องการ เพื่อช่วยสร้างความเข้าใจในการเรียนวิชาเหล่านั้น โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มากนัก

สำหรับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนนั้น ภายในเนื้อหาวิชาเป็นเนื้อหาที่มีความยากและมีความซับซ้อนภายในเนื้อหาอยู่ในระดับหนึ่ง อีกทั้งบางปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายในอะตอมยังมีความยากและไม่สามารถจินตนาการเพื่อให้เกิดเข้าใจได้ด้วยภาพนิ่ง ดังนั้น การนำความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยในการอธิบายขยายความรู้ในการเรียนทฤษฎี การจำลองลักษณะภายในอะตอม แบบจำลองอะตอม การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม วิวัฒนาการของตารางธาตุ และสมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ ก็จะเป็นการเสริมความรู้ได้มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาเคมี สามารถเข้าใจในเนื้อหาจากรูปธรรมไปเป็นนามธรรมได้และมีความมุ่งมั่นในการหาแหล่งความรู้เพิ่มเติมในการศึกษาเล่าเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และให้ความชัดเจนที่ถูกต้องสำหรับเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ความคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และกระตือรือร้นที่จะเรียน ลงสู่โปรแกรมคอมพิวเตอร์ อันจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอน เพื่อช่วยในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ พรเทพ เมืองแมน (2544 : 31-33) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนา ดังนี้

1. การวางแผน
2. การออกแบบบทเรียน
3. การสร้างบทเรียน
4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 13-16) มาเป็นกรอบแนวคิดในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งวัดพฤติกรรม 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ
2. ด้านความเข้าใจ
3. ด้านการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 315 คน จากนักเรียน 7 ห้องเรียน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มนักเรียนมา 1 ห้องเรียน จากนักเรียน 7 ห้องเรียน

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น คือ การสอนบททวนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ
2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

1.5.5 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่นำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน เป็นเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ประกอบด้วย 2 หัวข้อ ดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แบบจำลองอะตอม
 - 1.1 แบบจำลองอะตอมของคอลลตัน
 - 1.2 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน
 - 1.3 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด
 - 1.4 แบบจำลองอะตอมของโบร์
 - 1.5 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก
 - 1.6 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม
2. ตารางธาตุ
 - 2.1 วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ
 - 2.2 สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน หมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมสำเร็จรูปผ่านคอมพิวเตอร์ มีลักษณะที่ใช้เพื่อการสอนทบทวน ประกอบด้วยเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาด้วยตนเอง และเป็นบทเรียนที่แก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดจากการเรียนในห้องเรียนปกติ

2. คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน หมายถึง ผลที่ได้จากการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนรวมที่นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วย ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนรวมที่นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยระหว่างเรียนได้ถูกต้อง

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วยได้ถูกต้อง

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิค วิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ โดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ใช้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินใจ แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

โดยครอบคลุมเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ประกอบด้วย 2 หัวข้อใหญ่คือ

1. แบบจำลองอะตอม

2. ตารางธาตุ

5. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอม และตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วรวบรวมข้อมูลในหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542
- 2.2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
- 2.3 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2.4 สื่อการสอน
- 2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 เป็นกฎหมายว่าด้วยการศึกษาแห่งชาติ โดยในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 12) และในมาตรา 23(2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 215)

การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้บัญญัติเกี่ยวกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ไว้ในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 24 (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 13-14) กล่าวไว้ว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
 2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
 3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
 4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
 5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ
 6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ
- การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูงและคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้จะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (ตามคำสั่งกระทรวงศึกษาธิการที่วก 1166/2544 เรื่อง ให้ใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544) คือ โครงสร้างที่ให้การจัดการศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องมีแนวปฏิบัติในการจัดหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อให้การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องกับสภาพความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ เป็นการสร้างกลยุทธ์ใหม่ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคล สังคมไทย ผู้เรียนมีศักยภาพในการแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคมโลก เป็นไปตามเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542

หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จัดทำตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 แบ่งออกเป็น 3 บทเรียน ดังนี้

บทที่ 1 อะตอมและตารางธาตุ

บทที่ 2 พันธะเคมี

บทที่ 3 สมบัติของธาตุและสารประกอบ

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาบทเรียน เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งเป็นเนื้อหาในบทที่ 1 ของหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1. อธิบายความหมายของแบบจำลองอะตอมพร้อมทั้งบอกสาเหตุที่ทำให้แบบจำลองอะตอมมีการเปลี่ยนแปลงได้
2. เปรียบเทียบแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ทอมสัน รัทเทอร์ฟอร์ด โบร์ และแบบกลุ่มหมอกได้
3. อธิบายสมบัติของอนุภาคมูลฐานของอะตอมได้
4. เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้
5. อธิบายผลการศึกษาที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าอิเล็กตรอนในอะตอมอยู่ในระดับพลังงานต่าง ๆ กันได้
6. จัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุ พร้อมทั้งระบุหมู่ คาบที่ และกลุ่มของธาตุในตารางธาตุได้
7. บอกแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในยุคต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดธาตุเป็นหมวดหมู่จนได้เป็นตารางธาตุ พร้อมทั้งระบุปัญหาของการจัดได้
8. สรุปแนวโน้มของสมบัติต่าง ๆ ของธาตุตามหมู่และตามคาบเกี่ยวกับขนาดอะตอม รัศมีไอออน พลังงานไอออนไนเซชัน อิเล็กโทรเนกาติวิตี สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน จุดหลอมเหลว และจุดเดือด พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบได้
9. คำนวณหาเลขออกซิเดชันของธาตุในสารประกอบและไอออนต่าง ๆ พร้อมทั้งเปรียบเทียบเลขออกซิเดชันของธาตุโลหะและอโลหะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล แปลความหมายข้อมูล และสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับการศึกษาสีของเปลวไฟจากสารประกอบและเส้นสเปกตรัมของธาตุบางชนิดได้

หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 1 เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ มีจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ดังนี้

1. แบบจำลองอะตอม

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้สร้างแบบจำลองได้
- 2) อภิปรายเหตุผลเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองได้

1.1 แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมของดอลตัน ได้

1.2 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายหลักการทำงานของหลอดรังสีแคโทดได้
- 2) อธิบายวิธีการศึกษาที่ทำให้ค้นพบอิเล็กตรอนและโปรตอนได้
- 3) อธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของทอมสันได้

1.3 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายวิธีการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด พร้อมทั้งแปลความหมายจากผลการทดลองได้
- 2) อธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ดได้
- 3) บอกสมบัติบางประการของอนุภาคมูลฐานที่สำคัญของอะตอมได้
- 4) อธิบายความหมายของเลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทปได้
- 5) เขียนและแปลความหมายสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุได้

1.4 แบบจำลองอะตอมของโบร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) บอกความหมายของความยาวคลื่น ความถี่ของคลื่น แสงที่มองเห็นได้ และแสงขาวได้
- 2) บอกความสัมพันธ์ระหว่างความยาว ความถี่ และพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งคำนวณหาความยาวคลื่น ความถี่ และพลังงานของคลื่นได้
- 3) อธิบายการเกิดและลักษณะของแถบสเปกตรัมของแสงขาวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) เปรียบเทียบค่าพลังงานของสเปกตรัมที่ปรากฏในช่วงคลื่นของแสงที่มองเห็นได้
- 5) อธิบายลักษณะแบบจำลองอะตอมของโบร์ได้

1.5 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายลักษณะของแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกได้

1.6 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) จัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมเมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุได้หรือในทางกลับกันสามารถบอกเลขอะตอมของธาตุได้ เมื่อทราบการจัดเรียงอิเล็กตรอนของอะตอม
 - 2) เขียนและอธิบายความหมายสัญลักษณ์แสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนในออร์บิทัลได้
 - 3) อธิบายวิธีการบรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลและความหมายของการบรรจุเต็มกับการบรรจุครึ่งได้
 - 4) อธิบายความหมายของเวเลนซ์อิเล็กตรอนได้
- ## 2. ตารางธาตุ

2.1 วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) บอกแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ในยุคต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ พร้อมทั้งระบุปัญหาของการจัดได้
- 2) บอกจำนวนหมู่ จำนวนคาบ และจำนวนธาตุของแต่ละคาบในตารางธาตุได้
- 3) บอกเลขหมู่ และเลขคาบ เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุได้
- 4) เรียกชื่อธาตุและเขียนสัญลักษณ์ของธาตุ เมื่อทราบเลขอะตอมของธาตุตามระบบ IUPAC ได้

2.2 สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 1) อธิบายความหมายสมบัติต่าง ๆ ของธาตุได้
- 2) สรุปแนวโน้มของสมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบได้

ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาของหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บทที่ 1 เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ มาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน ด้านความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ซึ่งเป็นจุดมุ่งหมาย ที่จะพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษา ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สำหรับนักเรียนทุกคนเมื่อจบการศึกษาในแต่ละช่วงชั้น

สาระการเรียนรู้หลักของวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 : 4) ที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อหา แนวความคิด หลักวิทยาศาสตร์ และกระบวนการ ซึ่งสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก ดังนี้

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร

สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

สาระที่ 5 : พลังงาน

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วิชาเคมีอยู่ในมาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐานของสาระที่ 3 : สารและสมบัติของสาร ซึ่งมีมาตรฐาน ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิด สารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่ เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2.4 สื่อการสอน

2.4.1 ความหมายของสื่อการสอน

นักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้หลายท่าน ดังนี้
 ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 95) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่งหรือถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 137) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้เป็นตัวกลางในกระบวนการเรียนการสอน หรือการสื่อสารในการเรียนเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพตามจุดมุ่งหมาย

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 76) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนที่ตั้งไว้

ผาณิต คู่มะเรณี (2540 : 14) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ได้ที่นำเข้ามาเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

จากความหมายของสื่อการสอนข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สื่อการสอน หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ที่นำมาใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้จากครูผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

2.4.2 ประเภทของสื่อการสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 90) ได้แบ่งประเภทและลักษณะของสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. ของจริง เช่น วิทยากร วัสดุสิ่งของ เครื่องมือต่าง ๆ และหุ่นจำลอง
2. สื่อประเภทไม่ต้องฉาย เช่น สิ่งพิมพ์ แผ่นป้าย วัสดุกราฟิก รูปภาพ
3. สื่อประเภทเสียง เช่น เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง วิทยุ
4. สื่อภาพนิ่งประเภทฉาย เช่น สไลด์ แผ่นใส โฮโลแกรม
5. สื่อภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพยนตร์ วีดีโอ โทรทัศน์
6. สื่อประสม เช่น สิ่งพิมพ์/เทปเสียง สไลด์/เทปเสียง บทเรียนคอมพิวเตอร์ สื่อทางไกล
7. สื่อกิจกรรม เช่น การจัดแสดง นิทรรศการ การสาธิต การศึกษานอกสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ประโยชน์ของสื่อการสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 39) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสื่อการสอนไว้ว่าสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งผู้เรียนและผู้สอน ดังต่อไปนี้

ประโยชน์ของสื่อการสอนต่อผู้เรียน

1. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยากซับซ้อน ได้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้น และสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว
2. ช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานและไม่เบื่อ
3. การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจตรงกันและเกิดประสบการณ์ร่วมกัน
4. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น
5. ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้
6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล

ประโยชน์ของสื่อการสอนต่อผู้สอน

1. ช่วยให้บรรยากาศในการสอนน่าสนใจยิ่งขึ้น ทำให้ผู้สอนมีความสนุกสนานในการสอนมากกว่าวิธีการที่เคยใช้การบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว
2. ช่วยแบ่งเบาภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้เอง
3. ช่วยกระตุ้นให้ผู้สอนต้นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตวัสดุใหม่ ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนที่สร้างขึ้น

2.4.4 การเลือกใช้สื่อการสอน

วาสนา ชาวหา (2533 : 17) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการเลือกใช้สื่อการสอนไว้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพ (Efficiency) เมื่อมีการนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนแล้วทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ จึงจะถือว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ
2. ประสิทธิภาพ (Productivity) จำนวนนักเรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้เป็นจำนวนมาก นับว่าสื่อการสอนนั้นก่อให้เกิดประสิทธิผลสูง แต่ถ้าจำนวนผู้เรียนที่บรรลุวัตถุประสงค์น้อย แสดงว่าสื่อการสอนนั้นไม่มีประสิทธิผล ควรพิจารณาปรับปรุงแก้ไขต่อไป
3. ประหยัด (Economy) การนำสื่อการสอนมาใช้ในการเรียนการสอนนั้นจะต้องพิจารณาในเรื่องของการลงทุนที่คุ้มค่าทั้งด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และระยะเวลาในการใช้งาน สื่อการสอนบางชนิดอาจมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูง แต่ต้องอาศัยทุนทรัพย์มาก ในขณะที่เราสามารถนำสื่อการสอนชนิดอื่นมาแทนได้ มีผลทัดเทียมกันแต่ประหยัดกว่า ก็ควรจะนำสื่ออื่นมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 16-17) กล่าวไว้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการงานด้านการศึกษาในปัจจุบัน แบ่งลักษณะของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ได้ 5 ลักษณะ คือ

1. การใช้คอมพิวเตอร์ในงานบริหารจัดการ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเพื่อช่วยในงานบริหารจัดการ ได้แก่ งานทะเบียน งานธุรการ ประวัตติและข้อมูลเกี่ยวกับบุคลากร การเงินและพัสดุ การจัดทำรายงาน การแจ้งผลการเรียน เป็นต้น

2. การใช้คอมพิวเตอร์ในงานการจัดการเรียนการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนการสอน ได้แก่ การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน การให้เกรด การจัดทำคลังข้อสอบ การจัดทำเอกสารประกอบการสอน เป็นต้น

3. การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอน การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเพื่อช่วยให้การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ และให้ผลการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถนำเสนอในลักษณะของสื่อประสม (Multimedia) โดยสามารถนำเสนอได้ทั้งข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง นอกจากนั้นสื่อคอมพิวเตอร์ยังเป็นสื่อที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์เป็นอย่างดีอีกด้วย

4. การใช้คอมพิวเตอร์ในการสื่อสารและค้นคว้าข้อมูลข่าวสาร การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน หรือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน เป็นการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้สอนกับผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตลอดเวลา โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาและสถานที่ ซึ่งเป็นการเรียนการสอนในลักษณะที่เรียกว่า Asynchronous Learning ได้แก่ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นอกจากนั้น การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางอีกด้วย

5. การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากบทเรียนที่ได้รับการออกแบบและสร้างอย่างเป็นระบบ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีลักษณะต่าง ๆ กัน เช่น เป็นบทเรียนประเภทนำเสนอเนื้อหา ประเภทแบบฝึก ประเภทเกมหรือแบบทดสอบ หรือประเภทจำลองสถานการณ์ เป็นต้น

อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 7-8) กล่าวไว้ว่า การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน มีประโยชน์ที่เห็นเด่นชัด คือ

1. การทำงานกับคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ใหม่สำหรับผู้เรียน ช่วยเพิ่มแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนได้

2. มีความรวดเร็วในการโต้ตอบของนักเรียนแต่ละคน ช่วยเสริมแรงให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น

3. คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการจำสูง จึงสามารถบันทึกการกระทำในอดีตของผู้เรียน ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ในการวางแผนขั้นต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สี ภาพ ที่มีการเคลื่อนไหว จะสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น
5. ช่วยขยายขีดความสามารถของครูในการจัดเก็บข้อมูล และสะดวกในการนำข้อมูลออกมาใช้ จึงช่วยให้ครูสามารถควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด
6. คอมพิวเตอร์มีหน่วยความจำ ซึ่งสามารถเรียกข้อความความจำได้ ทั้งข้อความ ตัวเลข ตัวอักษร สามารถคำนวณและคิดอย่างมีเหตุผลได้ดีกว่าเครื่องคำนวณธรรมดา การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นผู้เรียนจะต้องลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนจะโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง ทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียน มีความสนุกสนานมากขึ้น และการได้รับการเสริมแรงที่จะเรียนรู้ต่อไป เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล
7. โปรแกรมถูกกำหนดไว้ให้มีความอดทน และมีลักษณะเป็นส่วนตัวสำหรับผู้เรียนแต่ละคน จึงทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเกิดทัศนคติที่ดี และสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน
8. คอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลได้ดี ทำให้สามารถนำมาใช้ในการจัดการศึกษารายบุคคล และกำหนดบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคนได้

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 166) กล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาได้ 2 ลักษณะ คือ

1. คอมพิวเตอร์ในด้านการบริหาร (Administrative Use) มีลักษณะการใช้งาน 2 ด้าน คือ
 - 1.1 ในด้านของผู้บริหารสถานศึกษา สามารถช่วยผู้บริหารในด้านต่าง ๆ เช่น การบัญชี การจัดการวางสอน การควบคุมทรัพย์สินของสถาบัน เป็นต้น
 - 1.2 ในด้านบริหารของครูผู้สอน ช่วยเหลือผู้สอนเกี่ยวกับงานที่นอกเหนือจากการสอนปกติ เช่น การเตรียมบทเรียน การเตรียมแบบทดสอบ การตรวจคะแนน เป็นต้น
2. คอมพิวเตอร์ด้านการเรียนการสอน (Computer Based Instruction) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ
 - 2.1 คอมพิวเตอร์จัดการสอน (CMI : Computer Managed Instruction) ผู้สอนจะใช้วิเคราะห์ลักษณะและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมแก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้สอนสามารถแก้ปัญหาในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ โดยจัดโปรแกรมการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามความสามารถและความถนัดของตน โดยใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ หรือเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับสื่อชนิดอื่น ๆ เพื่อให้เรียนรู้ครบตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
 - 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI : Computer Assisted Instruction) โดยจะเป็นสื่อการสอน ทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการสอนโดยครูกับนักเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลผู้เรียนที่ป้อนเข้าไปได้ทันที เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียน

2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

“คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” มาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI ซึ่งราชบัณฑิตยสถานบัญญัติศัพท์เป็นภาษาไทยว่า “การสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วย” แต่คำศัพท์ดังกล่าวไม่เป็นที่นิยม มักจะใช้คำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” มากกว่า มีผู้ให้ความหมายคำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” ไว้หลายท่านด้วยกัน ดังนี้

วีระ ไทยพานิช (2527 : 10) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นวิธีการเรียนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์

ยี่น ภู่วรรณ (2531 : 121) กล่าวว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัดและการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 8) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โดยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 187) คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541 : 7) ให้ความหมายว่า เป็นสื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนให้มากที่สุด

นิสา นพทีปกังวล (2541 : 12) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ด้วยการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ต้องการให้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และได้รับผลป้อนกลับโดยทันที

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 65) ให้ความหมายว่า เป็นวิธีของการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จัดหาประสบการณ์ให้มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับต่างกัน และเป็นเครื่องมือช่วยสอนที่ผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเอง โดยการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งมาทางจอภาพ ผู้เรียนจะต้องตอบคำถามทางแป้นพิมพ์ที่แสดงออกมาทางจอภาพที่มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วุฒิชัย ประสารสอย (2543 : 10) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อช่วยถ่ายทอดเนื้อหาความรู้สู่ผู้เรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบโดยอาศัยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ด้านการนำเสนอ ที่สามารถนำเสนอบทเรียนในลักษณะของสื่อประสม (Multimedia) คือ นำเสนอได้ทั้งข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง นอกจากนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียน พร้อมทั้งได้รับผลย้อนกลับ (Feedback) อย่างทันทีทันใด รวมทั้งสามารถประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นบทเรียนที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้อย่างดี

2.5.2 หลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพัฒนามาจากบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่อาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอในลักษณะของสื่อหลายมิติ และอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนได้โต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนและมีการให้ผลย้อนกลับทันที

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 22-23) กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องมีลักษณะ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation)

โดยการให้ผู้เรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ของบทเรียน ร่วมวางแผนในการเรียน ได้กระทำกิจกรรมด้วยตนเอง และต้องเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนสนใจ เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน

2. ให้ผู้เรียนเรียนรู้ทีละน้อยและตามลำดับขั้น (Gradual Approximation)

โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียงลำดับเนื้อหาให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นอย่างดี ตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนเรียนจากง่ายไปหายาก

3. ให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำทันที (Immediate Feedback)

โดยการให้ผลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่บทเรียนมีให้ ไม่ว่าจะการตอบสนองนั้นจะถูกหรือผิด การให้ผู้เรียนได้รู้ผลการกระทำทันทีจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี

4. ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successful Experience)

โดยการออกแบบบทเรียนในให้กำลังใจต่อการเรียนรู้ ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และทำท่ายพอสสมควร อาจจะมีการชี้แนะหรือบอกแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจที่จะเรียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2541) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ในเอกสารการอบรมวิทยากรแกนนำของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1. ใช้เพื่อสอน (Tutoring) เป็นโปรแกรมที่สร้างในลักษณะบทเรียน โปรแกรมเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือจะมีบทนำ (Introduction) คำอธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย และแนวคิดที่จะสอน หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนการเสริมแรง (Reinforcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร และอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ครูผู้สอนจะใช้เสริมเมื่อได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับหรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถาม คำตอบที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ อาจต้องใช้หลักจิตวิทยา เพื่อทำให้ผู้เรียนอยากทำและตื่นตัวกับการทำแบบฝึกหัดนั้น เช่น แทรกรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดโต้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขันจับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นตัวจากการมีเสียง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหา (Problem Solving) ประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องอย่างยั้งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดลองในกระดาศ คำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่า ใช้สูตรผิด ถ้าเลือก ข้อ ก. แปลว่า คำานวนผิด เป็นต้น การแก้ปัญหบางอันกว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อน ก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่า ผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

4. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียนโดยมีเหตุการณ์สมมติต่าง ๆ ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำ (Manipulate) ได้ มีการโต้ตอบและมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลาย ๆ ทาง เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างสุ่ม เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือปรากฏการณ์ทางเคมี ปัญหาเหล่านี้สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นจริง และเข้าใจได้ง่าย

5. การเล่นเกม (Gaming) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อเข้าใจผู้เรียนได้อย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเล่นได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคนที่มีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมประเภทนี้ต้องระวางให้มีคุณค่าทางการศึกษา โดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และกระบวนการที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าท่านที่จะใช้เสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพแล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ เป็นต้น

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม ตลอดจนทั้งสีและเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต เป็นต้น

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องการทดสอบ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ไปด้วย โดยผู้ที่จะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยวิธีง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขนี้ ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือภาระกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งอาจมีลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Gaming) การไต่ถามข้อมูล (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving) ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 11-12) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (Tutorial) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนปนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่/อย่างไร หรือว่าจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง (Simulation) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-Solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม (Instruction Game) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ให้ผู้ใช้งานมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Testing) คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอบ การให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบ คือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนาจ เดชชัยศรี (2542 : 112-117) ได้จัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial Instruction) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ย่อออกแบบบทเรียนกำหนดไว้ และมีคำถามเพื่อให้ผู้เรียนตอบ โปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำเพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

2. บทเรียนชนิดโปรแกรมการฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

3. บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ (Simulation) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสี่ยงภัยและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

4. บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา (Education Game) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์ วิธีการและกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งกัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขัน โดยการเล่นเกมจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกมดังกล่าวมีความรู้สอดแทรกก็จะประโยชน์มาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิดเกมการศึกษาค่อนข้างทำได้ยาก

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 24-25) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้ออกแบบและสร้างขึ้น เพื่อช่วยในการเรียนการสอนนั้นมีหลายประเภทซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้ ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบเสนอเนื้อหา (Tutorial)

เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นเสนอเนื้อหาเป็นหลัก ไม่ว่าจะเสนอเนื้อหาใหม่หรือทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม บทเรียนในลักษณะนี้จะทำหน้าที่คล้ายตัวต่อ ซึ่งอาจจะใช้สอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ในการทบทวนหรือสอนเสริม โดยอาศัยแนวความคิดเช่นเดียวกับบทเรียนแบบโปรแกรมที่เป็นสิ่งพิมพ์ แต่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีเหนือกว่า ได้แก่ การนำเสนอในลักษณะของสื่อประสม การให้ข้อมูลย้อนกลับ การเก็บข้อมูล การเรียนและการประเมินผลการเรียน เป็นต้น บทเรียนแบบเสนอเนื้อหาเป็นบทเรียนที่มีผู้สร้างและนำมาใช้กันค่อนข้างจะแพร่หลายมากที่สุดรูปแบบหนึ่ง โดยในปัจจุบันผู้สอนอาจหาซื้อมาใช้ในการเรียนการสอนได้ หรืออาจสร้างขึ้นเองโดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างได้ไม่ยากนัก

2. บทเรียนแบบฝึกหัด (Drill and Practice)

บทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกและทำแบบฝึกหัด เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้จะไม่มีการเสนอเนื้อหา แต่จะมีคำถามหรือแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทำและจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น มีคำเฉลยหรือคำอธิบายเพิ่มเติม หรือประเมินผลการเรียนทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกหัดได้ด้วยตนเองจนเป็นที่พอใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บทเรียนแบบทดสอบ (Test)

มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง หรือผู้สอนอาจใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียนก็ได้ โดยบทเรียนในลักษณะแบบทดสอบนี้จะมี การประเมินผลการเรียนได้ทันที

4. บทเรียนแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation)

บทเรียนในลักษณะของการจำลองสถานการณ์ เป็นข้อเด่นของสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในด้านต่าง ๆ อันทำให้สามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริงได้ ทำให้บทเรียนมีความสมจริงและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้ค่อนข้างจะสร้างยาก และต้องใช้เวลาานาน แต่อย่างไรก็ดี นับเป็นบทเรียนที่ให้ผลการเรียนรู้ที่ดีประเภทหนึ่ง

5. เกมเพื่อการเรียนการสอน (Instructional Games)

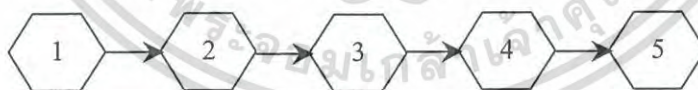
มีลักษณะเป็นเกมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนานและท้าทาย แต่มิใช่จะเป็นเพียงแค่สนุกสนานเพียงอย่างเดียว แต่เป็นเกมที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วย ซึ่งบทเรียนในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนอีกด้วย

2.5.4 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 171) ได้แบ่งรูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear Programming)

เป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาบทเรียนตั้งแต่ต้นจนจบเหมือนกันหมดทุกคน โดยเนื้อหาจะแบ่งออกเป็นกรอบ (Frame) เรียงตามลำดับ ตั้งแต่ต้นจนจบ บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปที่ละขั้นตอน จากง่ายไปหายาก

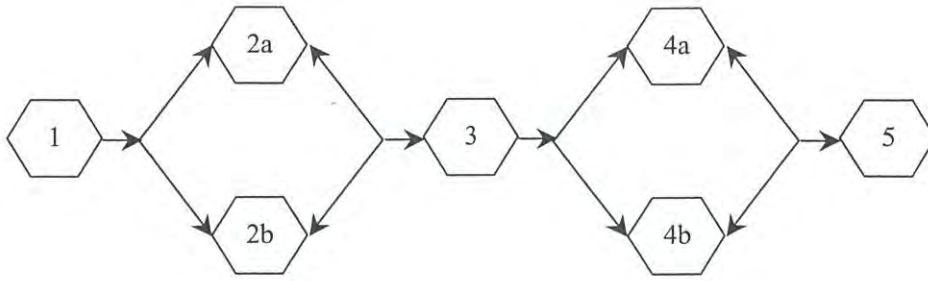


ภาพที่ 2.1 บทเรียนแบบ โปรแกรมแบบเส้นตรง

2. บทเรียนแบบสาขา (Branching Programming)

เป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบให้เนื้อหา มีกรอบแยกออกไป ไม่เรียงเป็นเส้นตรง ดังนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะไม่ได้เรียนเนื้อหาตามลำดับที่เหมือนกันอย่างเช่นบทเรียนแบบเส้นตรง โดยผู้เรียนจะเลือกเดินตามระดับความรู้และความเข้าใจของตนเอง ผู้เรียนบางคนอาจข้ามกรอบบางกรอบ ในขณะที่บางคนอาจต้องศึกษาคำอธิบายเพิ่มเติม หรือย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 บทเรียนแบบโปรแกรมแบบสาขา

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2536 : 16-20) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามี 2 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ

1. บทเรียนแบบเส้นทางเดียว (Linear Program)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองต่อเนื่องกันไป ประกอบด้วย กรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียว

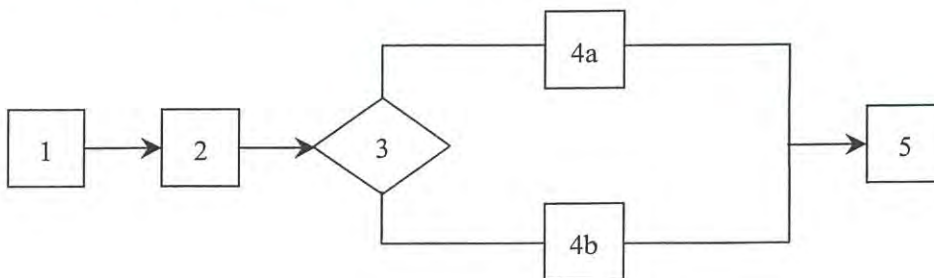


ภาพที่ 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

ลักษณะบทเรียนแบบนี้ไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะจัดเรียงเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล และน่าเบื่อสำหรับผู้เรียนที่เรียนได้เร็ว จึงไม่เหมาะกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน ซึ่งต้องเรียนผ่านทีละกรอบจนครบทุกกรอบเหมือนกันทุกคน

2. บทเรียนแบบแตกกิ่ง (Branching Program)

บทเรียนโปรแกรมแบบนี้ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะท้าทายและน่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ลักษณะของบทเรียนจะแตกกิ่ง



ภาพที่ 2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบแตกกิ่ง ประกอบด้วยกรอบย่อย ๆ แยกออกจากกรอบหลัก ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเรียนทุกกรอบ เพราะผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามระดับความเข้าใจและความสามารถของตนเอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งมีหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

1. แบบย้อนกรอบ (Linear Format with Repetition)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับ โปรแกรมแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องผู้เรียนก็จะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูกโปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมและถามคำถามเดิมซ้ำอีก



ภาพที่ 2.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกรอบ

2. แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format)

บทเรียนลักษณะนี้จะทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านจะข้ามกรอบไปยังกรอบเนื้อหาในจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

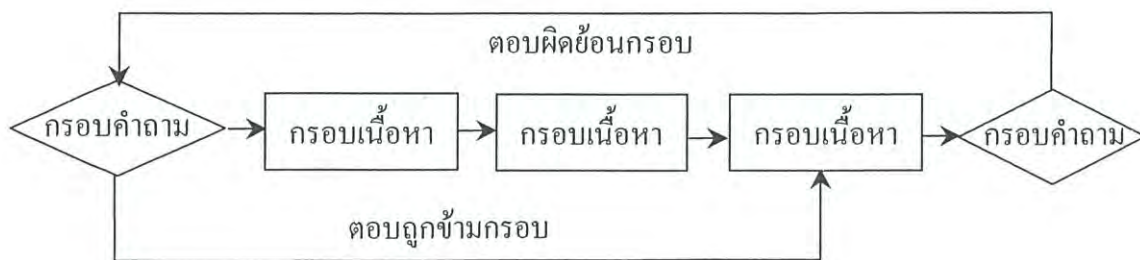


ภาพที่ 2.6 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบ

3. แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate Frames)

บทเรียนลักษณะนี้กำหนดผู้เรียนไปยังกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ให้ในลักษณะเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้ อาจให้ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบหรืออาจส่งผู้เรียนกลับมากรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่

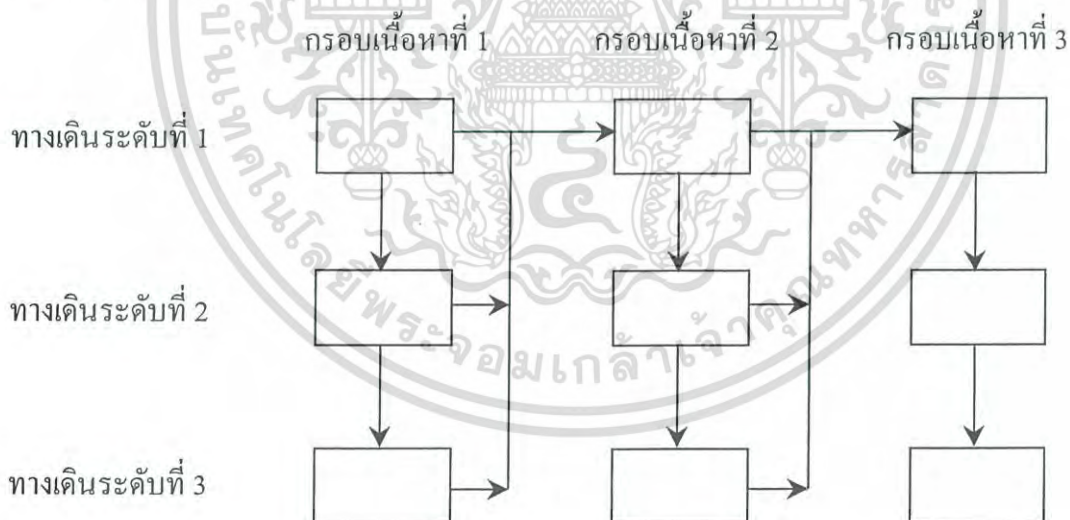
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.7 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ

4. แบบเดินหลายเส้น (Secondary Tracks)

บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เส้นทางเดินของผู้เรียนจึงมีได้หลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะให้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น

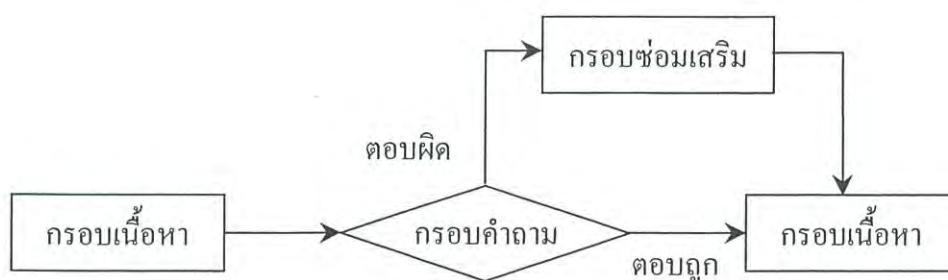


ภาพที่ 2.8 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเดินหลายเส้น

5. แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branch)

บทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยกรอบเนื้อหา แล้วตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้ข้อมูลป้อนกลับในทางบวกและเรียนเนื้อหาในกรอบต่อไป หากตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนไปเนื้อหาต่อไป

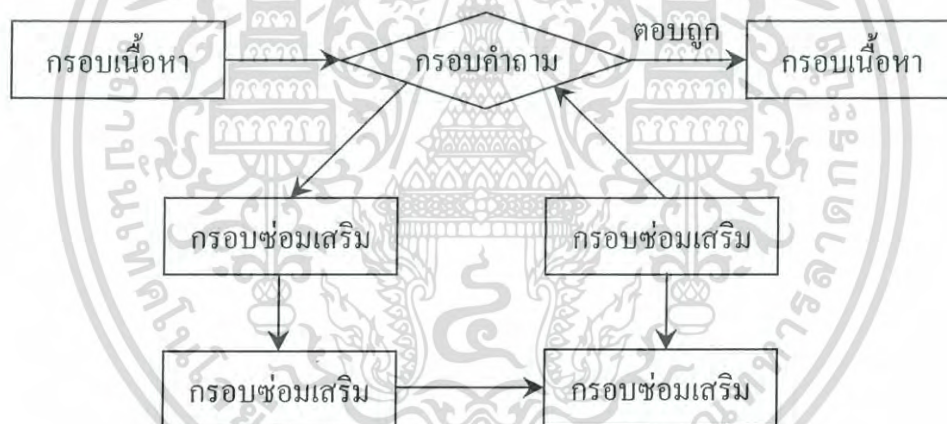
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.9 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

6. แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops)

บทเรียนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับบทเรียนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว ต่างกันตรงที่แทนที่จะแตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียวกลับมีลักษณะประกอบด้วย กรอบซ่อมเสริมหลายกรอบ ประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาเดิม

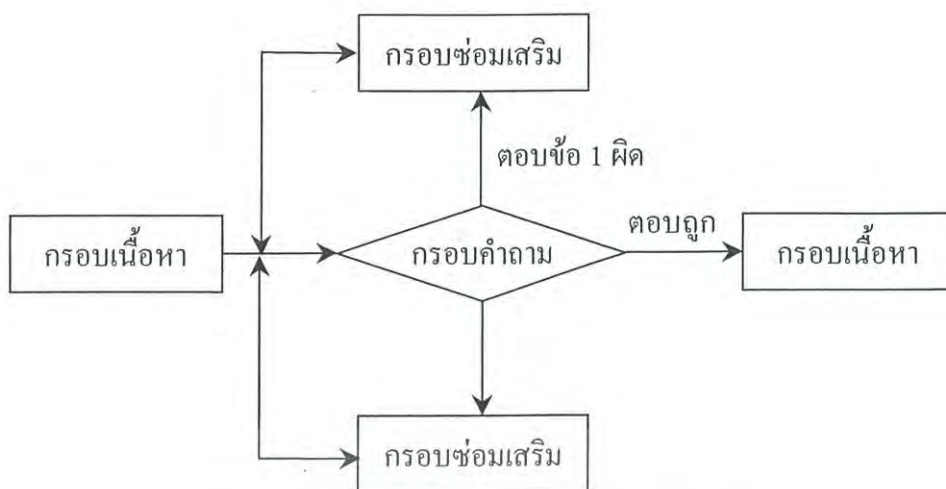


ภาพที่ 2.10 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม

7. แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multimedia Remedial Branches)

บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

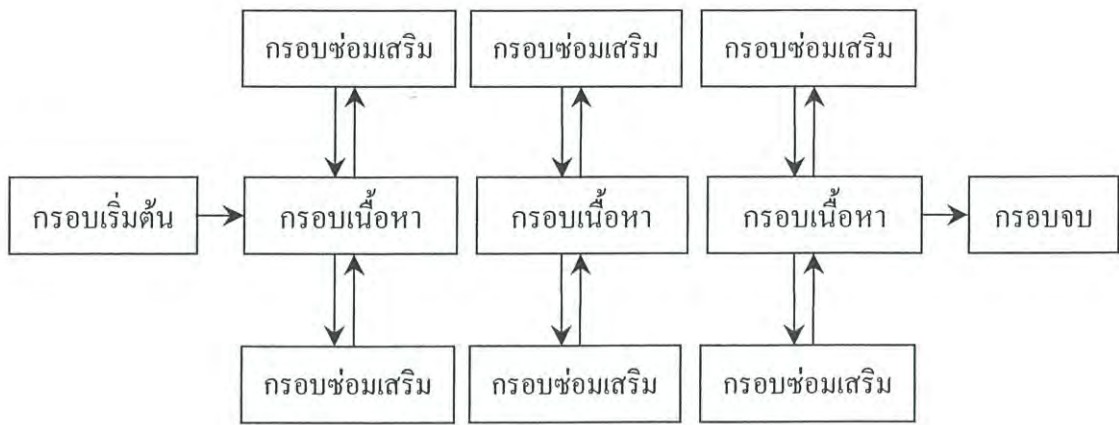


ภาพที่ 2.11 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

8. แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequence)

บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป แต่ถ้าตอบผิดจะต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิม เพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหา และความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ

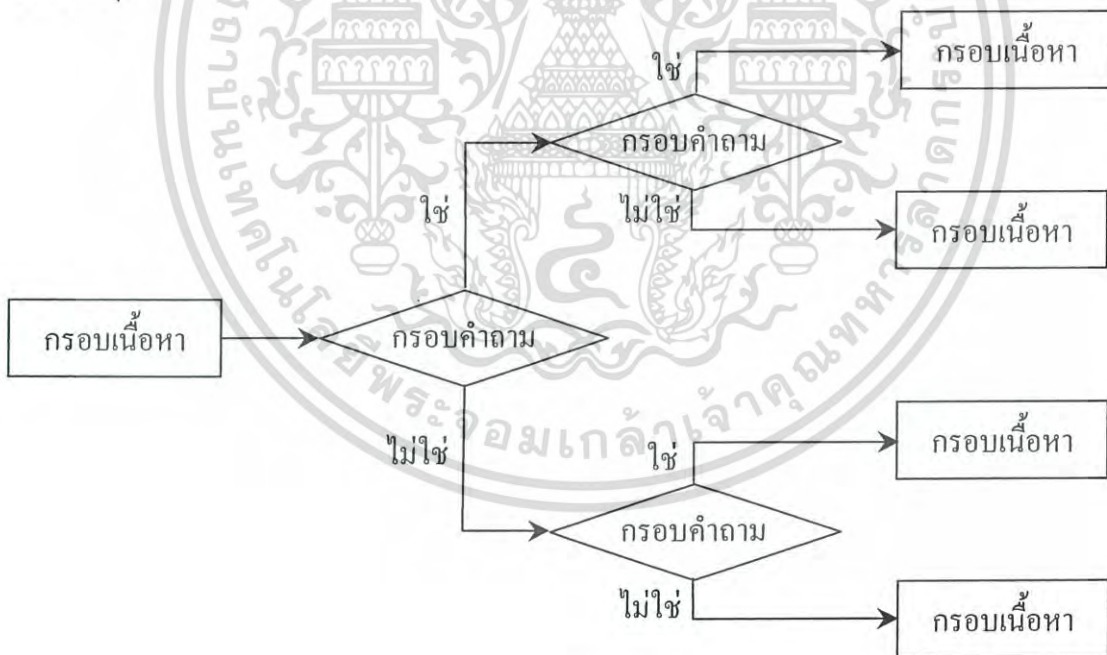
กรอบเนื้อหาควรมีข้อความที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบถูก โดยให้คำชมเชยดีมาก เยี่ยมมาก ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ย่อหน้าของเนื้อหาต่อไป ตามด้วยคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พร้อมให้เลือกตอบสนองจากตัวเลือก 3 ตัว ส่วนกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นแสดงให้ผู้เรียนทราบว่า ตอบผิดในลักษณะที่ไม่ทำให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ แต่ไม่บอกให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริมควรเป็นข้อความที่ให้ผู้เรียนได้ทราบว่ากลับไปยังกรอบเนื้อหากรอบเดิมให้อ่านเนื้อหาใหม่อีกครั้ง



ภาพที่ 2.12 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่

9. แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches)

บทเรียนลักษณะนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบ ใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล



ภาพที่ 2.13 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ

จากลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แตกต่างกัน ครูผู้สอนจึงควรศึกษาลักษณะของบทเรียนแต่ละแบบให้ละเอียด เพื่อนำไปออกแบบและสร้างบทเรียนให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 หลักการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 42-48) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ผู้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรดัดแปลงขั้นตอนการพัฒนา จากกระบวนการเรียนและการสอน 9 ขั้นของ Gagne' ดังนี้

1. การสร้างความตั้งใจ (Gain Attention) ก่อนจะเริ่มต้นกิจกรรมการเรียน ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการกระตุ้นเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการสร้างโต้เถียงของบทเรียนให้น่าสนใจ โดยใช้ภาพ สี และเสียง เพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่สนใจแต่เป็นพิมพ์

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objectives) เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงสาระสำคัญของบทเรียน และมองเห็นเค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถผสมผสานแนวความคิดต่าง ๆ ของเนื้อหาให้สอดคล้องสัมพันธ์กัน ซึ่งจะมีผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) การทบทวนความรู้เดิม ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น เนื่องจากเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การทบทวนหรือทดสอบควรกระทำอย่างกระชับ และอาจเขียนโปรแกรมโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ เพื่อไปศึกษาทบทวนความรู้เก่าได้ตลอดเวลา

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) ควรเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีคำบรรยายประกอบที่สั้น ๆ ง่าย ได้ใจความสำคัญ อธิบายสิ่งที่เป็นามธรรมให้ง่ายต่อการเรียนรู้ การใช้ภาพประกอบจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำดีกว่า

5. ให้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ปรับความคิด ในสิ่งที่กำลังเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปอย่างมีขั้นตอนที่เหมาะสม การยกตัวอย่างประกอบที่หลากหลาย ทั้งตัวอย่างที่ถูกต้อง และตัวอย่างที่เป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ก็จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมต่อไป

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง (Elicit Responses) โดยพยายามให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดบทเรียน เช่น ได้ลงมือปฏิบัติ ทำแบบฝึกหัด ตอบคำถาม เพื่อสร้างเสริมความคิดและจินตนาการ ควรหลีกเลี่ยงการตอบสนองที่ซ้ำกันหลายครั้ง เช่น เมื่อทำผิด 2 ครั้ง ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับ และเปลี่ยนไปทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ควรให้ข้อมูลทันที หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามคำสั่งในบทเรียน หากเป็นไปได้ควรให้คำถาม คำตอบ และการให้ข้อมูลย้อนกลับอยู่ในกรอบเดียวกัน โดยอาจใช้ถ้อยคำหรือรูปภาพที่แตกต่างกันไปด้วยการสุมหรือใช้เสียงสูงต่ำ สำหรับการบอกว่าคุณหรือผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การประเมินผลงาน (Assess Performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองไม่ว่าจะเป็นก่อนเรียน ระหว่างการเรียน หรือหลังจากจบบทเรียน ผู้ออกแบบต้องมั่นใจว่ามีการวัดในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน และให้ผู้เรียนมีความสะดวก ชัดเจนในการตอบคำถาม การประเมินผลงานที่ถูกต้องแม่นยำจะช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงสถานภาพของตนเอง และช่วยผลักดันให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่เหมาะสมในการเรียนครั้งต่อไปอีกด้วย

9. การส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโอน (Promote Retention and Transfer) อาจทำในรูปของการสรุปประเด็น ข้อเสนอแนะ ซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน เสนอแนะสถานการณ์ที่สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ บอกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์กับความรู้เดิมหรือความรู้ใหม่ที่จะได้ศึกษาต่อไป

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 31-33) ได้สรุปขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 4 ขั้นตอน คือ

1. การวางแผน ในการวางแผนเพื่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีส่วนต้องนำมาพิจารณา 3 ประการ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นการระบุสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับหลังจากการเรียนบทเรียน

1.3 การกำหนดกิจกรรมการเรียน โดยเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาบทเรียน และความรู้หรือทักษะที่ต้องการจะให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

2. การออกแบบบทเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน และได้กำหนดวัตถุประสงค์ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนแล้ว จึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการจัดแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักของการเรียนรู้ตามธรรมชาติของเนื้อหาบทเรียน แล้วจึงกำหนดเป็นโครงสร้างบทเรียน

2.2 การเขียนผังงาน โดยการเขียนผังงานแสดงความคิดของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรมการฝึก การประเมินผลการเรียน ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้าง รวมทั้งความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่ต้องนำเสนอในบทเรียน เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

2.3 การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนการออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ทั้งที่เป็นข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการออกแบบลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะให้เห็นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพียงแต่สตอรี่บอร์ดเป็นการออกแบบลงกระดาษ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างสตอรี่บอร์ดสำหรับการผลิตสไลด์หรือโทรทัศน์นั่นเอง

3. การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการสร้างบทเรียน โดยการแปลงบทหรือสตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียน ที่จะสามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีให้เลือกหลายโปรแกรม เช่น Authorware Professional, Multimedia Toolbook หรือ Director เป็นต้น

3.2 การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะช่วยให้ผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารอาจจะเป็นลักษณะของคำแนะนำการใช้บทเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน ใบงานหรือแบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อให้การใช้บทเรียนเกิดประสิทธิผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน จะกระทำเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดทำขึ้น ก่อนจะนำไปใช้งาน Price กล่าวว่า การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียน และการประเมินเพื่อสรุปรวบยอด ในการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียนนั้น ควรเริ่มตั้งแต่ในระหว่างที่กำลังดำเนินการเขียนโครงร่างของเนื้อหาบทเรียน ออกแบบแนวการสอน สร้างบทฉบับร่าง โดยขอความร่วมมือจากผู้ที่มีความชำนาญด้านเนื้อหา ด้านการผลิตบทเรียนมาให้ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะทำอย่างไม่เป็นทางการนัก แต่จะให้ผลดีอย่างมากต่อการสร้างบทเรียนอย่างมีคุณภาพ หลังจากได้แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิข้างต้นแล้ว ก็ต้องมีการทดลองใช้กับตัวอย่างประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะต้องเลือกสรรให้เป็นตัวแทนที่ดีกล่าวคือ มีผู้เรียนทั้งในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงและชาย เป็นต้น การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่กำลังใช้บทเรียน ก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำ อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับจากผู้เรียนทั้งในแง่ผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อบทเรียน จะต้องนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาบทเรียนก่อนจะนำไปเผยแพร่แก่สาธารณชน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอม และตารางธาตุ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ พรเทพ เมืองแมน มาใช้ในการพัฒนา

2.5.6 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 144) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพอสรุปได้ดังนี้

1. เลือกเนื้อหาและกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป
2. วิเคราะห์ผู้เรียน
3. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วิเคราะห์เนื้อหาแยกเป็นหน่วยย่อย
5. ออกแบบบทเรียน โปรแกรม
6. สร้างบทเรียน โปรแกรมตามแบบ
7. เขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์
8. ป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
9. ทดลองหาประสิทธิภาพ
10. ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2535 : 14) ได้กล่าวถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ซึ่งมีองค์ประกอบในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลำดับขั้นดังนี้

1. เลือกโปรแกรมสร้างบทเรียนแบบระบบอัตโนมัติ
2. เรียนรู้วิธีใช้โปรแกรมสร้างบทเรียน
3. กำหนดรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. วางสคริปต์บทเรียน
6. สร้างบทเรียนตามสคริปต์
7. ทดลองบทเรียน
8. เก็บไฟล์บทเรียนลงแผ่น
9. เตรียมแผ่นคิสกับบทเรียน

โดยทั่วไป โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นิยมใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมภาษาซี โปรแกรมภาษาปาสคาล เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก

2. การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป แยกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 2.1 สร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้นใช้งานทั่วไป เช่น โปรแกรมที่ใช้สำหรับการนำเสนอ เช่น PC-Storyboard , Showpartner , Microsoft PowerPoint เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดและขาดความสมบูรณ์สำหรับการนำมาสร้างเป็น โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 2.2 การใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (Authoring System) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยโปรแกรมเมอร์ ซึ่งได้ออกแบบโปรแกรมประเภทนี้ไว้สำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ ดังนั้นจึงง่ายต่อครูที่ขาดทักษะการเขียน โปรแกรมให้สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

ฉลอง ทับศรี (2536 : 2-5) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนที่ชัดเจน
2. ต้องเข้ากันได้ดีกับลักษณะของผู้เรียน
3. ให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับเครื่อง (Interaction) ให้มากที่สุด
4. ควรจะเป็นลักษณะการให้การศึกษารายบุคคล

จากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควร มีลักษณะดังนี้

1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร เนื้อหาสาระที่นำเสนอสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา
2. จัดแบ่งบทเรียนเป็นส่วนย่อย ๆ อย่างเหมาะสม โดยอาจเสนอเนื้อหา มโนคติ แล้วมีคำถามเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน
3. ลำดับความคิดของบทเรียน ต้องเริ่มจากง่ายไปหายาก จากสิ่งที่เป็นพื้นฐาน ไปสู่สิ่งที่ซับซ้อน มีการผูกโยงสาระที่น่าสนใจชวนติดตาม
4. จัดทำโปรแกรมให้มีความยืดหยุ่น เปิดกว้างให้มีการปรับปรุง เพิ่มเติมเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกันได้ในโอกาสต่อไป
5. ทันสมัย ทันเหตุการณ์ มีการกล่าวถึงสิ่งที่เป็นปัจจุบันและใกล้ตัวผู้เรียน และมีการดูแลอย่างต่อเนื่อง เพราะในบางกรณีอาจต้องมีการแก้ไขสาระบางประการในบทเรียนทุกปี เพื่อมิให้บทเรียนล้าสมัย
6. ใช้เวลาที่เหมาะสมในการศึกษาบทเรียน ทั้งในกรณีของผู้เรียนดี เรียนปานกลาง และเรียนอ่อน และให้ผู้เรียนสามารถควบคุมอัตราเร็วของการศึกษาบทเรียนในแต่ละช่วงได้ด้วยตนเอง
7. ออกแบบให้มีการใช้หน้าจออย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ มีความประณีต จัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ อ่านง่าย สบายตา รมัควางไม่ให้เกิดความสับสนแน่นอนหน้าจอเกินไป
8. จัดพิมพ์สาระที่นำเสนอด้วยตัวหนังสือที่มีขนาดเหมาะสม ตัวสะกด การันต์ถูกต้อง
9. ใช้สี กราฟิก และเสียง อย่างเหมาะสมกับเนื้อหา ไม่ควรให้เกิดบทเรียนที่มีสีสันสวยงาม ใช้เทคนิคต่าง ๆ เป็นที่น่าตื่นตา ตื่นใจ แต่ด้อยค่าในเนื้อหาสาระ ก่อนที่จะเผยแพร่บทเรียน จำเป็นต้องสร้างคู่มือการใช้งานของบทเรียนดังกล่าว เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นภพินท์ อนันตรศิริชัย (2530 : 25) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่ดี เพราะสามารถทำในสิ่งที่ยากหรือในสิ่งที่วิธีอื่น ๆ ทำไม่ได้
 2. ช่วยลดปัญหาในชั้นเรียนระหว่างครูกับนักเรียนและระหว่างนักเรียนกับนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน ทำให้ครูมีเวลาพอที่จะแนะนำและกวดขันการเรียนของนักเรียน
 3. นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง และทำการทดลองตามภาพจำลองซ้ำ ๆ กัน หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้รู้จริงและเข้าใจจริง
 4. วิชาที่นักเรียนเข้าใจยาก เช่น เคมี ฟิสิกส์ คอมพิวเตอร์ สามารถช่วยได้ในด้านการจำลองภาพ ทำให้นักเรียนได้ทดลองและสังเกตผลที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น
 5. นักเรียนที่ต้องเรียนซ่อมเสริมสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง โดยใช้เวลานอกเหนือจากการเรียนวิชาอื่น ๆ จนกว่าจะสอบซ่อมเสริมผ่าน ซึ่งจะเป็นการลดภาระของครูในด้านการสอนซ่อมเสริมเป็นรายบุคคล หรือลดปัญหาการขาดแคลนครูผู้สอนซ่อมเสริม
 6. ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดการสอนซ่อมเสริมแต่ละครั้ง
- กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 198) ได้สรุปถึงคุณค่าและประโยชน์ของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. การใช้สื่อ ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนจินตทัศน์ จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนได้ เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้อาจนำมาใช้ได้ ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่ง โดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องมือเมื่อตอบคำถามผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

ถนอมพร เล้าหจรัสแสง (2541 : 12) ได้สรุปถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะและเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการสอนเสริมหรือสอนทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนก็สามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ที่ซึ่งสะดวก

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียน

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมากมาย ดังนี้

1. ให้ผลในการเรียนรู้และความคงทนของความรู้ได้ดีกว่าหรือเท่ากับการสอนปกติ
2. ช่วยในการฝึกซ้ำ ๆ ได้ โดยไม่จำกัดความต้องการของนักเรียน
3. สามารถจำลองสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ได้ดีเท่ากับการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง แต่ใช้เวลาสั้นกว่า
4. ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ช่วยพัฒนานักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

5. ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6. ใช้เป็นสื่อการสอนที่ให้ผลดีกว่าสื่ออื่น ๆ

7. เป็นสื่อในการสอนเสริมที่ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

8. ช่วยพัฒนากระบวนการคิด การใช้เหตุผล

9. ช่วยในการวินิจฉัย และแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียน

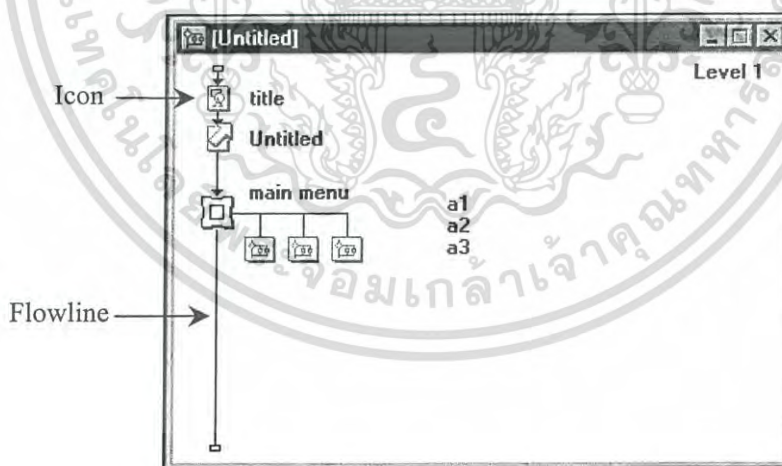
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์และเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนมาก แต่อย่างไรก็ตามครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงข้อจำกัด หรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นได้ เพราะการนำมาใช้ จะไม่สามารถแก้ปัญหาการเรียนการสอนได้ทั้งหมดทุกปัญหา เนื่องจากคอมพิวเตอร์เป็นเพียงอุปกรณ์ หรือเครื่องมือชนิดหนึ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเพื่อการเรียนรู้เท่านั้น

2.5.9 โปรแกรม Authorware Professional

โปรแกรมสำเร็จรูปที่นิยมนำมาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในปัจจุบันมีหลายโปรแกรมด้วยกัน เช่น Multimedia Toolbook, Director และ Authorware Professional ดังนั้น เพื่อที่จะสามารถเลือกใช้โปรแกรมได้อย่างเหมาะสม ผู้สอนหรือผู้ที่สนใจในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะศึกษาถึงความสามารถและข้อเด่นของแต่ละโปรแกรมให้เข้าใจเสียก่อน เนื่องจากแต่ละโปรแกรมก็มีความสามารถและข้อเด่นแตกต่างกันไป

Authorware Professional เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System หรือโปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับครูและนักศึกษาที่มีพื้นความรู้ด้านภาษาคอมพิวเตอร์ไม่มาก แต่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการเรียนการสอนในวิชาที่ต้องการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ โปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพมาก สามารถสร้างงานที่เป็นลักษณะมัลติมีเดีย มีความสมบูรณ์ทั้งภาพ เสียง ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีโอ สามารถพัฒนารูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับตัวบทเรียนได้หลายรูปแบบ โดยเป็นโปรแกรมระบบช่วยสร้างที่ทำงานระบบปฏิบัติการ Windows (บุปผชาติ ทัททิกรณ์, 2537 : 1)

Authorware มีความสามารถในการสร้างโปรแกรมได้ทันที โดยไม่ต้องเขียนลงกระดาษ ลักษณะคล้ายกับ Flowchart แต่ที่พิเศษกว่านั้นคือ Authorware จะสร้างโปรแกรมตามการออกแบบมาให้ทันที โดยที่ไม่ต้องลงมือเขียนโปรแกรมภาษาขึ้นมาเอง เพียงแต่ออกแบบมาให้ว่าต้องการอะไรก็พอ ซึ่งโครงสร้างโปรแกรมจะอยู่ในรูปของ Flowline ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 เส้น Flowline

Flowline คือ เส้นเชื่อมโยงการทำงานคล้ายกับเส้นเชื่อมต่อระหว่างส่วนต่าง ๆ ใน Flowchart สำหรับไอคอน (Icon) ที่ต้องการมาวางบนเส้นเชื่อมโยง โดยการทำงานเป็นไปตามลำดับของไอคอนที่เรียงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.9.1 ลักษณะทั่วไปของโปรแกรม Authorware Professional

พรเทพ เมืองแมน (2544 : 73-74) ได้กล่าวถึงลักษณะทั่วไปและความสามารถของโปรแกรม Authorware ไว้ดังนี้

1. เป็นโปรแกรมที่สื่อสารกับผู้ใช้โดยอาศัยวัตถุ (Object Oriented) โดยที่วัตถุ (Object) ของโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นไอคอน (Icon) ผู้ใช้จึงสามารถเข้าใจวิธีการใช้โปรแกรมได้ง่าย เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นหรือผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์มาก่อน ในขณะที่เดียวกันสำหรับผู้ที่มีความรู้ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ทำงานบนวินโดวส์มาแล้วเป็นอย่างดีก็จะสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น
2. สามารถนำเสนอบทเรียนในลักษณะที่เป็นสื่อประสม (Multimedia) โดยที่สามารถนำเสนอได้ทั้งในรูปแบบของข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง และสามารถแสดงผลพร้อม ๆ กันได้ด้วย
3. สามารถออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนมีการโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเลือกตอบ การจับคู่ หรือการเติมข้อความ เป็นต้น
4. สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมประเภทสื่อประสม (Multimedia) อื่น ๆ ได้ดี เช่น โปรแกรม Microsoft PowerPoint, Microsoft Word หรือ GIF Construction Set เป็นต้น
5. สามารถสร้างบทเรียนที่ทำงานบน World Wide Web ได้ โดยการ Package ด้วยโปรแกรม Authorware Afterburner ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม Authorware Professional

2.5.9.2 จุดเด่นของโปรแกรม Authorware Professional

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2537 : 1-3) และมธุรส จงชัยกิจ (2537 : 11-16) กล่าวถึง จุดเด่นของโปรแกรม Authorware Professional สรุปได้ว่า เป็นระบบช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พร้อมด้วยคุณลักษณะของระบบช่วยสร้างที่ดี ได้แก่

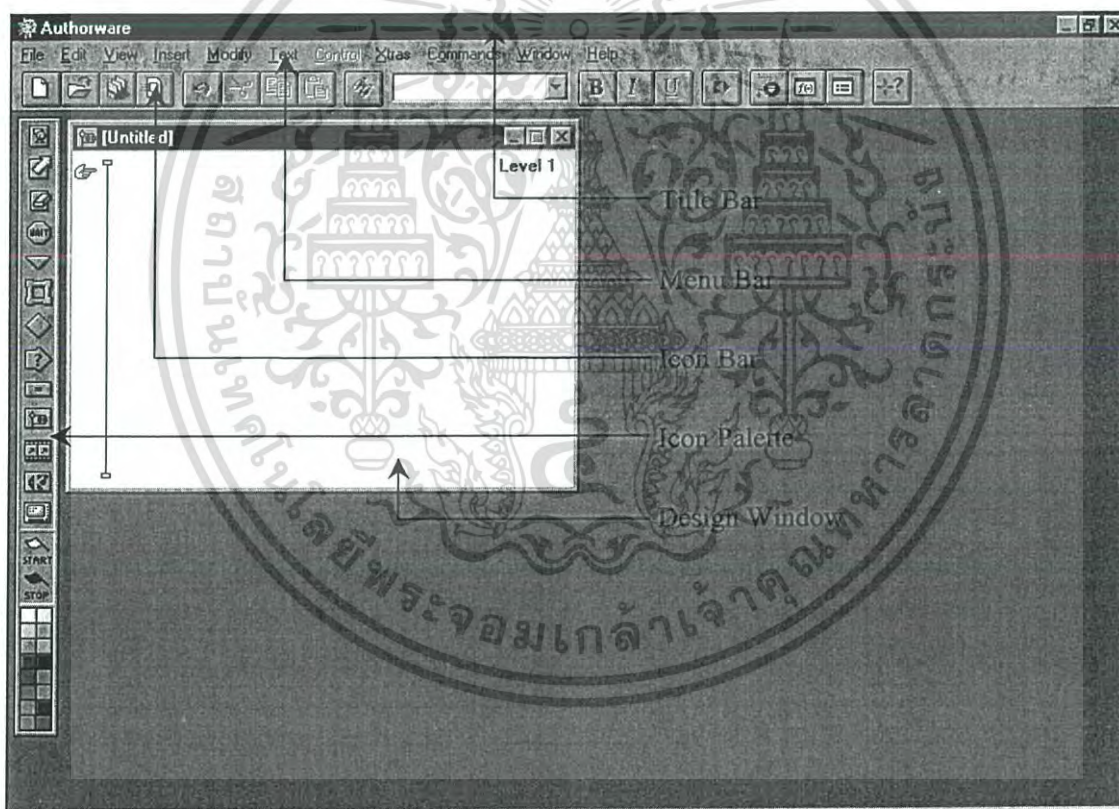
1. ใช้งานได้ง่าย ผู้สร้างบทเรียนไม่จำเป็นต้องอาศัยความรู้ในการเขียนโปรแกรม
2. ความเป็นสื่อประสมที่สามารถทำงานร่วมกับสื่อเสียงและภาพเคลื่อนไหว
3. ความสะดวกในการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้งาน รวมทั้งการเชื่อมโยงเข้ากับไฟล์โปรแกรม ฐานข้อมูล และระบบเครือข่าย
4. มีความเป็นวัตถุ
5. สามารถแก้ไขได้โดยตรง
6. แสดงภาพกราฟิกได้
7. แสดงภาพเคลื่อนไหวได้ตามข้อมูลที่กำหนด
8. มีกล่องเครื่องมือสร้างภาพที่สะดวกในการใช้
9. สามารถวิเคราะห์การตอบสนองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. สามารถแสดงเหตุการณ์ต่าง ๆ ไปพร้อมกันได้
11. สามารถแตกกิ่งเนื้อหาได้ตามลำพัง
12. มีรูปแบบโครงสร้างของบทเรียน
13. มีตัวแปร
14. มีหน้าที่จัดการเรียนการสอน
15. สร้างไฟล์ข้อมูลนอกโปรแกรมได้
16. พัฒนาและนำไปใช้งานต่างระบบได้
17. ใช้ภาษาท้องถิ่น (Local language) ได้
18. จัดการเอกสารที่เกี่ยวข้องได้แบบอัตโนมัติ

2.5.9.3 ส่วนประกอบของโปรแกรม Authorware Professional

โปรแกรม Authorware Professional ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน ดังนี้



ภาพที่ 2.15 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม Authorware Professional

1. แถบชื่อ (Title Bar) จะอยู่บนสุด ถ้าเป็นโปรแกรมจะมีชื่อว่า Authorware แต่ถ้าเป็นโปรแกรมที่ตั้งชื่อไว้แล้ว จะเป็นชื่อที่ตั้งไว้ปรากฏอยู่บน Title Bar นี้ด้วย
2. แถบเมนู (Menu Bar) อยู่ถัดลงมาจาก Title Bar จะมีเมนูอยู่บนแถบนี้ 10 เมนู แต่ละเมนูจะมีเมนูย่อยเป็นแบบ Pull Down Menu ใช้สำหรับแสดงคำสั่งต่าง ๆ ให้เลือกใช้และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการทำงานของโปรแกรม Authorware ซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับเมนูคำสั่งของโปรแกรมทั่วไป

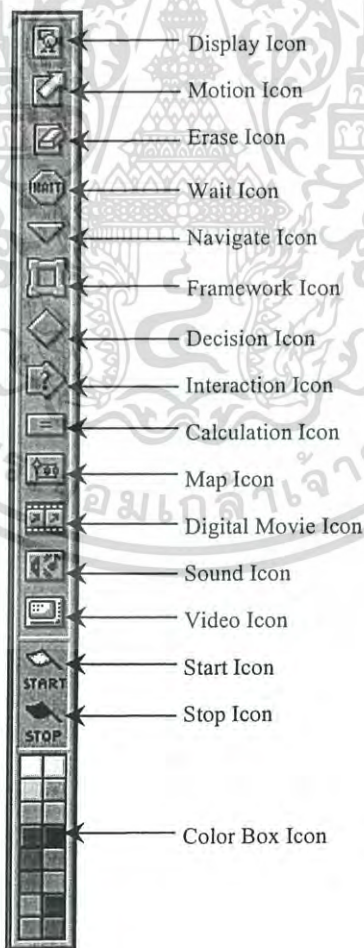
3. แถบไอคอน (Icon Bar) เป็นไอคอนรูปต่าง ๆ โดยเอาคำสั่งจากเมนูย่อยของแถบเมนูคำสั่งที่ใช้บ่อย ๆ มาทำเป็นไอคอน เพื่อความสะดวกในการเรียกใช้งาน

4. ไอคอนพาเลตต์ (Icon Palette) เป็นแถบไอคอนเครื่องมือ (Tools) เรียงตามแนวตั้งอยู่ทางด้านซ้ายของจอภาพ ซึ่งประกอบด้วยไอคอน 16 ไอคอน แต่ละไอคอนจะใช้งานอย่างไรอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถเลือกใช้ไอคอนได้ โดยการลากมาวางไว้ที่ Flowline ตามต้องการ

5. หน้าต่างออกแบบ (Design Window) เป็นหน้าต่างว่าง ๆ มีเส้น Flowline 1 เส้น เพื่อเตรียมไว้สำหรับการออกแบบงาน สามารถใช้เมาส์ลากขอบหน้าต่างนี้เข้าออกได้เพื่อย่อหรือขยายขนาดของหน้าต่าง

Toolbar Palette

โปรแกรม Authorware มี Toolbar Palette ซึ่งประกอบด้วย Icon Palette 16 ไอคอน ซึ่ง Icon Palette เป็นปุ่มเครื่องมือที่จะนำไปวางบน Flowline เพื่อทำงาน (Design) แต่ละไอคอนจะมีชื่อเรียกต่าง ๆ กัน ดังนี้



ภาพที่ 2.16 ชื่อเครื่องมือต่าง ๆ ใน Icon Palette

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Display Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการสร้างภาพที่อาจสร้างขึ้นเองหรือนำมาจากที่อื่น (Imported)

2. Motion Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการทำให้ภาพที่สร้างใน Display Icon เคลื่อนที่ มีภาพแบบการเคลื่อนที่ให้เลือก 5 ภาพ เช่น การเคลื่อนที่จากตำแหน่งที่อยู่ไปยังตำแหน่งที่เป็นจุดหมายปลายทางด้วยความเร็วหรือเวลาตามที่กำหนดให้ หรือเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ เป็นต้น

3. Erase Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการลบภาพที่สร้างใน Display Icon มีเมนูให้เลือกใช้ Effect ของการลบภาพ ซึ่งมีรายการเหมือนกันกับใน Display Icon

4. Wait Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดให้หยุดคอย จนกว่าจะมีการตอบสนองเหตุการณ์ที่คอย เช่น การใช้เมาส์คลิกที่ปุ่ม Continue การครบกำหนดของการตั้งเวลา หรือการกดปุ่มคีย์บอร์ด เป็นต้น

5. Navigate Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการนำไอคอนต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon

6. Framework Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในเงื่อนไขของ Hypermedia Interactive รวมถึง Interaction ต่าง ๆ ใช้เป็นชุดรวมทางแยกการนำเสนอ

7. Decision Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการกำหนดทางเลือกว่าจะให้เลือกแบบสุ่มหรือเลือกเรียงตามลำดับรายการที่มีให้เลือก

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

9. Calculation Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้ในการคำนวณและควบคุมค่าของตัวแปร ช่วยให้นักเรียนมีความสมบูรณ์ในการนำไปใช้ ทั้งด้านการแตกกิ่งไปยังส่วนต่าง ๆ (Branching) และการคำนวณเพื่อประมวลผล

10. Map Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ทำหน้าที่รวมกลุ่มสัญลักษณ์ภาพอื่น ๆ ให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทำให้สะดวกต่อการแก้ไขและสร้างบทเรียนในแต่ละส่วนประกอบย่อย ก่อนที่จะนำมารวมเป็นองค์ประกอบใหญ่ เป็นการลดจำนวนสัญลักษณ์ภาพบนเส้นลำดับบทเรียน ทำให้สะดวกในการออกแบบ

11. Digital Movie Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่นำมาใช้เลือกแสดงภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบบทเรียน

12. Sound Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการเลือกเสียงดนตรีต่าง ๆ มาประกอบในบทเรียน ใช้ในงานมัลติมีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Video Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้เลือกจากภาพวิดีโอมาประกอบในบทเรียนใช้งานในลักษณะเดียวกับ Sound Icon

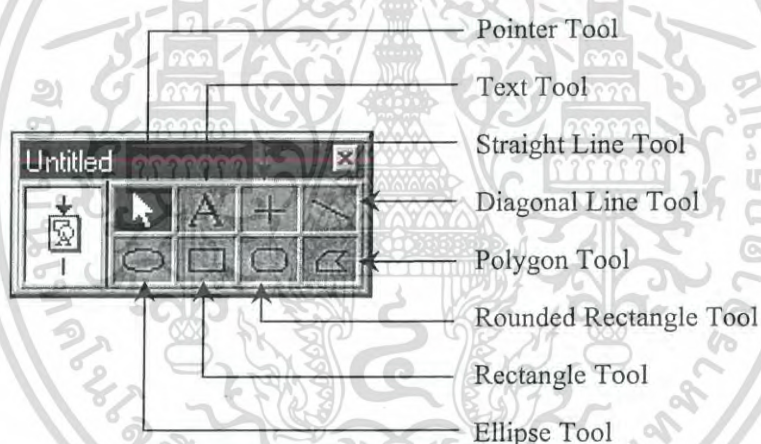
14. Start Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นบนเส้นลำดับบทเรียนเพื่อทดลองบทเรียนที่สร้างว่ามีการนำเสนอเป็นอย่างไร

15. Stop Icon เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ในการกำหนดสิ้นสุดบนเส้นลำดับบทเรียน เพื่อทดลองบทเรียนที่สร้างว่ามีการนำเสนอเป็นอย่างไร

16. Color Box Icon เป็นสัญลักษณ์ภาพที่ใช้เป็นตัวกำหนดสีให้แก่ไอคอนแต่ละไอคอนที่อยู่บน Flowline

Graphic Toolbox

Graphic Toolbox เป็นกล่องเครื่องมือสร้างภาพ มีลักษณะคล้ายหน้าต่างอื่นทั่วไป แต่ลดคุณสมบัติบางประการลง ประกอบด้วยแถบชื่อและสัญลักษณ์ภาพที่กำลังสร้างหรือแก้ไขการทำงานของกล่องเครื่องมือสร้างภาพ มีลักษณะคล้ายปุ่มคอนโทรลเมนู มีสัญลักษณ์ภาพของเครื่องมือให้ใช้อยู่ 8 ช่องรายการ ดังนี้



ภาพที่ 2.17 เครื่องมือสร้างภาพต่างๆ ใน Graphic Toolbox

1. Pointer Tool ใช้สำหรับเลือกภาพหรือข้อความเพื่อการเคลื่อนย้าย
2. Text Tool ใช้สำหรับสร้างข้อความต่าง ๆ
3. Straight Line Tool ใช้สำหรับลากเส้นตรงระหว่างจุด 2 จุด
4. Diagonal Line Tool ใช้สำหรับลากเส้นตรง 45 องศา ระหว่างจุด 2 จุด
5. Ellipse Tool ใช้สำหรับสร้างภาพวงรี ภาพไข่ ภาพวงกลม
6. Rectangle Tool ใช้สำหรับสร้างภาพสี่เหลี่ยมมุมฉาก
7. Rounded Rectangle Tool ใช้สำหรับสร้างภาพสี่เหลี่ยมมุมโค้งมน
8. Polygon Tool ใช้สำหรับสร้างภาพหลายเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.10 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2521 : 134-140) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ดังนี้

1. กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ ทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลสัมฤทธิ์) โดยการกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพผลสัมฤทธิ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80 , 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติ อาจตั้งไว้ที่ 70/70 หรือ 75/75 โดยที่ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 โดยที่

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ผู้เรียนทั้งหมดสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ยร้อยละ 80

2. คำนวณหาประสิทธิภาพ โดยการใช้สูตร E_1/E_2 โดย E_1 และ E_2 ได้มาจาก

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

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพ มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทดลองแบบเดี่ยว (1 : 1) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อ เด็ก 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน เด็กปานกลาง และเด็กเก่ง ควรทำการทดลองกับเด็กอ่อนก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดลองใช้กับเด็กปานกลาง และนำไปทดลองใช้กับเด็กเก่ง กำหนดหาประสิทธิภาพ เสร็จแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสม ก็ให้ทดลองกับเด็กอ่อนหรือเด็กปานกลาง โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ แต่เมื่อได้รับการปรับปรุงแล้วคะแนนที่ได้จะสูงขึ้นมากก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่ม ในขั้นนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

3.2 ทดลองแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อ เด็กไม่เกิน 10 คน (ละเด็กเก่ง เด็กปานกลาง และเด็กอ่อน) กำหนดหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณร้อยละ 10 นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3.3 ทดลองภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดลองครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้นไม่เกิน 100 คน กำหนดหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่ควรเกินร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใหม่ โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

2.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่าน ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2521 : 13) ให้ความหมายไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใด ๆ ที่ต้องอาศัยทักษะหรือมีเจตจำนงนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

ไพศาล หวังพานิช (2526 : 30-31) ได้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถที่เป็นผลจากการเรียนการสอน เป็นคุณลักษณะของผู้เรียนที่พัฒนาออกมาขึ้นจากการฝึกอบรมสั่งสอนโดยตรง คือ เป็นพฤติกรรมที่เป็นผลจากการเรียนของเด็ก ซึ่งได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การวิเคราะห์ การนำไปใช้ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อารมณี เพชรชื่น (2527 : 46) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่โรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้สึกลำบาก จริยธรรมต่าง ๆ

อุษณีย์ ธนารุณ (2536 : 58) ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึกลำบาก และค่านิยมต่าง ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการศึกษาอบรมหรือจากการสอบ การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือระดับความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหน ซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอนคือ

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น ซึ่งการวัดต้องใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ”

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ (Content) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ “ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์”

2.6.2 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาและนักวิจัยหลายท่านได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

นิโลบล นิมกักรัตน์ (2523 : 24) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้ตรวจสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพทางด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากการอบรมสั่งสอนภายในเวลาที่กำหนด

กานดา พูนลาภทวี (2530 : 4) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ความสามารถด้านต่าง ๆ เมื่อได้รับประสบการณ์เฉพาะอย่างไปแล้ว ซึ่งจะเป็นการวัดความสามารถทางวิชาการต่าง ๆ โดยมุ่งวัดว่า นักเรียนมีความรู้หรือมีทักษะในวิชานั้นมากน้อยเพียงใด

ภัทรา นิคมานนท์ (2532 : 6) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่า หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่ได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ไว้ได้มากน้อยเพียงไร โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนการสอนว่าได้ผลอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bloom (1956 : 6-8) ได้กำหนดพฤติกรรมที่ต้องประเมินในวิชาวิทยาศาสตร์ 5 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)
3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)
4. เจตคติและความสนใจ (Attitude and Interests)
5. ทักษะปฏิบัติการ (Manual Skill)

2.6.3 ประเภทของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 3-16) ได้นำการวัดผลด้านพุทธิพิสัยมาใช้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Klopfer มาปรับปรุง โดยได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยเป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. ด้านความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิค วิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ ไม่เกินร้อยละสิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ด้านความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนก จัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ใช้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

- 2.1 ความสามารถอธิบายความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง
- 2.2 ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบหรือสถานการณ์ใหม่
- 2.3 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การวัดพฤติกรรมความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตนเอง หรือระบุข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือแปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความ สัญลักษณ์ รูปภาพ หรือแผนภาพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ดังต่อไปนี้

3.1 การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัด และการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3.3 การตีความหมายข้อมูลและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกตต่าง ๆ การตีความขยายความจากข้อมูล การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วย ความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่าง ๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลอง การแปลความหมายและการประเมินผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบทดลอง การปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลอง

4. ด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่มีลักษณะแบบยกสถานการณ์หรือปัญหาใหม่ ๆ มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจในแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ รวมทั้งต้องใช้ความสามารถระดับสูง ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานั้น การประเมินผลการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ โดยทั่วไปครูประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจจากการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของผู้เรียนที่ได้รับจากการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชานั้น ๆ สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งวัดในด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ภัทธา นิคมานนท์ (2532: 47) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพเพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวัดนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือ วัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดประสงค์ วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริง และวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดี วัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัย จะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้ายคือ แปลความหมายคะแนนได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยากปานกลาง และค่อนข้างง่าย

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ หมายถึง ข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับ คนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและผิดพอ ๆ กัน ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า r อยู่ระหว่าง -1.00 ถึง $+1.00$ ค่า r เป็นเครื่องหมายลบ หมายความว่า จำแนกไม่ได้ คนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน r มีเครื่องหมายบวก หมายความว่า จำแนกได้ คนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่ดีมีค่า r ใกล้ศูนย์ ($r = -0.19$ ถึง $+0.19$) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้ เพราะคนเก่งตอบถูกพอ ๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 1.00

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ เครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องการให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามช่วย (Exemplary) มีลักษณะที่ท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบและทำด้วยความเต็มใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามวงกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

2.6.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 26) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบวัดผลสัมฤทธิ์ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชา ชั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่จะต้องวัด แต่ละหัวข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร กำหนดออกมาให้ชัดเจน
2. กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบ จากชั้นแรกพิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละกี่ข้อ พฤติกรรมย่อยดังกล่าวคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้ว ต่อมาพิจารณาว่าจะต้องออกข้อสอบเกินไว้กี่ข้อ การเกินอย่างน้อย 25% ทั้งนี้เนื่องจากหลังจากที่นำไปทดลองใช้และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อแล้ว จะตัดข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง
3. กำหนดรูปแบบข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ขั้นตอนนี้จะเป็นการตัดสินใจว่าจะใช้รูปแบบคำถามรูปแบบใด และศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนข้อคำถามแบบนั้น ๆ ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบเพื่อวัดจุดประสงค์ประเภทต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อที่จะได้นำมาใช้ในการเขียนข้อสอบของตน
4. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามตารางที่ได้กำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้และใช้รูปแบบเทคนิคการเขียนข้อสอบตามขั้นที่ 3
5. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นที่ 4 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและด้านเนื้อหาจำนวนไม่ต่ำกว่า 3 คนพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์ที่ระบุไว้หรือไม่
7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดที่ผ่านการพิจารณาว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ ปรับปรุง นำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มทดลองจริง นำผลการสอบมาวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์ คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ และหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

9. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์จากผลการวิเคราะห์ในขั้นที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต มีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดชัดเจน ผู้อ่านเข้าใจ

2.6.6 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

อุษณีย์ ธนารุณ (2536 : 59) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสรุปได้ว่า ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 ประการคือ

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด หมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียน ซึ่งประกอบด้วยความถนัดและพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัย หมายถึง สถานการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทักษะคิดต่อเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียนและระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง และลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอน ได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนและการเสริมแรงของครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้อีกต้องหรือไม่

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทและเป็นที่ยอมรับกัน ในวงการศึกษารูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษา นักวิชาการ ตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้ให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์อย่างกว้างขวาง โดยมุ่งศึกษาค้นคว้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ให้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ดังเช่นงานวิจัยต่อไปนี้

ประเสริฐ เลิศขันธ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรม เรื่องการแยกแรงแและการหาแรงลัพธ์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2539 วิทยาลัยเทคนิคกาญจนาภิเษกมหานคร กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 40 คน กลุ่มทดลองให้เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมเรียนโดยไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกลุ่มที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คูสิต พันธุ์พุกภัย (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนพรตพิทยพัฒน์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณวลัย วิจันทร์โต (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 71.48/69.50 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนทร สร้อยเรืองศรี (2546 : 47) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 77.33/71.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ขวัญตา ปฏิเวธวิฑูร (2546 : 63) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนประชาราษฎร์อุปถัมภ์ ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85.33/88.50 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัฐพล จินะวงศ์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนซ่อมเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทท์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จำลอง ศรีสง่า (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลอจิกเกต วิชาดิจิทัลเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ปีการศึกษา 2/2545 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.40 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทองอินทร์ ไหววดี (2546 : 65) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลพื้นฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อชีวิต กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาภาคปกติ ระดับปริญญาตรี 4 ปี สถาบันราชภัฏสุรินทร์ จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมากและมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.25/85.08 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

ภิญโญ จูลี (2546 : 49) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้า กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2545 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.57/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

นิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ยาเสพติดสำหรับเยาวชน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า ระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.11/83.06 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

นพพร น้อยวัฒนกุล (2547 : 43) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การไหลของของไหล กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรมและสาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สมบูรณ์ ฉัตรอำไพพรรณ (2547 : 47) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การใช้งานเตาไมโครเวฟ กลุ่มตัวอย่างเป็นพนักงานบริษัท แก๊สโซลีน (ประเทศไทย) จำกัด จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.67/82.83 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยข้างต้น จะเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น และทำให้รู้จักนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ควบคู่ไปกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน ทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ เพื่อเป็นสื่อที่สามารถถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับรู้เป็นรูปธรรมมากขึ้นและสามารถถ่ายทอดเนื้อหาวิชาที่จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 315 คน จากนักเรียน 7 ห้องเรียน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มนักเรียนมา 1 ห้องเรียน จากนักเรียน 7 ห้องเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประการ คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี

เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นชุดเดียวกัน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ พรเทพ เมืองแมน (2544 : 31-33) มาใช้ในการพัฒนา ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การวางแผน
2. การออกแบบบทเรียน
3. การสร้างบทเรียน
4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน

รายละเอียดของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 4 ขั้นตอนดังกล่าว ผู้วิจัยได้ดัดแปลงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. การวางแผน มีขั้นตอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เพื่อให้ได้โครงสร้างของเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน

1.2 ศึกษาทฤษฎีและหลักการของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือก โปรแกรม Authorware Professional มาใช้ในการสร้าง

1.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน เพื่อระบุสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับหลังจากการเรียนรู้บทเรียน

2. การออกแบบบทเรียน มีขั้นตอนดังนี้

2.1 นำเนื้อหาวิชาเคมีมาทำการจัดแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อย ๆ และจัดลำดับของเนื้อหา

2.2 เขียนสตอรี่บอร์ด ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา คำอธิบาย ตัวอย่าง และแบบทดสอบประจำหน่วยย่อย ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

3. การสร้างบทเรียน มีขั้นตอนดังนี้

นำสตอรี่บอร์ดที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนบททวน โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional

4. การประเมินและแก้ไขบทเรียน มีขั้นตอนดังนี้

4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค การผลิตสื่อ ตรวจสอบและประเมินคุณภาพสื่อ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา มีรายนามดังต่อไปนี้

1. อาจารย์ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์

ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 9 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์

2. อาจารย์สุปรีดา จุฬาววัฒนทล

ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

3. อาจารย์ณัฐสรวง ทิพานุกะ

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ได้พิจารณาให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1) ตัดเนื้อหาบางส่วนที่ยากเกินไปออก เนื่องจากจะทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง

2) เพิ่มรูปประกอบเนื้อหาที่เป็นภาพเคลื่อนไหว เพื่อแสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาในการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีรายนามดังต่อไปนี้

1. อาจารย์อัญชติ ชูจิตติ

ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8 โรงเรียนหอวัง

2. อาจารย์ลัดดาวรรณ เจริญศักดิ์ศิริ

ตำแหน่ง อาจารย์ระดับ 7 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. อาจารย์นันทวรรณ ทรธยาเวก

ตำแหน่ง ผู้อำนวยการสาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้พิจารณาให้ข้อเสนอแนะ

ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) เพิ่มเสียงดนตรีเข้าไปในบทเรียน เพื่อช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียน
- 2) เพิ่มปุ่มเปิดและปิดเสียง เพื่อทำการควบคุมเสียง

4.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนไปทดลองใช้กับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 1 คน โดยครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาคัดเลือก นำมาปรับปรุงแก้ไขดังนี้

- 1) ปรับปรุงเสียงก่อนการเข้าสู่บทเรียน
- 2) ลดระยะเวลาในการออกจากบทเรียน

4.4 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 6 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน อย่างละ 2 คน โดยครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาคัดเลือก นำมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนที่ถูกต้องและสมบูรณ์มากขึ้น ดังนี้

- 1) เพิ่มการสรุปผลคะแนนแบบทดสอบเป็นร้อยละ

4.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบก่อนนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4.6 นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80

รายละเอียดของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ สรุปได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์และรายการประเมินของแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2. สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดระดับคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนจากค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.50-5.00 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดีมาก

3.50-4.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ดี

2.50-3.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ปานกลาง

1.50-2.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ พอใช้

1.00-1.49 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

3. แบบประเมินคุณภาพที่สร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบประเมินคุณภาพให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบและประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

5. นำแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผลการประเมินแต่ละรายการจำเป็นต้องมีค่าเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป จึงจะถือว่ามีความคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด แต่ถ้าผลการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขส่วนที่บกพร่อง

3.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทฤษฎีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารและตำราเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างแบบทดสอบ

2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ จากหนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 75 ข้อ แล้วนำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

4. นำแบบทดสอบให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบความตรง (Validity) เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้

เกณฑ์การให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ มีดังต่อไปนี้

+1 สำหรับ ข้อคำถามที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 สำหรับ ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 สำหรับ ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC (บุญเชิด ภิญโญนันตพงษ์. 2538 : 88-89)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบนั้นมีความตรง จากการวิเคราะห์ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 แสดงว่าข้อสอบนี้มีความตรง

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้

7. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ที่ผ่านการเรียน เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ มาแล้ว จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

8. นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือเลือกตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกันเป็น 0 คะแนน

9. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ดังสูตร (อ้างในวรรณวลัย วิจันทร์โต. 2545 : 50)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

เมื่อ R_h, R_l แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามลำดับ

n_h, n_l แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามลำดับ

p แทน ค่าความยากง่าย

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

โดยกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

10. คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ไว้ 50 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 75 ข้อ

11. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่คัดเลือกมาไว้แล้ว 50 ข้อ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2540 : 162)

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1 - p$)

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการทดสอบ

จากการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 0.90

12. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

รายละเอียดของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอม และตารางธาตุ สรุปได้ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design) ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง

Group	Pretest	Treatment	Posttest
RE	T ₁	X	T ₂

เมื่อ RE แทน กลุ่มทดลองที่ได้รับเลือกมาโดยวิธีสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม
 T₁ แทน การทดสอบก่อนเรียน
 X แทน การเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน
 T₂ แทน การทดสอบหลังเรียน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ผู้วิจัยได้ติดต่อขอรับหนังสือจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เพื่อขออนุญาตดำเนินการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ กับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สถานที่ทดลองคือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี

2. ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองดังนี้

2.1 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่สร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบแล้ว จำนวน 50 ข้อ ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

2.2 แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

2.3 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยนักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลังจากที้นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

2.5 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบได้ถูกต้อง และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

2.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสูตร

3.4.1.1 ค่าเฉลี่ย (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2540 : 163)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวมจากแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน

3.4.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2540 : 178)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละค่าในชุดข้อมูล

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เกี่ยวข้องรวมจากแบบประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน
ทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยใช้เกณฑ์ E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 134)

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

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

- เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของคะแนนรวมที่
นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยระหว่างเรียนได้ถูกต้อง
- E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่นักเรียนทำแบบ
ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนครบทุกหน่วยได้ถูกต้อง
- ΣX แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
- ΣF แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
- N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
- A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
- B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของ
นักเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน โดยการ
ทดสอบค่าที (t-test) ชนิด Dependent Sample (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544 : 193)

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}, \quad df = n - 1$$

- เมื่อ t แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน
- ΣD แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับ
หลังเรียน
- ΣD^2 แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับ
หลังเรียนยกกำลังสอง
- n แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลการวิเคราะห์ที่แสดงดังตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ด้านเนื้อหา

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
1	เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
2	ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
3	การเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.67	0.58	ดีมาก
4	การดำเนินเนื้อหามีความต่อเนื่อง	4.00	0.00	ดี
5	เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน	4.33	0.58	ดี
6	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5.00	0.00	ดีมาก
7	ความถูกต้องชัดเจนของเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
8	ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านการสื่อความหมาย	4.67	0.58	ดีมาก
9	ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการทบทวนบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
10	ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ	4.00	0.00	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ด้านเนื้อหาโดยรวมเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่ให้นำไปใช้เพื่อการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยที่ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาและความถูกต้องของภาษาที่ใช้อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.00

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการนำเสนอ				
1	การนำเสนอที่น่าสนใจ และชวนให้ติดตาม	4.33	0.58	ดี
2	การนำเสนอเหมาะสมกับวัย และความสามารถของนักเรียน	4.00	0.00	ดี
3	นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ง่าย รวดเร็ว และมีคุณภาพ	4.33	0.58	ดี
4	ข้อความและเนื้อหาที่ใช้ในการอธิบาย สั้น ง่าย และเข้าใจความ	4.67	0.58	ดีมาก
5	การใช้ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับเนื้อหา	4.33	0.58	ดี
6	การใช้เสียงประกอบเหมาะสม	4.00	1.00	ดี
7	ภาพประกอบและการใช้สีดูง่าย สบายตา	4.00	0.00	ดี
8	ความเหมาะสมของขนาด รูปแบบ และสีของตัวอักษร	4.67	0.58	ดีมาก
9	ความเหมาะสมในการจัดข้อมูลย้อนกลับ และการเสริมแรง	4.33	0.58	ดี
10	เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน	4.00	0.00	ดี
ด้านการนำเสนอโดยรวม		4.27	0.11	ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการนำไปใช้				
11	นักเรียนสามารถนำบทเรียน ไปใช้ได้ง่ายและสะดวก	4.67	0.58	ดีมาก
12	มีคำแนะนำและวิธีการใช้บทเรียนที่เข้าใจได้ง่ายและ อย่างชัดเจน	4.00	0.00	ดี
13	ความเหมาะสมของวิธีการเปลี่ยนเฟรมและการออก จากโปรแกรม	4.67	0.58	ดีมาก
14	นักเรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนแต่ละบทเรียนได้	5.00	0.00	ดีมาก
15	ความสะดวกในการเลือกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
16	ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.33	0.58	ดี
17	ความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน	4.33	0.58	ดี
18	นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4.00	1.00	ดี
19	นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.00	0.00	ดี
20	เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มพูนความรู้ให้แก่นักเรียน	4.67	0.58	ดีมาก
	ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.43	0.21	ดี
	ด้านเทคนิคการผลิตสื่อโดยรวม	4.35	0.15	ดี

จากผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน
วิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวม
เท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ

1. ด้านการนำเสนอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.27 และ
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11 โดยที่ข้อความและเนื้อหาที่ใช้ในการอธิบาย สั้น ง่าย และ
ได้ใจความ และความเหมาะสมของขนาด รูปแบบ และสีของตัวอักษร อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ย
สูงสุดเท่ากับ 4.67

2. ด้านการนำไปใช้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.43 และ
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 โดยที่นักเรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนแต่ละบทเรียนได้
อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่สอบได้		
แบบทดสอบระหว่างเรียน	40	34.07	85.17 (E ₁)	85.17/80.09
แบบทดสอบหลังเรียน	50	40.04	80.09 (E ₂)	

จากผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E₁/E₂ เท่ากับ 85.17/80.09 ซึ่งไม่น้อยกว่า 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่สอบได้	S.D.	ΣD	ΣD ²	t
หลังเรียน	45	50	40.04	4.34	674	10572	30.52*
ก่อนเรียน	45	50	25.07	4.83			

*p < .05

จากผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ซึ่งสรุปการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

5.1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่สร้างขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 315 คน จากนักเรียน 7 ห้องเรียน

5.1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีวิทยา ๒ ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่เรียนแผนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 45 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มนักเรียนมา 1 ห้องเรียน จากนักเรียน 7 ห้องเรียน

5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
2. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ ใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และทดสอบหลังเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นชุดเดียวกัน

5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One-Group Pretest-Posttest Design)

1. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่สร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบแล้ว จำนวน 50 ข้อ ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
2. แนะนำกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ
3. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยนักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบได้ถูกต้อง และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือกในข้อเดียวกัน

6. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ของนักเรียน ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน

5.1.7 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.15 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้านคือ ด้านการนำเสนอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.11 และด้านการนำไปใช้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.21 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ $85.17/80.09$ ซึ่งไม่น้อยกว่า $80/80$ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 อภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.53 เนื่องจากผู้วิจัยเน้นในเรื่องความสอดคล้องของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ การจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ เพื่อเพิ่มคุณภาพในด้านเนื้อหา ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.35 ซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการนำเสนอ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.27 เนื่องจากมีภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบ เพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน และด้านการนำไปใช้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.43 เนื่องจากนักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการทบทวนเนื้อหาในส่วนที่ยังไม่เข้าใจได้ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญตา ปฎิเวทวิฑูร (2546 : 98) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.63 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณเวทย์ วิจันทร์โต (2545 : 111) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่าระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการนำไปใช้อยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.28 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิพนธ์ มานะกิจจิณฺญโณ (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ยาเสพติดสำหรับเยาวชน ผลการวิจัยพบว่าระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96

2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 85.17 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.09 ซึ่งไม่น้อยกว่า 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จะเห็นว่าประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าสูงกว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เนื่องจากนักเรียนได้เรียนเนื้อหาในแต่ละหัวข้อจบแล้วทำแบบทดสอบทันที นักเรียนจึงตอบคำถามได้ ส่วนแบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาในแต่ละหัวข้อให้จบทั้งหมดก่อนจึงจะทำแบบทดสอบ ทำให้นักเรียนอาจลืมเนื้อหาในช่วงแรกได้ ทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการสูงกว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จำลอง ศรีสง่า (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีลิวอิกเกท วิชาเคมีตอนเบื้องต้น ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.56/80.40 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่น้อยกว่า 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทองอินทร์ ไหวดี (2546 : 65) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลพื้นฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.25/85.08 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ภิญโญ จูดี (2546 : 49) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบนท้องฟ้า ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.57/80.57 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนมีค่าเท่ากับ 25.07 และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนมีค่าเท่ากับ 40.04 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีการใช้ภาพเคลื่อนไหว เสียง เพื่อเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน และมีการย้อนกลับไปยังเนื้อหาในส่วนอื่น ๆ พร้อมทั้งมีแบบทดสอบทำให้นักเรียนสามารถเรียนและประเมินตนเองได้ตามความต้องการ เพื่อเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รัฐพล จินะวงศ์ (2546 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนซ่อมเสริม เรื่อง แผนภูมิสมิทซ์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ นพพร น้อยวัฒนกุล (2547 : 43) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การไหลของของไหล ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมบูรณ์ ฉัตรอำไพพรรณ (2547 : 47) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การใช้งานเตาไมโครเวฟ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ ไปใช้ประกอบเป็นสื่อการสอนในห้องเรียนได้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนไปพร้อมกับคำอธิบายของครู ซึ่งช่วยสร้างความสนใจให้กับนักเรียนและทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น

2. การทดสอบความรู้ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถทราบผลการทดสอบได้ทันที ทำให้นักเรียนไม่ต้องเสียเวลาในการตรวจและนักเรียนสามารถประเมินตนเองได้ตามความต้องการ

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททบทวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ สามารถนำไปใช้ในการทบทวนความรู้ของนักเรียนได้โดยไม่จำกัดเวลา เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ได้ตามความต้องการและเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี ในเนื้อหาอื่น ๆ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอื่น ๆ เพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถปฏิบัติการทดลองจริงได้หรืออาจก่อให้เกิดอันตรายจากการทดลอง เพื่อลดปัญหาในการเรียนการสอนและลดอันตรายที่อาจจะเกิดจากการทดลอง

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละเรื่อง เนื้อหาไม่ควรมากเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและลดความสนใจในการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำผลการวิจัยไปพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. 2521. คู่มือการใช้หลักสูตรการศึกษา ฉบับพุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ :
คุรุสภาลาดพร้าว.

กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

กิดานันท์ มลิทอง. 2531. คอมพิวเตอร์การศึกษา. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิดานันท์ มลิทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ขนิษฐา ชานนท์. 2532. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีการศึกษา.
ฉบับปฐมฤกษ์ : 7-13.

ขวัญตา ปฏิเวธวิฑูร. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง กรด – เบส
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ครรชิต มาลัยวงศ์. 2532. “สวัสดิการกับคุณครูคอมพิวเตอร์.” คอมพิวเตอร์แมกะซีน.
มิถุนายน 2532 : 62-70.

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. 2542. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ
พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

จำลอง ศรีสง่า. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทฤษฎีลูกจิกเกท วิชาคณิตศาสตร์
เบื้องต้น.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา วิทยาศาสตร์ บัณฑิต
วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ฉลอง ทับศรี. 2536. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย
มัลติมีเดีย.” ชลบุรี : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
เอกสารอัดสำเนา.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูศรี วงศ์รัตน์. 2544. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตรการพิมพ์.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526. เทคโนโลยีการศึกษาหลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ :
ไทยวัฒนาพานิช.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. “เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้อื่น.” เทคโนโลยี
การศึกษา : ทฤษฎีการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

คุณิต พันธุ์พุกภัย. 2544. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่อง
การย่อยอาหารของคน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

วิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
วงกลมโปรดักชัน.
- ทองอินทร์ ไหวดี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบเครือข่าย
คอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลพื้นฐาน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต.”
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิต
วิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นพพร น้อยวัฒน์กุล. 2547. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การไหลของของไหล.”
วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
อาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นภพินท์ อนันตรศิริชัย. 2530. “แนวทางในการสร้างโปรแกรมสอนซ่อมเสริม.” วารสาร สสวท.
15(มกราคม-มีนาคม) : 21-25.
- นิพัฒน์ มานะกิจภิญโญ. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องความรู้ยาเสพติด
สำหรับเยาวชน.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิตา นพทีปกังวาล. 2541. การสอนปฏิสัมพันธ์ผ่านจอคอมพิวเตอร์ : เทคโนโลยีสื่อสารการสอน
ผ่านจอภาพ. กรุงเทพฯ : 21 เซ็นจูรี่.
- นิโลบล นิมกักรัตน์. 2523. การวัดผลแบบอิงกลุ่มอิงเกณฑ์. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สุวิริยาสานี.
- บุญช่วย พิษณุวิวัฒน์. 2542. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ว 032 เรื่อง
ตารางธาตุที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู.” วิทยานิพนธ์
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542. นวัตกรรมการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : SR Printing.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2538. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐาน
ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุปผชาติ ทัพทิกธน์. 2535. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” คู่มือสื่อการสอน. กรุงเทพฯ :
คณะกรรมการฝ่ายส่งเสริมการผลิตตำราและสื่อการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุปผชาติ ทัพทิกธน์. 2536. “เอกสารประกอบการประชุมปฏิบัติการเรื่องสร้าง CAI ด้วย
โปรแกรม Authorware.” กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2537. “เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ (159533).” กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เอกสารอัดสำเนา.
- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2541. “เอกสารประกอบการอบรมวิทยากรแกนนำเรื่องสื่อการสอน เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” กรุงเทพฯ : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.
- ประเสริฐ เลิศขยันดี. 2540. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ช่วงอุตสาหกรรม เรื่องการแยกแรงแรงและการหาแรงลัพธ์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ผาณิต กุ่มเสรีณี. 2540. “การสร้างมัลติมีเดียด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการแยกแรงแรงและการใช้ประโยชน์จากขยะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พรเทพ เมืองแมน. 2544. การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ไพศาล หวังพานิช. 2526. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภิญโญ จูลี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบอกตำแหน่งวัตถุบน ท้องฟ้า.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอนอาชีวศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ภัทธา นิคมานนท์. 2532. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีภาพประกอบแบบ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์บัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มรุรส จงชัยกิจ. 2537. ซีเอไอ/ซีเอแอล กับ Authorware Professional. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2529. “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน.” **จันทร์เกษม**. 32(189) : 1-10.
- ยี่น ภู่วรรณ. 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน.” **ไมโครคอมพิวเตอร์**. 36(กุมภาพันธ์) : 120-129.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. **วิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- รัฐพล จินะวงศ์. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเสริม เรื่อง แผนภูมิ สมิทธ์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วรรณวลัย วิจันทร์โต. 2545. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการทบทวนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การหักเหของแสง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วาสนา ชาวหา. 2533. **สื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- วีระ ไทยพานิช. 2527. “บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” **รวมบทความ เทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษ.** กรุงเทพฯ : วิ.เจ.พรินต์ติ้ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. **การวัดผล ประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารเขียนเล่ม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. **คู่มือครูสาระ การเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมวิชาเคมี เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2544. **หนังสือเรียน สาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมวิชาเคมี เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : ครูสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2546. **การจัดสาระ การเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพฯ : สถาบัน ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมบูรณ์ ฉัตรอำไพพรรณ. 2547. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย เรื่อง การใช้งาน เตาไมโครเวฟ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. **การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุนทร สร้อยเรืองศรี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อมรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.
- อารมณีย์ เพชรชื่น. 2527. **เทคนิคการวัดผลและประเมินผลการศึกษาในระดับประถมศึกษา.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่อยู่ให้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุษณีย์ ธารุณ. 2536. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติต่อการสอนวิชาเคมี เรื่อง.ตารางธาตุ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำปีการศึกษา 2535 ที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบสื่อประสม.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำนาจ เดชชัยศรี. 2542. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา. สิงหาคม 2541 : 112-117.

Bloom B. 1956. **Taxonomy of Educational Objective Handbook I : Cognitive Domain.**

New York : David Mac Kay.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ด้านเนื้อหา

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ มีทั้งหมด 2 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียน
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. แบบประเมินฉบับนี้กำหนดคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ โดยแต่ละระดับความคิดเห็นเป็นดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ดี
ระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ขอขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

ศิริรัตน์ พริกสี
ผู้วิจัย

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน ด้านเนื้อหา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2	ความเหมาะสมในการจัดลำดับการนำเสนอเนื้อหา					
3	การเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก					
4	การดำเนินเนื้อหา มีความต่อเนื่อง					
5	เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียน					
6	ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
7	ความถูกต้องชัดเจนของเนื้อหา					
8	ความเหมาะสมของรูปภาพในการสื่อความหมาย					
9	ความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการทบทวนบทเรียน					
10	ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ					

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

คำชี้แจง

1. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ มีทั้งหมด 3 หน้า เป็นการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ สร้างขึ้นเพื่อการวิจัยในการทำวิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. แบบประเมินฉบับนี้กำหนดคุณภาพการประเมินเป็น 5 ระดับ โดยแต่ละระดับความคิดเห็นเป็นดังนี้

- | | | |
|---------|---------|-------------|
| ระดับ 5 | หมายถึง | ดีมาก |
| ระดับ 4 | หมายถึง | ดี |
| ระดับ 3 | หมายถึง | ปานกลาง |
| ระดับ 2 | หมายถึง | พอใช้ |
| ระดับ 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |

ขอขอบพระคุณท่านที่ได้กรุณาเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนบททวนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

ศิริรัตน์ พริกสี
ผู้วิจัย

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องตารางให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านการนำเสนอ						
1	การนำเสนอที่น่าสนใจ และชวนให้ติดตาม					
2	การนำเสนอเหมาะสมกับวัย และความสามารถ ของนักเรียน					
3	นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ง่าย รวดเร็ว และ มีคุณภาพ					
4	ข้อความและเนื้อหาที่ใช้ในการอธิบาย สั้น ง่าย และได้ใจความ					
5	การใช้ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ เนื้อหา					
6	การใช้เสียงประกอบเหมาะสม					
7	ภาพประกอบและการใช้สีดูง่าย สบายตา					
8	ความเหมาะสมของขนาด รูปแบบ และสีของ ตัวอักษร					
9	ความเหมาะสมในการจัดข้อมูลย้อนกลับ และการ เสริมแรง					
10	เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวน					

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านการนำไปใช้						
11	นักเรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้ง่ายและสะดวก					
12	มีคำแนะนำและวิธีการใช้บทเรียนที่เข้าใจได้ง่ายและอย่างชัดเจน					
13	ความเหมาะสมของวิธีการเปลี่ยนเฟรมและการออกจากโปรแกรม					
14	นักเรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนแต่ละบทเรียนได้					
15	ความสะดวกในการเลือกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน					
16	ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน					
17	ความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน					
18	นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย					
19	นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง					
20	เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มพูนความรู้ให้แก่นักเรียน					

ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

แบบทดสอบข้อที่	IOC	p	r
1. ข้อใดไม่ใช่ทฤษฎีอะตอมของคอลลัน ก. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน ข. สารประกอบเกิดจากอะตอมทำปฏิกิริยากัน ค. ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ ที่เรียกว่า อะตอม ง. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีมวลแตกต่างกัน	1.00	0.57	0.47
2. ข้อมูลใดที่ทราบจากการทดลองของทอมสัน โดยใช้รังสีแคโทด ก. นิวเคลียสของธาตุมีโปรตอน ข. อะตอมประกอบด้วยโปรตอน ค. อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียส ง. อะตอมประกอบด้วยอิเล็กตรอน	1.00	0.40	0.40
3. มิลลิแกนได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าของอะไร ก. มวลของโปรตอน ข. ประจุของโปรตอน ค. มวลของอิเล็กตรอน ง. ประจุของอิเล็กตรอน	1.00	0.37	0.33
4. จากการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง ก. อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่ไม่สามารถผ่านแผ่นทองคำได้ ข. อนุภาคแอลฟาที่วิ่งเฉียดนิวเคลียสทำให้เบนไปจากแนวเส้นตรง ค. อนุภาคแอลฟาส่วนใหญ่สามารถวิ่งทะลุผ่านแผ่นทองคำไปเป็นแนวเส้นตรง ง. อนุภาคแอลฟาที่วิ่งตรงไปยังนิวเคลียสจะมีผลทำให้ถูกผลักให้สะท้อนกลับ	1.00	0.60	0.40
5. “อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ” จากคำกล่าวนี้เป็นแนวคิดแบบจำลองอะตอมของใคร ก. คอลลัน ข. ทอมสัน ค. รัทเทอร์ฟอร์ด ง. โบร์	1.00	0.53	0.80

แบบทดสอบข้อที่	IOC	p	r
19. ข้อใดต่อไปนี้เป็นการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุแกเลียม ซึ่งมีเลขอะตอม 31 ก. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^1$ ข. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^8 4p^3$ ค. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4p^3$ ง. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 3d^5$	1.00	0.50	0.47
20. ข้อใดต่อไปนี้มีการจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุเหมือนกัน ก. Fe, Mg, Co ข. Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} ค. F^- , S^{2-} , As^{3-} ง. S^{2-} , Cl^- , K^+	0.67	0.43	0.20
21. ข้อใดไม่ใช่ระดับพลังงานในออร์บิทัล ก. 2p ข. 3s ค. 4f ง. 2d	1.00	0.33	0.53
22. ในระดับพลังงาน $n = 3$ มีจำนวนผลรวมของออร์บิทัลเท่าใด ก. 3 ข. 6 ค. 9 ง. 18	1.00	0.40	0.40
23. ธาตุแฮโลเจน, โลหะแอลคาไล และโลหะแอลคาไลน์เอิร์ท มีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่าใด ตามลำดับ ก. 2, 4 และ 6 ข. 1, 5 และ 7 ค. 8, 2 และ 3 ง. 7, 1 และ 2	1.00	0.27	0.27
24. ตารางธาตุในปัจจุบันจัดเรียงตามสมบัติใดของธาตุ ก. เลขออกซิเดชัน ข. มวลอะตอม ค. มวลอะตอมเฉลี่ย ง. เลขอะตอม	1.00	0.60	0.40
25. ข้อใดต่อไปนี้เป็นธาตุแทรนซิชันทั้งหมด ก. V Co Sr Ti ข. Kr Te Mn Cs ค. Sc Ni Cr Zn ง. Ar Cu Fe In	0.67	0.43	0.33
26. ธาตุใดเป็นธาตุกึ่งโลหะ ก. Li ข. Si ค. F ง. Ar	0.67	0.67	0.27
27. ที่ STP ธาตุใดเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด ก. N ข. Ne ค. S ง. Ag	0.67	0.40	0.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบข้อที่			IOC	p	r
จากข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 28 – 29					
ธาตุ	เลขอะตอม	การจัดเรียงอิเล็กตรอน			
A	11	-			
B	17	-			
C	-	2 8 18 8 1			
D	-	2 8 18 17 2			
28. ธาตุใดบ้างที่อยู่ในหมู่เดียวกับธาตุ A ในตารางธาตุ			1.00	0.23	0.33
ก. B ข. C ค. D ง. B และ C					
29. ธาตุใดเป็นธาตุในกลุ่มธาตุแทรนซิชัน			1.00	0.30	0.47
ก. A ข. B ค. C ง. D					
30. ธาตุ Ar , Kr และ Xe เป็นธาตุที่เรียกว่าอะไร			1.00	0.63	0.33
ก. โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท ค. แก๊สเฉื่อย					
ข. ธาตุแลนทาไนด์ ง. ธาตุแอกทิไนด์					
31. ธาตุ Li , K และ Cs เป็นธาตุที่เรียกว่าอะไร			1.00	0.43	0.20
ก. โลหะแอลคาไล ค. ธาตุแฮโลเจน					
ข. โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท ง. ธาตุแทรนซิชัน					
32. ธาตุในหมู่ IIB จนถึง IIB เป็นธาตุกลุ่มใด			1.00	0.40	0.27
ก. ธาตุกลุ่ม s ค. ธาตุกลุ่ม d					
ข. ธาตุกลุ่ม p ง. ธาตุกลุ่ม f					
33. ธาตุในหมู่ IIIA จนถึง VIIA เป็นธาตุกลุ่มใด			1.00	0.60	0.27
ก. ธาตุกลุ่ม s ค. ธาตุกลุ่ม d					
ข. ธาตุกลุ่ม p ง. ธาตุกลุ่ม f					
34. กลุ่มธาตุแลนทาไนด์และธาตุแอกทิไนด์เป็นธาตุกลุ่มใด			1.00	0.33	0.40
ก. ธาตุกลุ่ม s ค. ธาตุกลุ่ม d					
ข. ธาตุกลุ่ม p ง. ธาตุกลุ่ม f					
35. ธาตุ Na , Ca และ Cs เป็นธาตุกลุ่มใด			1.00	0.67	0.27
ก. ธาตุกลุ่ม s ค. ธาตุกลุ่ม d					
ข. ธาตุกลุ่ม p ง. ธาตุกลุ่ม f					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบข้อที่	IOC	p	r
44. อะตอมใดต่อไปนี้ที่มีค่าพลังงานไอออไนเซชันได้ 2 ค่า ก. He ข. N ค. P ง. Ca	1.00	0.47	0.40
45. อะตอมในข้อใดมีความสามารถของอะตอมในการดึงดูดอิเล็กตรอนในโมเลกุลของสารได้มากที่สุด ก. Si ข. S ค. N ง. Cl	1.00	0.30	0.60
46. การจัดเรียงอิเล็กตรอนของธาตุ A คือ 2, 7 ธาตุ B คือ 2, 6 ธาตุ C คือ 2, 8, 5 และธาตุ D คือ 2, 8, 6 ข้อใดแสดงแนวโน้มของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีได้ถูกต้อง ก. $A > B > C > D$ ค. $C > D > B > A$ ข. $A > B > D > C$ ง. $C > B > D > A$	1.00	0.23	0.33
47. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของค่าสัมประสิทธิ์อิเล็กตรอน ก. เป็นพลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมในสถานะแก๊ส ข. เป็นค่าแสดงความสามารถในการรับอิเล็กตรอน ค. เป็นค่าแสดงระยะระหว่างนิวเคลียสของไอออนคู่หนึ่ง ๆ ง. เป็นค่าความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนในโมเลกุลของสาร	1.00	0.50	0.20
48. เลขออกซิเดชันของ S ในสารประกอบ K_2SO_4 และ H_2S มีค่าเท่าใดตามลำดับ ก. -6, -2 ค. +6, -2 ข. -6, +2 ง. +6, +2	1.00	0.27	0.27
49. เลขออกซิเดชันของ C ใน CH_4 , $CHCl_3$ และ CH_3OH มีค่าเท่าใดตามลำดับ ก. -4, -2, +2 ค. +4, +2, -2 ข. -4, +2, -2 ง. +4, -2, +2	1.00	0.27	0.53
50. ธาตุออกซิเจนในสารประกอบใดต่อไปนี้ที่มีเลขออกซิเดชันสูงที่สุด ก. OF_2 ค. Na_2O_3 ข. MgO ง. RbO_2	1.00	0.53	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะตอมและตารางธาตุ

ดิโมคริตุสนักปราชญ์ชาวกรีกเชื่อว่าถ้าแบ่งสารให้มีขนาดเล็กลงเรื่อย ๆ ในที่สุดจะได้หน่วยย่อยซึ่งไม่สามารถแบ่งให้เล็กลงไปได้อีกและเรียกหน่วยย่อยนี้ว่า อะตอม แสดงว่าอะตอมคงจะมีขนาดเล็กมากและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1. แบบจำลองอะตอม

เนื่องจากอะตอมมีขนาดเล็กมากอีกทั้งไม่มีใครเคยมองเห็นอะตอมมาก่อน นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่มีกำลังขยายสูงมากนำมาใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์จึงสามารถถ่ายภาพที่เชื่อว่าเป็นภาพภายนอกของอะตอมได้ จากภาพนี้ก็ยังไม่สามารถบอกรายละเอียดภายในอะตอมได้ การศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับอะตอมจึงเป็นการแปลผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและนำมาสร้างเป็นมโนภาพหรือแบบจำลอง



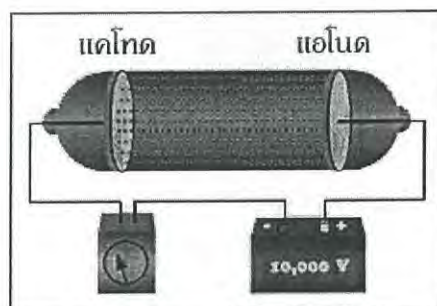
1.1 แบบจำลองอะตอมของดอลตัน

จอห์น ดอลตัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้เสนอทฤษฎีอะตอมซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

1. ธาตุประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ หลายอนุภาค อนุภาคเหล่านี้เรียกว่า อะตอม ซึ่งแบ่งแยกและทำให้สูญหายไม่ได้
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกัน เช่น มีมวลเท่ากัน แต่จะมีสมบัติแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น
3. สารประกอบเกิดจากอะตอมของธาตุมากกว่า 1 ชนิดทำปฏิกิริยากันในอัตราส่วนเป็นเลขลงตัวน้อย ๆ

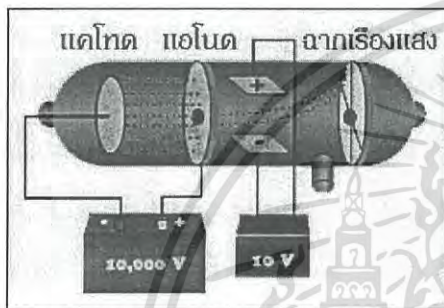
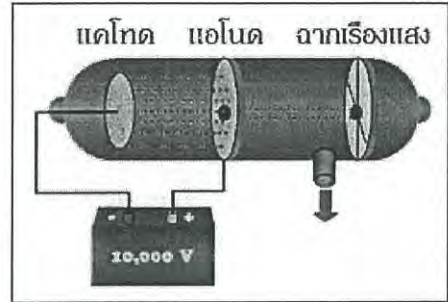
1.2 แบบจำลองอะตอมของทอมสัน

นักวิทยาศาสตร์อีกหลายคนที่สนใจศึกษาการนำไฟฟ้าของแก๊ส โดยทำการทดลองผ่านไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในหลอดแก้วบรรจุแก๊สความดันต่ำ พบว่าเมื่อเพิ่มความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้าให้สูงขึ้นจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดขณะเดียวกันก็จะเกิดรังสีพุ่งออกจากแคโทดไปยังแอโนด รังสีนี้เรียกว่า รังสีแคโทด และเรียกหลอดแก้วชนิดนี้ว่า หลอดรังสีแคโทด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

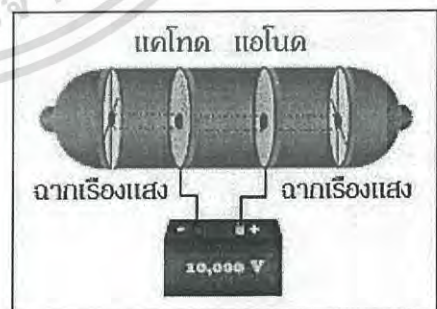
ในปี พ.ศ. 2440 เซอร์ โจเซฟ จอห์น ทอมสัน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ทำการทดลองบรรจุแก๊สชนิดหนึ่งไว้ในหลอดแก้วที่ต่อไว้กับเครื่องสูบลมอากาศเพื่อลดความดันภายในหลอด ที่แอโนดเจาะรูตรงกลางและต่อไว้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงศักย์สูง ที่ปลายหลอดมีฉากเรืองแสงวางขวางอยู่ พบว่าเมื่อลดความดันในหลอดแก้วให้ต่ำลงมาก ๆ จนเกือบเป็นสุญญากาศ จะมีจุดสว่างเกิดขึ้นตรงบริเวณศูนย์กลางของฉากเรืองแสง



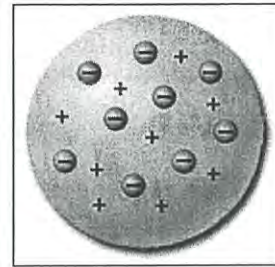
ทอมสันทำการทดลองต่อ โดยเพิ่มขั้วไฟฟ้าอีก 2 ขั้วในแนวตั้ง ปรากฏว่าตำแหน่งของจุดสว่างบนฉากเรืองแสงเบนเข้าหาขั้วบวกของสนามไฟฟ้า สรุปว่ารังสีจากแคโทดประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ เมื่อทอมสันทดลองเปลี่ยนชนิดของแก๊สที่บรรจุในหลอดและโลหะที่ใช้เป็นแคโทด พบว่ารังสีที่เกิดขึ้นยังคงประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุลบพุ่งมาที่ฉากเรืองแสงเหมือนเดิม

เมื่อคำนวณหาอัตราส่วนของประจุต่อมวล (e/m) ของอนุภาคพบว่าได้ค่าเท่ากับ 1.76×10^8 คูลอมบ์ต่อกรัมทุกครั้ง จากผลการทดลองและการคำนวณช่วยให้ทอมสันสรุปได้ว่าอะตอมทุกชนิดมีอนุภาคที่มีประจุลบเป็นองค์ประกอบ และเรียกอนุภาคนี้ว่า อิเล็กตรอน จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่าอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้าและมีอิเล็กตรอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุลบเป็นองค์ประกอบ นักวิทยาศาสตร์จึงเชื่อว่าอะตอมต้องประกอบด้วยอนุภาคที่มีประจุบวกด้วย

ออยเกน โกลด์ชไตน์ ได้ตัดแปลงหลอดรังสีแคโทดโดยเจาะรูตรงกลางขั้วแอโนดและแคโทด และเลื่อนขั้วทั้งสองมาไว้เกือบตรงกลางหลอด รวมทั้งเพิ่มฉากเรืองแสงที่ปลายทั้งสองด้านของหลอด เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าไปในหลอด ปรากฏว่ามีจุดสว่างเกิดขึ้นบนฉากเรืองแสงทั้งสองด้าน อธิบายได้ว่ารังสีที่ไปกระทบกับฉากเรืองแสงบริเวณด้านหลังแคโทดต้องเป็นอนุภาคที่มีประจุบวก เมื่อทำการทดลองกับแก๊สอีกหลายชนิด พบว่าอนุภาคที่มีประจุบวกเหล่านี้มีอัตราส่วนของประจุต่อมวลไม่คงที่ นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าบรรจุแก๊สไฮโดรเจนไว้ในหลอดรังสีแคโทด จะได้อนุภาคบวกที่มีประจุเท่ากับประจุของอิเล็กตรอน เรียกอนุภาคบวกนี้ว่า โปรตอน



จากผลการทดลองดังกล่าวทำให้ทอมสันได้ข้อมูลเกี่ยวกับอะตอมมากขึ้น จึงเสนอแบบจำลองของอะตอมว่า อะตอมเป็นรูปทรงกลมประกอบด้วยเนื้ออะตอมซึ่งมีประจุบวกและมีอิเล็กตรอนซึ่งมีประจุลบกระจายอยู่ทั่วไป อะตอมในสภาพที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวนประจุบวกเท่ากับจำนวนประจุลบ



รอเบิร์ต แอนดรูส์ มิลลิแกน นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกา ได้ทดลองหาค่าประจุของอิเล็กตรอนเมื่อปีพ.ศ. 2451 และพบว่าอิเล็กตรอนมีประจุเท่ากับ 1.60×10^{-19} คูโลมบ์ และคำนวณหามวลได้เท่ากับ 9.11×10^{-28} กรัม ซึ่งเป็นค่าน้อยมาก

1.3 แบบจำลองอะตอมของรัทเทอร์ฟอร์ด

ลอร์ดเออร์เนสต์ รัทเทอร์ฟอร์ด นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ และฮันส์ ไกเกอร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน เมื่อปี พ.ศ. 2454 โดยการยิงอนุภาคแอลฟาไปยังแผ่นทองคำบาง ๆ และใช้ฉากเรืองแสงที่เคลือบด้วยซิงค์ซัลไฟด์โค้งเป็นวงล้อมรอบแผ่นทองคำเพื่อตรวจจับอนุภาคแอลฟา จากผลการทดลองพบว่าส่วนใหญ่จะเกิดการเรืองแสงบนฉากที่อยู่บริเวณด้านหลังของแผ่นทองคำ มีบางครั้งเกิดการเรืองแสงบริเวณด้านข้าง และมีการเรืองแสงบริเวณด้านหน้าของแผ่นทองคำด้วยแต่น้อยครั้งมาก

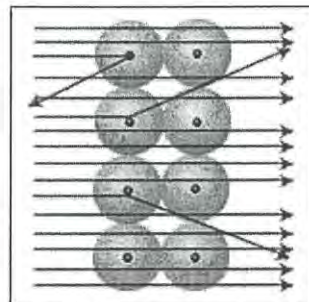


รัทเทอร์ฟอร์ดอธิบายลักษณะภายในอะตอมว่า การที่อนุภาคแอลฟาวิ่งผ่านแผ่นทองคำไปได้เป็นส่วนใหญ่ แสดงว่าภายในอะตอมต้องมีที่ว่างอยู่เป็นบริเวณกว้าง การที่อนุภาคแอลฟาบางอนุภาคเบี่ยงเบนหรือสะท้อนกลับมาบริเวณด้านหน้าของฉากเรืองแสง แสดงว่าบริเวณตรงกลางของอะตอมน่าจะมีอนุภาคที่มีประจุบวกและมีมวลสูงมากกว่าอนุภาคแอลฟา รัทเทอร์ฟอร์ดได้เสนอแบบจำลองอะตอมใหม่ว่า อะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีขนาดเล็กมากอยู่ตรงกลางและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก โดยมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบ ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามแบบจำลองของรัทเทอร์ฟอร์ด นิวเคลียสของอะตอม ซึ่งอยู่ตรงกลางมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับขนาดของอะตอม อนุภาคแอลฟาจึงมีโอกาสชนนิวเคลียสได้น้อยมาก ส่วนอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสมีมวลน้อยมาก การชนกับอิเล็กตรอนจึงไม่มีผลทำให้ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคแอลฟาเปลี่ยนไป อนุภาคส่วนใหญ่จึงวิ่งผ่านทะลุแผ่นทองคำไปเป็นแนวตรง มีบางครั้งทีอนุภาคแอลฟาวิ่งเฉียดนิวเคลียสซึ่งจะถูกประจุของนิวเคลียสผลักให้เบนไปจากแนวเส้นตรง ส่วนอนุภาคแอลฟาที่วิ่งตรงไปยังนิวเคลียสซึ่งมีมวลมากก็จะถูกผลักให้สะท้อนกลับ



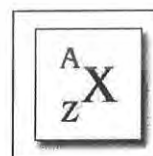
1.3.1 อนุภาคมูลฐานของอะตอม

ต่อมาในปี พ.ศ. 2475 เซอร์เจมส์ แชนดวิก นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองยิงอนุภาคแอลฟาไปยังอะตอมของธาตุต่าง ๆ และทดสอบผลการทดลองด้วยเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงสูง ทำให้มั่นใจว่าในนิวเคลียสมีอนุภาคที่เป็นกลางทางไฟฟ้าอยู่จริงและเรียกว่า นิวตรอน การค้นพบนิวตรอนช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับนิวเคลียสของอะตอมชัดเจนขึ้น ทำให้ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยอนุภาคที่สำคัญสามชนิด คือ อิเล็กตรอน โปรตอน และนิวตรอน อนุภาคทั้งสามชนิดนี้เรียกว่า อนุภาคมูลฐานของอะตอม ซึ่งมีสมบัติดังนี้

อนุภาค	สัญลักษณ์	ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์)	ชนิดประจุไฟฟ้า	มวล (กรัม)
อิเล็กตรอน	e	1.602×10^{-19}	-1	9.109×10^{-28}
โปรตอน	p	1.602×10^{-19}	+1	1.673×10^{-24}
นิวตรอน	n	0	0	1.675×10^{-24}

1.3.2 เลขอะตอม เลขมวล และไอโซโทป

อะตอมของธาตุแต่ละชนิดมีจำนวน โปรตอนเฉพาะตัวไม่ซ้ำกับธาตุอื่นๆ ตัวเลขที่แสดงจำนวนโปรตอนเรียกว่า เลขอะตอม (Z) เนื่องจากมวลของอะตอมส่วนใหญ่เป็นมวลของนิวเคลียสที่ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน จึงเรียกผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนว่า เลขมวล (A)



อะตอมของธาตุนชนิดเดียวกันที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีจำนวน โปรตอนและอิเล็กตรอนเท่ากัน แต่จำนวนนิวตรอนอาจมีได้หลายค่า ทำให้อะตอมของธาตุนชนิดเดียวกันมีมวลต่างกัน เฟรเดอริก ซออดตีเรียกอะตอมของธาตุนชนิดเดียวกันที่มีเลขมวลต่างกันว่า ไอโซโทป ธาตุนชนิดหนึ่งอาจมีหลายไอโซโทป บางไอโซโทปมีอยู่ในธรรมชาติและบางไอโซโทปได้จากการสังเคราะห์ สัญลักษณ์ของธาตุนที่เขียน

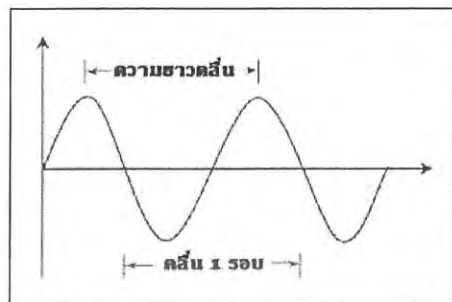
โดยแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนอนุภาคมูลฐานของอะตอม เรียกว่า สัญลักษณ์นิวเคลียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

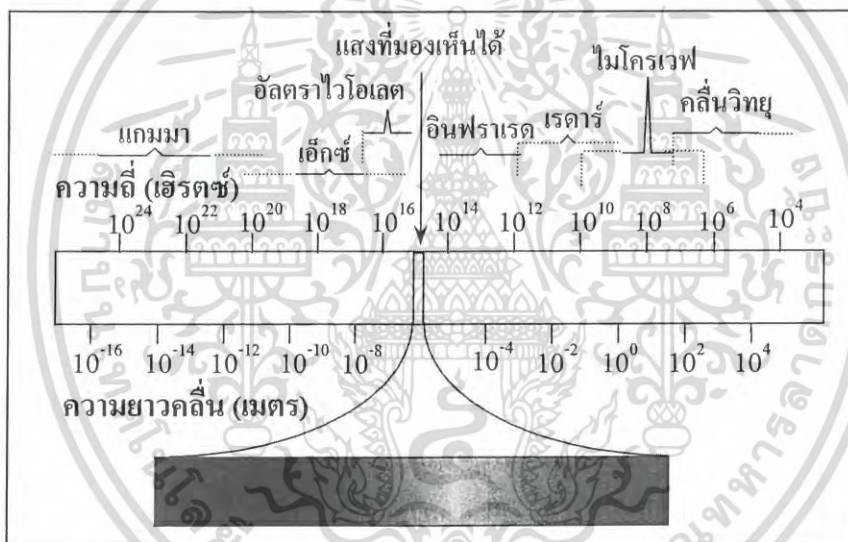
1.4 แบบจำลองอะตอมของโบร์

1.4.1 คลื่นและสมบัติของคลื่นแสง

คลื่นชนิดต่าง ๆ เช่น คลื่นแสง คลื่นเสียง มีสมบัติที่สำคัญ 2 ประการคือ ความยาวคลื่น ซึ่งหมายถึงระยะทางที่คลื่นเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ มีหน่วยเป็นเมตร (m) หรือหน่วยย่อยของเมตร เช่น นาโนเมตร (nm) และ ความถี่ของคลื่น หมายถึง จำนวนรอบของคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งในเวลา 1 วินาที ความถี่ของคลื่นจึงมีหน่วยเป็นจำนวนรอบต่อวินาที (s^{-1}) หรือเรียกชื่อเฉพาะว่า เฮิรตซ์ (Hz)



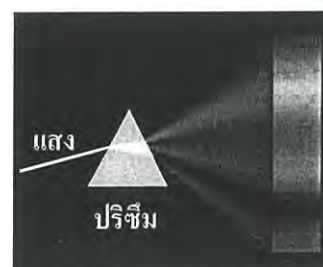
คลื่นแสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่และความยาวคลื่นต่างๆ กัน



แสงที่ประสาทตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้เรียกว่า แสงที่มองเห็นได้ ซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400 – 700 นาโนเมตร แสงในช่วงคลื่นนี้จะประกอบด้วยแสงสีต่างๆ ปกติประสาทตาของมนุษย์สามารถสัมผัสแสงบางช่วงคลื่นที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์ได้ แต่ไม่สามารถแยกเป็นสีต่างๆ ได้ จึงมองเห็นเป็นสีรวมกันซึ่งเรียกว่า แสงขาว

1.4.2 สเปกตรัม

ถ้าให้แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแสงขาวส่องผ่านปริซึม แสงขาวจากดวงอาทิตย์จะแยกออกเป็นแสงสีรุ้งต่อเนื่องกัน เรียกว่า แถบสเปกตรัมของแสงขาว แสงที่มีความยาวคลื่นต่างกันจะหักเหผ่านปริซึมได้ไม่เท่ากัน เกิดเป็นแถบสีรุ้งต่อเนื่องกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเปกตรัม	ความยาวคลื่น (nm)
แสงสีม่วง	400 – 420
แสงสีคราม – น้ำเงิน	420 – 490
แสงสีเขียว	490 – 580
แสงสีเหลือง	580 – 590
แสงสีแดง (ส้ม)	590 – 650
แสงสีแดง	650 – 700

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วงอื่นก็เกิดการหักเหได้ แต่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มักซ์ พลังค์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ได้ศึกษาพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับความถี่ของคลื่นนั้นว่า พลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความถี่ของคลื่น ดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$E = h \nu$$

เมื่อ E คือพลังงาน มีหน่วยเป็น จูล

h คือค่าคงตัวของพลังค์ มีค่า 6.626×10^{-34} จูลวินาที

ν คือความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์

นอกจากนี้ความถี่ของคลื่นยังมีความสัมพันธ์กับความยาวคลื่นดังต่อไปนี้

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

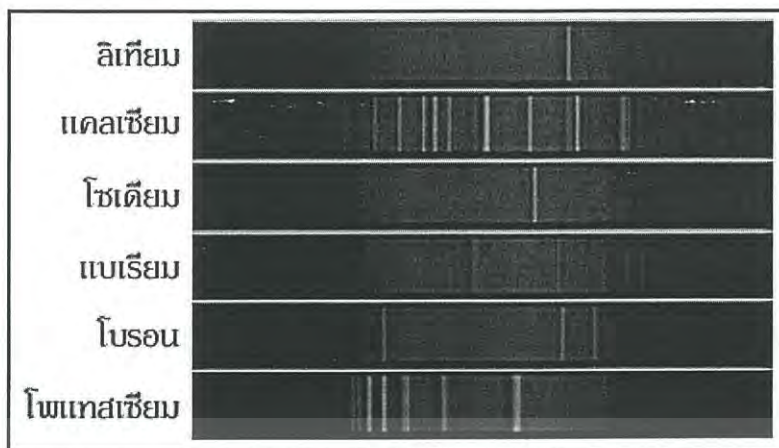
เมื่อ c คือความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ ซึ่งเท่ากับ 2.997×10^8 เมตรต่อวินาที (อาจใช้ 3.0×10^8 เมตรต่อวินาที) และ λ คือความยาวคลื่น ดังนั้น ค่าพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจึงคำนวณได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

1.4.3 สเปกตรัมของธาตุและการแปลความหมาย

สเปกตรัมจากแสงอาทิตย์มีแสงสีต่อเนื่องกันเป็น แถบสเปกตรัม ส่วนสเปกตรัมที่มองเห็นจากหลอดฟลูออเรสเซนต์นอกจากจะมองเห็นแถบสเปกตรัมของสีต่าง ๆ เป็นพื้นแล้ว ยังมีเส้นสีต่าง ๆ ปรากฏในแถบสเปกตรัมด้วย และจากการสังเกตสเปกตรัมของแก๊สไฮโดรเจน นีออน และไอปรอท พบว่าธาตุแต่ละชนิดให้สเปกตรัมที่มีแสงสีต่างกันและมีจำนวนเส้นสีเฉพาะตัว เส้นสีต่างๆ นี้เรียกว่า เส้นสเปกตรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การที่นักวิทยาศาสตร์ใช้อะตอมของไฮโดรเจนเป็นตัวอย่างในการแปลความหมายของเส้นสเปกตรัม เพราะเป็นอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเดียว จากการทดลองหลายครั้งพบว่าอะตอมของไฮโดรเจนให้เส้นสเปกตรัมได้หลายเส้นที่มีลักษณะเหมือนกันทุกครั้ง จึงสรุปได้ว่าอิเล็กตรอนในอะตอมของไฮโดรเจนขึ้นไปอยู่ในสถานะกระตุ้นที่มีพลังงานแตกต่างกันได้หลายระดับ ค่าพลังงานของเส้นสเปกตรัมแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมจากระดับพลังงานสูงมายังระดับพลังงานต่ำ

อะตอมของไฮโดรเจนมีพลังงานหลายระดับและความแตกต่างระหว่างพลังงานของแต่ละระดับที่อยู่ถัดไปก็ไม่เท่ากัน ความแตกต่างของพลังงานจะมีค่าน้อยลงเมื่อระดับพลังงานสูงขึ้น จากเหตุผลที่อธิบายมานี้ช่วยให้สรุปได้ว่า

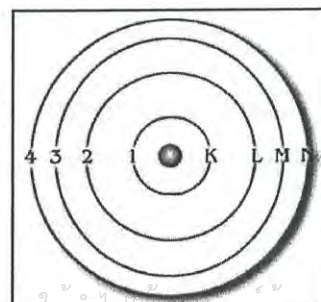
1. เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานในปริมาณที่เหมาะสม อิเล็กตรอนจะขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานที่สูงกว่าระดับพลังงานเดิม แต่จะอยู่ในระดับใดขึ้นกับปริมาณพลังงานที่ได้รับ การที่อิเล็กตรอนขึ้นไปอยู่ในระดับพลังงานใหม่ทำให้อะตอมไม่เสถียร อิเล็กตรอนจะกลับมายู่ในระดับพลังงานที่ต่ำกว่า

2. การเปลี่ยนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนไปยังระดับพลังงานที่อยู่ติดกัน อาจมีการเปลี่ยนข้ามระดับได้ แต่เมื่ออิเล็กตรอนรับพลังงานแล้วจะขึ้นไปอยู่ระหว่างระดับพลังงานไม่ได้ จะต้องขึ้นไปอยู่ในระดับใดระดับหนึ่งเสมอ

3. ผลต่างของพลังงานระหว่างระดับพลังงานต่ำ จะมีค่ามากกว่าผลต่างของพลังงานระหว่างระดับพลังงานที่สูงขึ้นไป

นีลส์ โบร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเดนมาร์ก ได้สร้างแบบจำลองอะตอมเพื่อใช้อธิบายพฤติกรรมของอิเล็กตรอนในอะตอมได้ โดยกล่าวว่า อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสเป็นวงคล้ายกับวงโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ แต่ละวงจะมีระดับพลังงาน

เฉพาะตัว ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนที่อยู่ใกล้นิวเคลียสที่สุด ซึ่งมี



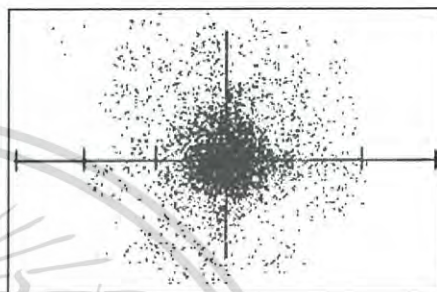
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ในเชิงการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานต่ำที่สุดเรียกว่าระดับ K และระดับพลังงานที่อยู่ถัดออกมาเรียกเป็น $L M N \dots$ ตามลำดับ ต่อมาได้มีการใช้ตัวเลขแสดงถึงระดับพลังงานของอิเล็กตรอน คือ $n = 1$ หมายถึงระดับพลังงานที่ 1 ซึ่งอยู่ใกล้กับนิวเคลียสที่สุด และชั้นถัดออกมาเป็น $n = 2$ หมายถึงระดับพลังงานที่ 2 ต่อจากนั้น $n = 3 4 \dots$ หมายถึงระดับพลังงานที่ 3 4 และสูงขึ้นไปตามลำดับ

1.5 แบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอก

อิเล็กตรอนมีขนาดเล็กมากและเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ตลอดเวลาไปทั่วทั้งอะตอม จึงไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์พบว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียสบางบริเวณเท่านั้น ทำให้สร้างมโนภาพได้ว่าอะตอมประกอบด้วยกลุ่มหมอกของอิเล็กตรอนรอบนิวเคลียส บริเวณที่กลุ่มหมอกทึบแสดงว่ามีโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนได้มากกว่าบริเวณที่มีกลุ่มหมอกจาง



1.6 การจัดอิเล็กตรอนในอะตอม

จากการศึกษาแบบจำลองอะตอมโดยใช้สมการคลื่นคำนวณหาค่าพลังงานของอิเล็กตรอน ทำให้ทราบว่าอะตอมประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนอยู่รวมกัน ในนิวเคลียส โดยมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อยู่รอบ ๆ และอยู่ในระดับพลังงานต่างกัน

จำนวนอิเล็กตรอนในระดับพลังงานที่ 1 มีได้มากที่สุด 2 อิเล็กตรอน ระดับพลังงานที่ 2 มีได้มากที่สุด 8 อิเล็กตรอน สำหรับระดับพลังงานที่ 3 นั้น จากสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมทำให้ทราบว่า มีได้มากที่สุด 18 อิเล็กตรอน นั่นคือจำนวนอิเล็กตรอนมากที่สุดที่มีได้ในแต่ละระดับพลังงานจะมีค่าเท่ากับ $2n^2$ เมื่อ n คือ ตัวเลขแสดงระดับพลังงาน

จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์โดยอาศัยสมบัติที่เป็นคลื่นของอิเล็กตรอน และใช้ความรู้เกี่ยวกับกลศาสตร์ควอนตัม เพื่อนำไปอธิบายโครงสร้างอะตอม ทำให้ทราบว่าอิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานหรือวง (shell) ต่าง ๆ กัน และในระดับพลังงานเดียวกันยังมีการแบ่งเป็นระดับพลังงานย่อย (sub shell) ต่าง ๆ ซึ่งกำหนดเป็นตัวอักษร $s p d$ และ f ตามลำดับด้วย ตัวอย่างจำนวนระดับพลังงานย่อยที่เป็นไปได้ในแต่ละระดับพลังงานตั้งแต่ระดับพลังงานที่ 1 – 4 เป็นดังนี้

ระดับพลังงานที่ 1 ($n = 1$) มี 1 ระดับพลังงานย่อยคือ s

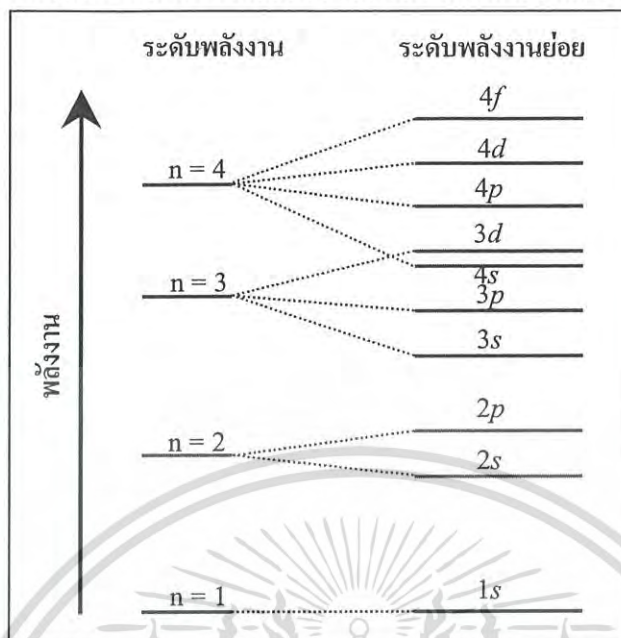
ระดับพลังงานที่ 2 ($n = 2$) มี 2 ระดับพลังงานย่อยคือ $s p$

ระดับพลังงานที่ 3 ($n = 3$) มี 3 ระดับพลังงานย่อยคือ $s p d$

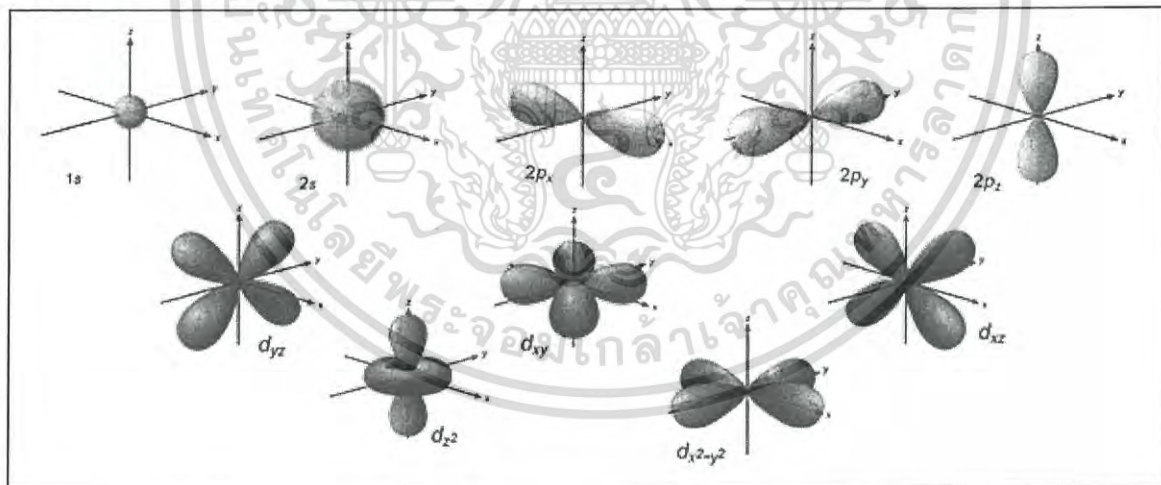
ระดับพลังงานที่ 4 ($n = 4$) มี 4 ระดับพลังงานย่อยคือ $s p d f$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างระดับพลังงานและระดับพลังงานย่อยของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอน



เนื่องจากอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ความหนาแน่นของกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน ซึ่งวัดในรูปของ โอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนเคลื่อนที่รอบนิวเคลียสจึงมีอาณาเขตและรูปร่างใน 3 มิติ แตกต่างกันไป บริเวณรอบนิวเคลียสซึ่งมีโอกาสสูงที่จะพบอิเล็กตรอนและมีพลังงานเฉพาะนี้เรียกว่า ออร์บิทัล ออร์บิทัลมีชื่อและรูปร่างแตกต่างกัน



ในกรณีของอะตอมที่มีหลายอิเล็กตรอน ระดับพลังงานย่อยที่อยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน จะมีพลังงานแตกต่างกัน และในแต่ละระดับพลังงานย่อยจะมีจำนวนออร์บิทัลแตกต่างกันดังนี้

- ระดับพลังงานย่อย s มี 1 ออร์บิทัล
- ระดับพลังงานย่อย p มี 3 ออร์บิทัล
- ระดับพลังงานย่อย d มี 5 ออร์บิทัล
- ระดับพลังงานย่อย f มี 7 ออร์บิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

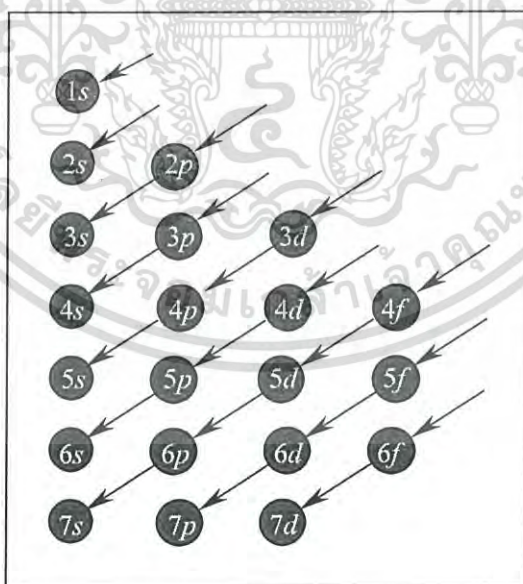
จากความรู้ที่กล่าวมาแล้ว เมื่อนำมาใช้บรรจุอิเล็กตรอนของอะตอมหนึ่ง ๆ ลงในออร์บิทัลที่เหมาะสมมีหลักการสำคัญที่ต้องนำมาใช้พิจารณาเพิ่มเติมดังนี้

1. ใช้หลักการกีดกันของเพาลีที่กล่าวว่า อิเล็กตรอนคู่หนึ่งคู่ใดในออร์บิทัลเดียวกันจะต้องมีสมบัติไม่เหมือนกัน อย่างน้อยอิเล็กตรอนคู่หนึ่งต้องมีลักษณะการหมุนรอบตัวเองแตกต่างกัน โดยตัวหนึ่งหมุนตามเข็มนาฬิกาและอีกตัวหนึ่งหมุนทวนเข็มนาฬิกาเพื่อให้ระบุได้ว่าเป็นอิเล็กตรอนตัวใด เมื่ออิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงาน ระดับพลังงานย่อยและออร์บิทัลเดียวกัน ดังนั้นจึงกำหนดให้บรรจุอิเล็กตรอนลงในออร์บิทัลได้สูงสุด 2 อิเล็กตรอน

2. การบรรจุอิเล็กตรอนต้องบรรจุในออร์บิทัลที่มีพลังงานต่ำสุดและว่างอยู่ก่อนเสมอ (ตามหลักของเอาฟบาว) คือ $1s$ $2s$ $2p$ $3s$... ตามลำดับ เพราะจะทำให้พลังงานรวมทั้งหมคมมีค่าต่ำสุดและอะตอมมีความเสถียรที่สุด ในกรณีที่มีหลายออร์บิทัลและแต่ละออร์บิทัลมีพลังงานเท่ากัน ให้บรรจุอิเล็กตรอนในลักษณะที่ทำให้มีอิเล็กตรอนเดี่ยวมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ (ตามกฎของฮุนด์) เมื่อมีอิเล็กตรอนเหลือจึงบรรจุอิเล็กตรอนเป็นคู่เต็มออร์บิทัลนั้น

3. อะตอมของธาตุที่มีการบรรจุอิเล็กตรอนเต็มในทุก ๆ ออร์บิทัลที่มีพลังงานเท่ากันเรียกว่า **การบรรจุเต็ม** ถ้ามีอิเล็กตรอนอยู่เพียงครึ่งเดียวเรียกว่า **การบรรจุครึ่ง** การบรรจุเต็มหรือการบรรจุครึ่งจะทำให้อะตอมมีความเสถียรกว่าการบรรจุแบบอื่น ๆ

ในกรณีที่อะตอมมีหลายอิเล็กตรอนการบรรจุอิเล็กตรอนในออร์บิทัลต่าง ๆ ตามลำดับระดับพลังงานจากต่ำไปสูง



สำหรับธาตุ Li Be B C N O F และ Ne ซึ่งมีอิเล็กตรอน 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 ตามลำดับ เขียนแผนภาพแสดงการบรรจุอิเล็กตรอนในออร์บิทัลได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1s	2s	2p	หรือ	
Li :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow}$	$\boxed{}\boxed{}\boxed{}$	หรือ	$1s^2 2s^1$
Be :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{}\boxed{}\boxed{}$	หรือ	$1s^2 2s^2$
B :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow}\boxed{}\boxed{}$	หรือ	$1s^2 2s^2 2p^1$
C :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{}$	หรือ	$1s^2 2s^2 2p^2$
N :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$	หรือ	$1s^2 2s^2 2p^3$
O :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}\boxed{\uparrow}$	หรือ	$1s^2 2s^2 2p^4$
F :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow}$	หรือ	$1s^2 2s^2 2p^5$
Ne :	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}$	$\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}\boxed{\uparrow\downarrow}$	หรือ	$1s^2 2s^2 2p^6$

2 ตารางธาตุ

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบธาตุแล้วเป็นจำนวนมาก ธาตุเหล่านั้นอาจมีสมบัติบางประการคล้ายกันแต่ก็มีสมบัติบางประการที่แตกต่างกัน จึงยากที่จะจดจำสมบัติต่าง ๆ ของแต่ละธาตุได้ทั้งหมด นักวิทยาศาสตร์จึงหากฎเกณฑ์ในการจัดธาตุที่มีสมบัติคล้ายกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อง่ายต่อการศึกษา

2.1 วิวัฒนาการของการสร้างตารางธาตุ

ในปี พ.ศ.2407 จอห์น นิวแลนด์ นักวิทยาศาสตร์ ชาวอังกฤษ ได้เสนอกฎในการจัดธาตุเป็นหมวดหมู่ว่า ถ้าเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปมากพบว่าธาตุที่ 8 จะมีสมบัติเหมือนกับธาตุที่ 1 เสมอ การจัดเรียงธาตุตามแนวคิดของนิวแลนด์ใช้ได้ถึงธาตุแคลเซียมเท่านั้น กฎนี้ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเพราะเหตุใดมวลอะตอมจึงเกี่ยวข้องกับสมบัติที่คล้ายคลึงกันของธาตุ ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับในเวลาต่อมา

ยูลิวส์ โลทาร์ ไมเออร์ นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน และดิมิทรี อิวา-โนวิช เมนเดเลเยฟ นักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซีย ได้ศึกษารายละเอียดของธาตุต่าง ๆ มากขึ้นทำให้มีข้อสังเกตเช่นเดียวกันว่า ถ้าเรียงธาตุตามมวลอะตอมจากน้อยไปมากจะพบว่าธาตุมีสมบัติคล้ายกันเป็นช่วงๆ การที่ธาตุต่างๆ มีสมบัติคล้ายกันเป็นช่วงเช่นนี้เมนเดเลเยฟตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎฟิรียอดิก และได้เสนอความคิดนี้ในปี พ.ศ.2412 ก่อนที่ไมเออร์จะเผยแพร่ผลงานของเขาหนึ่งปี เพื่อเป็นการให้เกิดเกียรติแก่เมนเดเลเยฟ จึงเรียกดาวงนี้ว่า ตารางฟิรียอดิกของเมนเดเลเยฟ ในปีต่อมาเมนเดเลเยฟได้ปรับปรุงตารางธาตุใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REIHEN	GRUPPE I. — R2O	GRUPPE II. — RO	GRUPPE III. — R2O3	GRUPPE IV. RH4 RO2	GRUPPE V. RH3 R2O5	GRUPPE VI. RH2 RO3	GRUPPE VII. RH R2O7	GRUPPE VIII. — RO4
1	H=1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	—
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	—
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	—

นักวิทยาศาสตร์รุ่นต่อมาเกิดแนวความคิดว่า ตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุไม่น่าจะขึ้นอยู่กับมวลอะตอมของธาตุ แต่น่าจะขึ้นอยู่กับสมบัติอื่นที่มีความสัมพันธ์กับมวลอะตอม เฮนรี โมสลีย์ นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้เสนอให้จัดธาตุเรียงตามเลขอะตอม เนื่องจากสมบัติต่าง ๆ ของธาตุมีความสัมพันธ์กับประจุบวกในนิวเคลียสหรือเลขอะตอมมากกว่ามวลอะตอม ตารางธาตุในปัจจุบันจึงได้จัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมจากน้อยไปมาก

ตารางธาตุที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้ปรับปรุงมาจากตารางธาตุของเมนเดเลเยฟ แต่เรียงธาตุตามลำดับเลขอะตอมแทนการเรียงตามมวลอะตอม

1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A																												
1 H 1s ¹																	2 He 1s ²																												
3 Li 2s ¹	4 Be 2s ²											5 B 2s ² 2p ¹	6 C 2s ² 2p ²	7 N 2s ² 2p ³	8 O 2s ² 2p ⁴	9 F 2s ² 2p ⁵	10 Ne 2s ² 2p ⁶																												
11 Na 3s ¹	12 Mg 3s ²											13 Al 3s ² 3p ¹	14 Si 3s ² 3p ²	15 P 3s ² 3p ³	16 S 3s ² 3p ⁴	17 Cl 3s ² 3p ⁵	18 Ar 3s ² 3p ⁶																												
19 K 4s ¹	20 Ca 4s ²	21 Sc 3d ¹ 4s ²	22 Ti 3d ² 4s ²	23 V 3d ³ 4s ²	24 Cr 3d ⁵ 4s ¹	25 Mn 3d ⁵ 4s ²	26 Fe 3d ⁶ 4s ²	27 Co 3d ⁷ 4s ²	28 Ni 3d ⁸ 4s ²	29 Cu 3d ¹⁰ 4s ¹	30 Zn 3d ¹⁰ 4s ²	31 Ga 4s ² 4p ¹	32 Ge 4s ² 4p ²	33 As 4s ² 4p ³	34 Se 4s ² 4p ⁴	35 Br 4s ² 4p ⁵	36 Kr 4s ² 4p ⁶																												
37 Rb 5s ¹	38 Sr 5s ²	39 Y 4d ¹ 5s ²	40 Zr 4d ² 5s ²	41 Nb 4d ⁴ 5s ¹	42 Mo 4d ⁵ 5s ¹	43 Tc 4d ⁵ 5s ²	44 Ru 4d ⁷ 5s ¹	45 Rh 4d ⁸ 5s ¹	46 Pd 4d ¹⁰	47 Ag 4d ¹⁰ 5s ¹	48 Cd 4d ¹⁰ 5s ²	49 In 5s ² 5p ¹	50 Sn 5s ² 5p ²	51 Sb 5s ² 5p ³	52 Te 5s ² 5p ⁴	53 I 5s ² 5p ⁵	54 Xe 5s ² 5p ⁶																												
55 Cs 6s ¹	56 Ba 6s ²	57 *La 5d ¹ 6s ²	72 Hf 5d ² 6s ²	73 Ta 5d ³ 6s ²	74 W 5d ⁴ 6s ²	75 Re 5d ⁵ 6s ²	76 Os 5d ⁶ 6s ²	77 Ir 5d ⁷ 6s ²	78 Pt 5d ⁹ 6s ¹	79 Au 5d ¹⁰ 6s ¹	80 Hg 5d ¹⁰ 6s ²	81 Tl 6s ² 6p ¹	82 Pb 6s ² 6p ²	83 Bi 6s ² 6p ³	84 Po 6s ² 6p ⁴	85 At 6s ² 6p ⁵	86 Rn 6s ² 6p ⁶																												
87 Fr 7s ¹	88 Ra 7s ²	89 *Ac 6d ¹ 7s ²	104 Rf 6d ² 7s ²	105 Db 6d ³ 7s ²	106 Sg 6d ⁴ 7s ²	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110	111	112	Unknown		114	Unknown		118																												
<table border="1"> <tr> <td>58 Ce 4f¹6s²</td> <td>59 Pr 4f³6s²</td> <td>60 Nd 4f⁴6s²</td> <td>61 Pm 4f⁵6s²</td> <td>62 Sm 4f⁶6s²</td> <td>63 Eu 4f⁷6s²</td> <td>64 Gd 4f⁷6s²</td> <td>65 Tb 4f⁹6s²</td> <td>66 Dy 4f¹⁰6s²</td> <td>67 Ho 4f¹¹6s²</td> <td>68 Er 4f¹²6s²</td> <td>69 Tm 4f¹³6s²</td> <td>70 Yb 4f¹⁴6s²</td> <td>71 Lu 4f¹⁴5d¹6s²</td> </tr> <tr> <td>90 Th 6d²7s²</td> <td>91 Pa 5f²6d¹7s²</td> <td>92 U 5f³6d¹7s²</td> <td>93 Np 5f⁴6d¹7s²</td> <td>94 Pu 5f⁶7s²</td> <td>95 Am 5f⁷7s²</td> <td>96 Cm 5f⁷6d¹7s²</td> <td>97 Bk 5f⁹7s²</td> <td>98 Cf 5f¹⁰7s²</td> <td>99 Es 5f¹¹7s²</td> <td>100 Fm 5f¹²7s²</td> <td>101 Md 5f¹³7s²</td> <td>102 No 5f¹⁴7s²</td> <td>103 Lr 5f¹⁴6d¹7s²</td> </tr> </table>																		58 Ce 4f ¹ 6s ²	59 Pr 4f ³ 6s ²	60 Nd 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 4f ⁷ 6s ²	65 Tb 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 4f ¹² 6s ²	69 Tm 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²	90 Th 6d ² 7s ²	91 Pa 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 5f ⁶ 7s ²	95 Am 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 5f ¹² 7s ²	101 Md 5f ¹³ 7s ²	102 No 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²
58 Ce 4f ¹ 6s ²	59 Pr 4f ³ 6s ²	60 Nd 4f ⁴ 6s ²	61 Pm 4f ⁵ 6s ²	62 Sm 4f ⁶ 6s ²	63 Eu 4f ⁷ 6s ²	64 Gd 4f ⁷ 6s ²	65 Tb 4f ⁹ 6s ²	66 Dy 4f ¹⁰ 6s ²	67 Ho 4f ¹¹ 6s ²	68 Er 4f ¹² 6s ²	69 Tm 4f ¹³ 6s ²	70 Yb 4f ¹⁴ 6s ²	71 Lu 4f ¹⁴ 5d ¹ 6s ²																																
90 Th 6d ² 7s ²	91 Pa 5f ² 6d ¹ 7s ²	92 U 5f ³ 6d ¹ 7s ²	93 Np 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	94 Pu 5f ⁶ 7s ²	95 Am 5f ⁷ 7s ²	96 Cm 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	97 Bk 5f ⁹ 7s ²	98 Cf 5f ¹⁰ 7s ²	99 Es 5f ¹¹ 7s ²	100 Fm 5f ¹² 7s ²	101 Md 5f ¹³ 7s ²	102 No 5f ¹⁴ 7s ²	103 Lr 5f ¹⁴ 6d ¹ 7s ²																																

ตารางธาตุที่ใช้อยู่ในปัจจุบันแบ่งธาตุในแนวตั้งออกเป็น 18 แถว โดยเรียกแถวในแนวตั้งว่า หมู่ ธาตุในแนวตั้งยังแบ่งเป็นกลุ่มย่อย A กับ B กลุ่ม A มี 8 หมู่ คือ IA ถึง VIIIA หมู่ IA มีชื่อเรียกว่า โลหะแอลคาไล หมู่ IIA เรียกว่า โลหะแอลคาไลน์เอิร์ท หมู่ VIIA เรียกว่า หมู่ธาตุแฮโลเจน และ ออกซิเจนเป็นเอกลักษณ์ของหมู่สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่นับอยู่ในแถวนี้ หมู่ VIII เรียกว่า โลหะทรานซิชัน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมู่ VIIIA เรียกว่า แก๊สเฉื่อยหรือแก๊สมีตระกูล กลุ่ม B มี 8 หมู่เช่นเดียวกันคือ IB ถึง VIIIB แต่ใน VIIIB จะมี 3 แถว ธาตุกลุ่ม B ทั้งหมดเรียกว่ากลุ่ม ธาตุแทรนซิชัน

ธาตุที่อยู่ในแวนอนมี 7 แถว แต่ละแถวจัดเรียงธาตุตามเลขอะตอมที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ และเรียกแถวใน แวนอนว่า คาบ จำนวนธาตุในแต่ละคาบจะเป็นดังนี้ คาบที่ 1 มี 2 ธาตุ คาบที่ 2 และ 3 มีคาบละ 8 ธาตุ คาบที่ 4 และ 5 มีคาบละ 18 ธาตุ คาบที่ 6 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกมี 18 ธาตุ คือ Cs ถึง Rn กลุ่มที่สองมี 14 ธาตุ คือ Ce ถึง Lu และเรียกกุ่มนี้ว่า กลุ่มธาตุแลนทาไนด์ คาบที่ 7 แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเริ่มจาก Fr เป็นต้นไปและมีการค้นพบเพิ่มขึ้นอยู่ตลอดเวลา ส่วนกลุ่มหลังมี 14 ธาตุ คือ Th ถึง Lr ซึ่งมีชื่อ เรียกว่า กลุ่มธาตุแอกทิไนด์

2.2 สมบัติของธาตุตามหมู่และตามคาบ

2.2.1 ขนาดอะตอม

ตามแบบจำลองอะตอมแบบกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสจะเคลื่อนที่ตลอดเวลาด้วยความเร็วสูงและไม่สามารถบอกตำแหน่งที่แน่นอนรวมทั้งไม่สามารถกำหนดขอบเขตที่แน่นอนของอิเล็กตรอนได้ นอกจากนี้อะตอมโดยทั่วไปไม่อยู่เป็นอะตอมเดี่ยวแต่จะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมไว้ด้วยกัน จึงเป็นเรื่องยากที่จะวัดขนาดของอะตอมที่อยู่ในภาวะอิสระหรือเป็นอะตอมเดี่ยว ในทางปฏิบัติจึงบอกขนาดอะตอมด้วยรัศมีอะตอมซึ่งมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมทั้งสองที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมไว้ด้วยกันหรือที่อยู่ชิดกัน รัศมีอะตอมมีหลายแบบซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของแรงที่ยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอม ดังตัวอย่าง

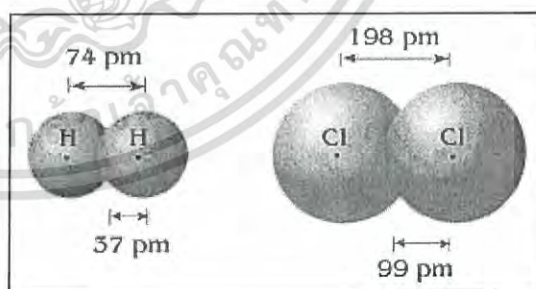
รัศมีโคเวเลนต์ คือ ระยะทางครึ่งหนึ่งของความยาวพันธะ โคเวเลนต์ระหว่างอะตอมชนิดเดียวกัน

$$\text{ความยาวพันธะ H-H} = 74 \text{ pm}$$

$$\text{รัศมีโคเวเลนต์ของ H} = \frac{74}{2} = 37 \text{ pm}$$

$$\text{ความยาวพันธะ Cl-Cl} = 198 \text{ pm}$$

$$\text{รัศมีโคเวเลนต์ของ Cl} = \frac{198}{2} = 99 \text{ pm}$$



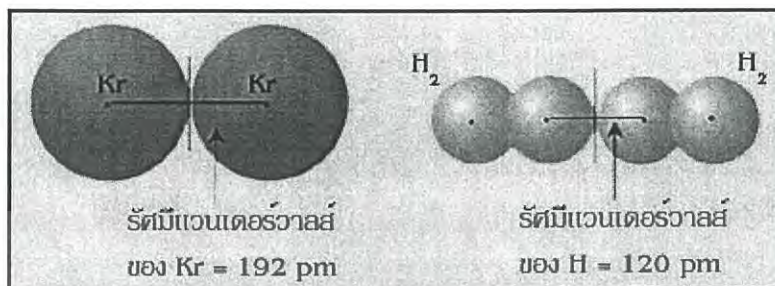
ในกรณีที่เป็นพันธะโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมต่างชนิดกัน เช่น CCl_4 อาจหารัศมีอะตอมของธาตุคาร์บอนได้ เมื่อทราบความยาวพันธะระหว่างอะตอมของธาตุทั้งสอง ในที่นี้คือคาร์บอนกับคลอรีนและทราบรัศมีอะตอมของธาตุคลอรีน ดังตัวอย่าง

$$\text{จากข้อมูลทราบว่า ความยาวพันธะ C-Cl} = 176 \text{ pm}$$

$$\text{รัศมีอะตอมของ Cl} = 99 \text{ pm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัศมีแวนเดอร์วาลส์ คือ ระยะทางครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมที่อยู่ใกล้ที่สุด ตัวอย่างรัศมีแวนเดอร์วาลส์ซึ่งหาจากอะตอมของแก๊สเฉื่อย เช่น รัศมีอะตอมของธาตุคริปทอนหรือหาจากโมเลกุลโคเวเลนต์ 2 โมเลกุลที่สัมผัสกัน เช่น โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจน 2 โมเลกุล



รัศมีโลหะ มีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมโลหะที่อยู่ใกล้กันมากที่สุด มีระยะระหว่างนิวเคลียสของอะตอมสองอะตอมอยู่ใกล้กันที่สุดเท่ากับ 320 พิโกเมตร รัศมีอะตอมของโลหะแมกนีเซียมจึงมีค่าเท่ากับ $\frac{320}{20}$ ซึ่งเท่ากับ 160 พิโกเมตร

การศึกษารัศมีอะตอมของธาตุทำให้ทราบขนาดอะตอมของธาตุและสามารถเปรียบเทียบขนาดอะตอมของธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกันหรือหมู่เดียวกันได้

IA							VIIIA	
	H	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He
37								130
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	160
152	111	80	77	75	73	71	71	190
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	190
186	160	143	117	110	103	99	99	190
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	200
227	197	172	123	125	116	114	114	200
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	220
248	218	163	141	145	143	133	133	220
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At		
265	217	170	175	155	140	140		

Increasing Atomic Radius

เมื่อพิจารณาขนาดอะตอมของธาตุที่อยู่ในคาบเดียวกัน พบว่าขนาดอะตอมมีแนวโน้มลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น อธิบายได้ว่าเนื่องจากธาตุในคาบเดียวกันมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนอยู่ในระดับพลังงานเดียวกัน แต่มีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสแตกต่างกัน ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนมากจะดึงดูดอิเล็กตรอนไว้แน่นกว่า ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนน้อยจะดึงดูดอิเล็กตรอนไว้หลวมกว่า ดังนั้น อิเล็กตรอนจึงมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนที่ห่างจากนิวเคลียสของธาตุที่มีจำนวนโปรตอนน้อยกว่า ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนมากจะดึงดูดอิเล็กตรอนไว้แน่นกว่า ธาตุที่มีจำนวนโปรตอนน้อยจะดึงดูดอิเล็กตรอนไว้หลวมกว่า

เวเลนซ์อิเล็กตรอนด้วยแรงที่มากกว่าธาตุที่มีจำนวนโปรตอนน้อย เวเลนซ์อิเล็กตรอนจึงเข้าใกล้นิวเคลียสได้มากกว่าทำให้อะตอมมีขนาดเล็กลง

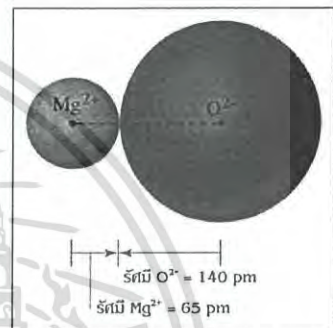
ส่วนธาตุในหมู่เดียวกัน เมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้นจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสและจำนวนระดับพลังงานที่มีอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นด้วย อิเล็กตรอนที่อยู่ชั้นในจึงเป็นคล้ายฉากกั้นแรงดึงดูดระหว่างโปรตอนในนิวเคลียสกับเวเลนซ์อิเล็กตรอน ทำให้แรงดึงดูดต่อเวเลนซ์อิเล็กตรอนมีน้อยเป็นผลให้ธาตุในหมู่เดียวกันมีขนาดอะตอมใหญ่ขึ้นตามเลขอะตอม แสดงว่าการเพิ่มจำนวนระดับพลังงานมีผลต่อขนาดอะตอมมากกว่าการเพิ่มจำนวนโปรตอนในนิวเคลียส

2.2.2 รัศมีไอออน

การบอกขนาดของไอออนจะบอกเป็นค่ารัศมีไอออน ซึ่งพิจารณาจากระยะระหว่างนิวเคลียสของไอออนคู่หนึ่งๆ ที่มีแรงยึดเหนี่ยวซึ่งกันและกันในโครงผลึก ตัวอย่างรัศมีไอออนของ Mg^{2+} และ O^{2-} ในสารประกอบ MgO

เมื่อโลหะทำปฏิกิริยากับโลหะ อะตอมของโลหะจะเสียเวเลนซ์อิเล็กตรอนกลายเป็นไอออนบวก จำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมจึงลดลง ทำให้แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนลดลงด้วย

ไอออนบวกจึงมีขนาดเล็กกว่าอะตอมเดิม ส่วนอะตอมของอโลหะนั้นส่วนใหญ่จะรับอิเล็กตรอนเพิ่มเข้ามาและเกิดเป็นไอออนลบ เนื่องจากมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนอิเล็กตรอนจึงทำให้แรงผลักระหว่างอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อยู่รอบนิวเคลียสมีค่าสูงขึ้น ขอบเขตของกลุ่มหมอกอิเล็กตรอนจะขยายออกไปจากเดิม ไอออนลบจึงมีขนาดใหญ่กว่าอะตอมเดิม



IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA
Li 152 Li ⁺ 59	B 111 Be ²⁺ 31	B 80 B ³⁺ 20	C 77	N 75 N ³⁻ 171	O 73 O ²⁻ 140	F 71 F ⁻ 133
Na 186 Na ⁺ 99	Mg 160 Mg ²⁺ 65	Al 143 Al ³⁺ 50	Si 118	P 110 P ³⁻ 212	S 103 S ²⁻ 184	Cl 99 Cl ⁻ 181
K 227 K ⁺ 138	Ca 197 Ca ²⁺ 99	Ga 122 Ga ²⁺ 62	Ge 123	As 125 As ³⁺ 69	Se 116 Se ²⁻ 198	Br 114 Br ⁻ 196
Rb 248 Rb ⁺ 148	Sr 215 Sr ²⁺ 113	In 163 In ³⁺ 92	Sn 141 Sn ²⁺ 93	Sb 145 Sb ³⁺ 89	Te 143 Te ²⁻ 221	I 133 I ⁻ 220
Cs 265 Cs ⁺ 169	Ba 217 Ba ²⁺ 135	Tl 170 Tl ⁺ 149	Pb 175 Pb ²⁺ 132	Bi 155 Bi ³⁺ 96		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

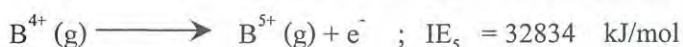
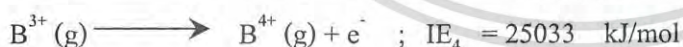
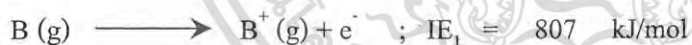
เมื่อพิจารณาแนวโน้มของรัศมีอะตอมและรัศมีไอออนตามหมู่ จะพบว่าหมู่ IA IIA IIIA และ VIIA มีแนวโน้มเช่นเดียวกันคืออะตอมและไอออนมีขนาดเพิ่มขึ้นจากบนลงล่าง รัศมีไอออนบวกจะมีค่าน้อยกว่ารัศมีอะตอมแต่รัศมีไอออนลบจะมีค่ามากกว่ารัศมีอะตอม การเปรียบเทียบขนาดไอออนที่มีความหมาย จะเปรียบเทียบระหว่างไอออนที่มีการจัดอิเล็กตรอนเหมือนกันหรือมีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากัน

2.2.3 พลังงานไอออไนเซชัน

เมื่อให้พลังงานแก่อะตอมของธาตุในสถานะของเหลวหรือของแข็งในปริมาณที่มากพอ จะทำให้อะตอมเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สได้และถ้าให้พลังงานต่อไปอีกจนสูงเพียงพอก็จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอมกลายเป็นไอออน พลังงานปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากอะตอมในสถานะแก๊สเรียกว่า พลังงานไอออไนเซชัน เขียนย่อเป็น IE ตัวอย่างเช่น การทำให้ไฮโดรเจนอะตอมในสถานะแก๊สกลายเป็นไฮโดรเจนไอออนในสถานะแก๊สเขียนแสดงได้ดังนี้



ธาตุไฮโดรเจนมี 1 อิเล็กตรอน จึงมีค่าพลังงานไอออไนเซชันเพียงค่าเดียว ถ้าเป็นธาตุที่มีหลายอิเล็กตรอน ก็จะมีพลังงานไอออไนเซชันหลายค่า พลังงานน้อยที่สุดที่ทำให้อิเล็กตรอนตัวแรกหลุดออกจากอะตอมที่อยู่ในสถานะแก๊สเรียกว่า พลังงานไอออไนเซชันลำดับที่หนึ่ง เขียนย่อเป็น IE_1 พลังงานที่ทำให้อิเล็กตรอนในลำดับต่อ ๆ มาหลุดออกจากอะตอมก็จะเรียกว่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 2, 3, ... และเขียนย่อเป็น IE_2 , IE_3 , ... ตัวอย่างเช่น ธาตุโบรอนมี 5 อิเล็กตรอนจึงมีพลังงานไอออไนเซชัน 5 ค่าเขียนแสดงได้ดังนี้



การเปรียบเทียบพลังงานไอออไนเซชันของธาตุจะใช้เฉพาะค่า IE_1 ซึ่งเมื่อนำค่าพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุบางธาตุในตารางธาตุมาแสดงจะได้ดังนี้

							VIIIA	
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 He 2379	
3 Li 526	4 Be 906	5 B 807	6 C 1093	7 N 1407	8 O 1320	9 F 1687	10 Ne 2087	
11 Na 496	12 Mg 744	13 Al 584	14 Si 793	15 P 1018	16 S 1006	17 Cl 1257	18 Ar 1527	
19 K 425	20 Ca 596	31 Ga 585	32 Ge 768	33 As 953	34 Se 947	35 Br 1146	36 Kr 1357	
37 Rb 409	38 Sr 556	49 In 565	50 Sn 715	51 Sb 840	52 Te 876	53 I 1015	54 Xe 1177	
55 Cs 382	56 Ba 509	81 Tl 596	82 Pb 722	83 Bi 710	84 Po 818	85 At -	86 Rn 1043	
87 Fr -	88 Ra 516							

Increasing IE1

เมื่อพิจารณาพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุตามคาบ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม เนื่องจากธาตุในคาบเดียวกันมีจำนวนโปรตอนในนิวเคลียสเพิ่มขึ้นและมีขนาดอะตอมเล็กลง แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนจึงเพิ่มมากขึ้น อิเล็กตรอน จึงหลุดออกจากอะตอมได้ยาก

ส่วนพลังงานไอออไนเซชันลำดับที่ 1 ของธาตุตามหมู่ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะระหว่างนิวเคลียสกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนลดลง อิเล็กตรอนจึงหลุดจากอะตอมได้ง่ายขึ้น

2.2.4 อิเล็กโทรเนกาติวิตี

เมื่ออะตอมต่างชนิดของธาตุต่างชนิดรวมตัวเป็น โมเลกุล โดยใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมกัน นิวเคลียสของอะตอม ทั้งสองจะดึงดูดอิเล็กตรอนคู่ที่ใช้ร่วมกันด้วยแรงที่ต่างกัน ทำให้อะตอมที่สามารถดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่าเกิดสภาพอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างเป็นลบ ส่วนอะตอมที่ดึงดูดอิเล็กตรอนได้น้อยกว่าจะเกิดสภาพอำนาจไฟฟ้าค่อนข้างเป็นบวก ความสามารถของอะตอมในการดึงดูดอิเล็กตรอนในโมเลกุลของสารเรียกว่า อิเล็กโทรเนกาติวิตี เขียนย่อเป็น EN ตัวอย่างเช่น ในโมเลกุล HCl เนื่องจาก Cl ดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่า H ดังนั้น Cl จึงมีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า H ในโมเลกุล OF₂ เนื่องจาก F ดึงดูดอิเล็กตรอนได้ดีกว่า O ดังนั้น F จึงมีค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีสูงกว่า O แนวโน้มค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตีของธาตุในตารางธาตุเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	VIII A								
	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 He	
↑ Increasing EN	3 Li 0.98	4 Be 1.57	5 B 2.04	6 C 2.55	7 N 3.04	8 O 3.44	9 F 3.98	10 Ne	
	11 Na 0.93	12 Mg 1.31	13 Al 1.61	14 Si 1.90	15 P 2.19	16 S 2.58	17 Cl 3.16	18 Ar	
	19 K 0.82	20 Ca 1.00	31 Ga 1.81	32 Ge 2.01	33 As 2.18	34 Se 2.55	35 Br 2.96	36 Kr 2.90	
	37 Rb 0.82	38 Sr 0.95	49 In 1.78	50 Sn 1.96	51 Sb 2.05	52 Te 2.10	53 I 2.66	54 Xe 2.60	
	55 Cs 0.79	56 Ba 0.89	81 Tl 2.04	82 Pb 2.33	83 Bi 2.02	84 Po 2.00	85 At 2.20	86 Rn	
	87 Fr 0.70	88 Ra 0.90	→ Increasing EN						

เมื่อพิจารณาค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีของธาตุในคาบเดียวกัน พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม เนื่องจากในคาบเดียวกันอะตอมของธาตุหมู่ IA มีขนาดใหญ่ที่สุด และหมู่ VIIA มีขนาดเล็กที่สุด ความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนตามคาบจึงเพิ่มขึ้นจากหมู่ IA ไปหมู่ VIIA ดังนั้นในคาบเดียวกันธาตุหมู่ IA จึงมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีต่ำที่สุด ส่วนธาตุหมู่ VIIA มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูงที่สุด

ธาตุในหมู่เดียวกันมีแนวโน้มของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น เนื่องจากขนาดของอะตอมที่เพิ่มขึ้นตามหมู่ เป็นผลให้ความสามารถในการดึงดูดอิเล็กตรอนลดลงตามหมู่ด้วย

2.2.5 สัมพรรคภาพอิเล็กตรอน

สมบัติของอะตอมอีกประการหนึ่งคือ อะตอมของธาตุส่วนใหญ่สามารถรับอิเล็กตรอนเพิ่มได้อีกอย่างน้อย 1 อิเล็กตรอน ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนแสดงได้ด้วย ค่าสัมพรรคภาพอิเล็กตรอน เขียนย่อเป็น EA ซึ่งเป็นพลังงานที่เปลี่ยนแปลงเมื่ออะตอมในสถานะแก๊สได้รับอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน เขียนสมการแสดงการเปลี่ยนแปลงได้ดังนี้



เนื่องจากการคายพลังงานออกมา EA จึงมีค่าเป็นลบ และถ้า EA มีค่าเป็นลบมากแสดงว่าอะตอมของธาตุนั้นมีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนเข้ามาได้ดี ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของแต่ละธาตุมีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากธาตุโลหะมีแนวโน้มสูงมากที่จะเสียอิเล็กตรอน โดยทั่วไปค่า EA ของธาตุโลหะ จึงมีค่าเป็นลบน้อย ๆ ถึงค่าบวกน้อย ๆ

							VIIIA
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	2 He (21)
3 Li -58	4 Be (241)	5 B -23	6 C -123	7 N 0	8 O -142	9 F -333	10 Ne (29)
11 Na -53	12 Mg (230)	13 Al -44	14 Si -120	15 P -74	16 S -200	17 Cl -348	18 Ar (35)
19 K -48	20 Ca (154)	31 Ga -35	32 Ge -118	33 As -77	34 Se -195	35 Br -324	36 Kr (39)
37 Rb -47	38 Sr (120)	49 In -34	50 Sn -121	51 Sb -101	52 Te -190	53 I -295	54 Xe (40)
55 Cs -45	56 Ba (52)	81 Tl -48	82 Pb -101	83 Bi -100	84 Po ?	85 At ?	86 Rn ?
87 Fr 2	88 Ra ?						

เมื่อพิจารณาธาตุตามคาบพบว่าค่า EA ของธาตุในหมู่ IA IIA และ IIIA มีค่าเป็นลบน้อยกว่าธาตุที่อยู่ทางขวามือ ซึ่งแปลความหมายได้ว่าธาตุในหมู่ดังกล่าว มีแนวโน้มที่จะรับอิเล็กตรอนน้อยมาก โดยเฉพาะธาตุในหมู่ IIA ซึ่งมีค่านี้สูงที่สุด แสดงว่ารับอิเล็กตรอนยากที่สุด ส่วนธาตุหมู่ IVA VA VIA และ VIIA มีแนวโน้มสูงที่จะรับอิเล็กตรอน โดยเฉพาะหมู่ VIIA ซึ่งชอบรับอิเล็กตรอนสูงที่สุด การรับ 1 อิเล็กตรอนของธาตุในหมู่นี้จะทำให้อะตอมมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนเหมือนแก๊สเฉื่อยที่อยู่หมู่ถัดไปซึ่งมีความเสถียรมาก EA จึงมีค่าเป็นลบมาก

2.2.6 จุดหลอมเหลวและจุดเดือด

อนุภาคของสารที่รวมกันจะมีแรงยึดเหนี่ยวกัน การแยกอนุภาคของสารออกจากกันใช้วิธีให้ความร้อนแก่สารจนมีอุณหภูมิสูงถึงจุดหลอมเหลวหรือจุดเดือด พลังงานความร้อนที่ใช้จะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคในสารนั้น สารที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากจะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> -259.1 ← จุดหลอมเหลว (°C) H -252.8 ← จุดเดือด (°C) </div> <div style="text-align: right;"> VIIIA -272 He -269 </div> </div>							
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
179 Li	1280 Be	2300 B	>3550 C	-209.86 N	-218 O	-223 F	-248 Ne
1317	2770	2550	4827	-195.8	-183	-187	-246
97.6 Na	650 Mg	660 Al	1410 Si	44 P	113 S	-102 Cl	-248 Ar
892	1170	2450	2355	280	445	-35	-186
63 K	839±2 Ca	29.78 Ga	937.4 Ge	358 As (สลาย) 613 (ระเหิด)	217 Se	-7 Br	-157 Kr -153
770	1484	2403	2830	631 Sb	450 Te	114 I	-112 Xe -107
39 Rb	770 Sr	156.61 In	231.9 Sn	631 Sb	450 Te	114 I	-112 Xe -107
688	1580	2080	2270	1635	990	183	-107
28 Cs	714 Ba	660±10 Tl	327.5 Pb	271.3 Bi	254 Po	1050 At	-71 Rn -62
678	1640	3287	1740	156±5	962	3200±300	-62
- Fr	700 Ra						
-	<1140						

เมื่อพิจารณาธาตุตามคาบ พบว่าจุดเดือดและจุดหลอมเหลวของธาตุในหมู่ IA IIA IIIA และ IVA มีแนวโน้มสูงขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะหมู่ IVA จะมีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดสูงที่สุด ส่วนหมู่ VA VIA VIIA และ VIIIA มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำ การที่จุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุหมู่ IA IIA และ IIIA ที่อยู่ในคาบเดียวกันมีแนวโน้มสูงขึ้นตามเลขอะตอม อธิบายได้ว่าเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้นอะตอมจะมีจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนมากขึ้นรวมทั้งมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวเคลียสกับเวเลนซ์อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่อิสระแข็งแรงขึ้น ส่วนธาตุหมู่ IVA บางธาตุมีโครงสร้างเป็นโครงผลึกร่างตาข่ายจึงทำให้จุดหลอมเหลวและจุดเดือดมีค่าสูงขึ้น สำหรับธาตุหมู่ VA VIA VIIA และ VIIIA มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดต่ำและค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลมีค่าต่ำมาก

เมื่อพิจารณาธาตุตามหมู่ พบว่าจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุหมู่ IA IIA และ IIIA ส่วนใหญ่มีค่าลดลงเมื่อเลขอะตอมเพิ่มขึ้น ส่วนธาตุหมู่ VA VIA VIIA และ VIIIA มีจุดหลอมเหลวและจุดเดือดเพิ่มขึ้นตามเลขอะตอม ซึ่งเป็นผลมาจากการมีมวลอะตอมเพิ่มขึ้น ทำให้แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลมีค่ามากขึ้น สำหรับจุดหลอมเหลวและจุดเดือดของธาตุหมู่ IVA มีแนวโน้มที่ไม่ชัดเจน เนื่องจากธาตุในหมู่นี้มีโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอะตอมแตกต่างกันจึงไม่สามารถสรุปเป็นแนวโน้มได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7 เลขออกซิเดชัน

นักเคมีได้กำหนดเลขออกซิเดชันขึ้นเพื่อแสดงถึงค่าประจุไฟฟ้าหรือประจุไฟฟ้าสมมติของไอออนหรืออะตอมของธาตุขึ้น การกำหนดว่าธาตุต่าง ๆ จะมีเลขออกซิเดชันเป็นเท่าใด ให้เป็นไปตามเกณฑ์การกำหนดเลขออกซิเดชันของธาตุดังนี้

1. ธาตุอิสระทุกชนิดที่อยู่ในรูปอะตอมหรือ โมเลกุลมีเลขออกซิเดชันเท่ากับ 0
2. ออกซิเจนในสารประกอบทั่วไปมีเลขออกซิเดชัน -2 ยกเว้นในสารประกอบเปอร์ออกไซด์ ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชัน -1 สารประกอบซูเปอร์ออกไซด์ ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชัน -1/2 และสารประกอบ OF_2 ออกซิเจนมีเลขออกซิเดชัน +2
3. ไฮโดรเจนในสารประกอบทั่วไปมีเลขออกซิเดชัน +1 ยกเว้นในสารประกอบไฮไดรด์ของโลหะ ไฮโดรเจนมีเลขออกซิเดชัน -1
4. ไอออนของธาตุมีเลขออกซิเดชันเท่ากับประจุของไอออนนั้น
5. ไอออนที่ประกอบด้วยอะตอมมากกว่าหนึ่งชนิด ผลรวมของเลขออกซิเดชันของทุกอะตอมจะเท่ากับประจุของไอออนนั้น
6. ในสารประกอบใด ๆ ผลรวมของเลขออกซิเดชันจะเท่ากับศูนย์

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VI A	VII A	VIIIA He
Li +1	Be +2	B +3	C -4,+4, +2	N -3,+5, +4,+3, +2,+1	O -1,-2 +2	F -1	Ne
Na +1	Mg +2	Al +3	Si -4,+4, +2	P -3,+5, +3	S -2,+6, +4,+2	Cl -1,+7, +5,+3, +1	Ar
K +1	Ca +2	Ga +3,+1	Ge +4,+2	As -3,+5, +3	Se -2,+6, +4,+2	Br -1,+7, +5,+1	Kr +2
Rb +1	Sr +2	In +3,+1	Sn +4,+2	Sb -3,+5, +3	Te -2,+6, +4,+2	I -1,+7, +5,+1	Xe +8,+6, +4,+2
Cs +1	Ba +2	Tl +1	Pb +4,+2	Bi +3	Po +4,+2	At -1	Rn +2
Fr +1	Ra +2						

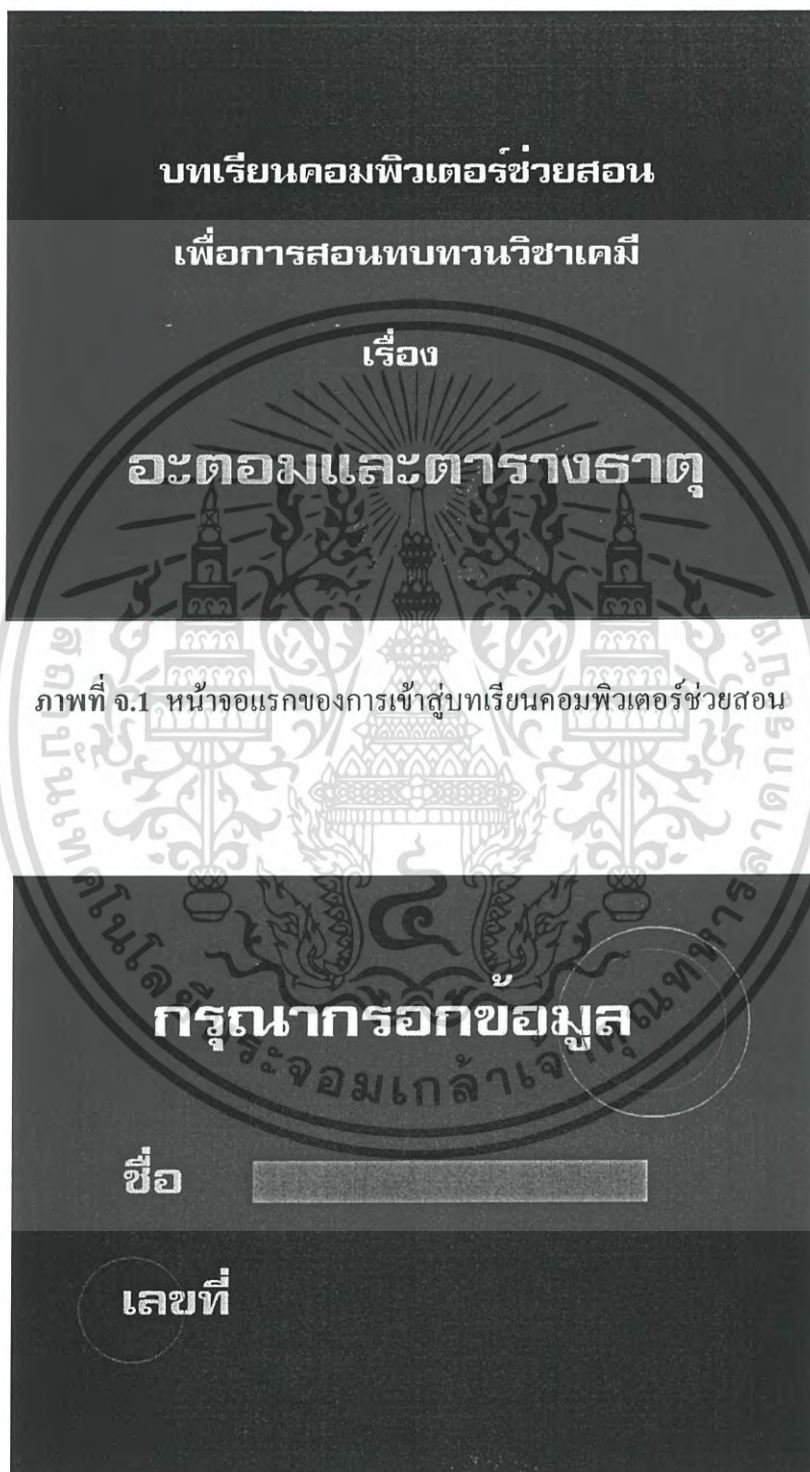
สมบัติต่างๆ ของธาตุในตารางธาตุที่ได้ศึกษามาแล้ว จะพบว่าส่วนใหญ่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างสม่ำเสมอทำให้สามารถทำนายแนวโน้มสมบัติของธาตุในตารางธาตุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



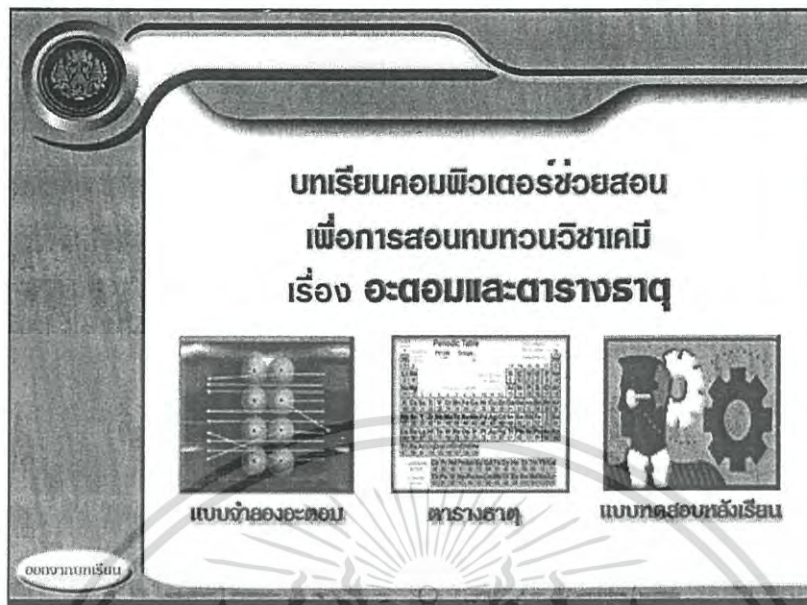
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาเคมี
เรื่อง อะตอมและตารางธาตุ

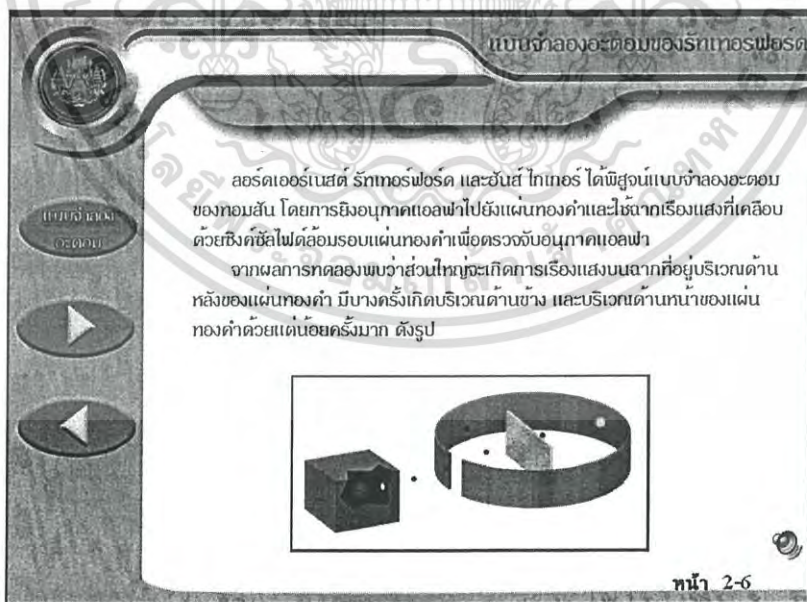


ภาพที่ จ.2 การบันทึกข้อมูลของนักเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.3 เมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

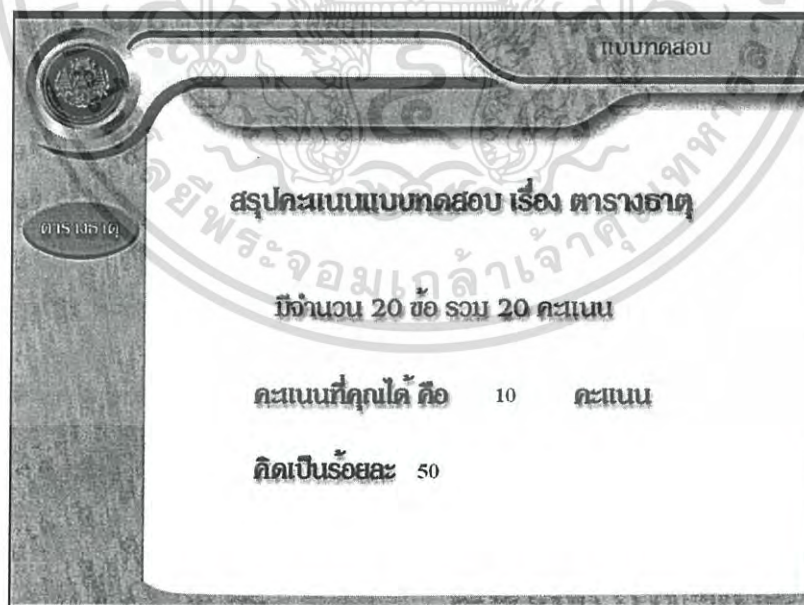


ภาพที่ จ.4 การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ จ.5 การนำเสนอแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

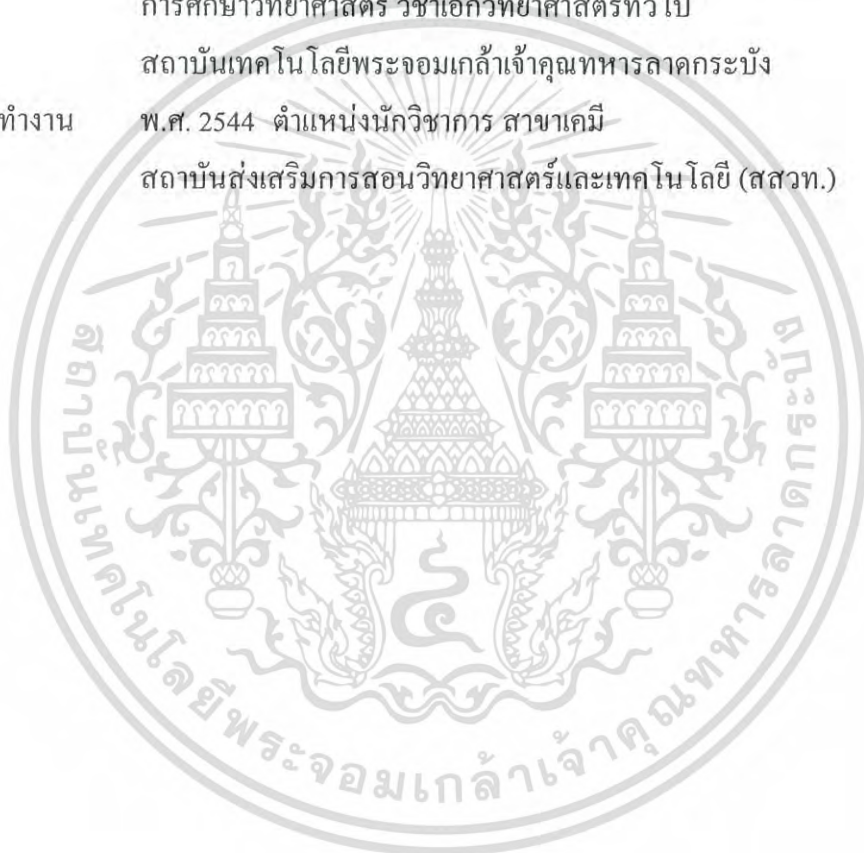


ภาพที่ จ.6 การนำเสนอผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวศิริรัตน์ พริกสี
วัน เดือน ปีเกิด	26 ตุลาคม 2522
ที่อยู่	202/1 ถนนแสงสวรรค์เหนือ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2544 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี มหาวิทยาลัยนเรศวร พ.ศ. 2548 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป
ประวัติการทำงาน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2544 ตำแหน่งนักวิชาการ สาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้