การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ปริญญานิพนธ์

ของ

อัญชฎา พัวไพบูลย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตรศึกษา

พฤษภาคม 2545

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

บทคัดย่อ

ของ

อัญชฎา พัวไพบูลย์

2545

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตรศึกษา

พฤษภาคม 2545

ท14953

อัญชฎา พัวไพบูลย์. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา(ฟิสิกส์)). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ, ดร.มนัส บุญประกอบ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" และนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร แบบแผนการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มกลุ่มเดียว วัดก่อนและหลังการเรียน แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติ t – test Dependent Sample

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION FOR PHYSICS LESSONS ENTITLED PHOTOELECTRIC EFFECT FOR THE UPPER SECONDARY LEVEL

AN ABSTRACT

BY

UNCHADA PHUAPAIBOON

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree in Science Education

at Srinakharinwirot University

May 2002

Unchada Phuapaiboon. (2002). *A Development of Computer-Assisted Instruction for Physics Lesson Entitled Photoelectric Effect for The Upper Secondary Level.* Master thesis, M.Ed. (Science Education (Physics)). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee : Assist. Prof. Sawat Supboon, Dr. Manat Boonprakob.

The purpose of this research was to connstruct and develop a computer assisted instruction (CAI) for Physics lesson entitled Photoelectric Effect for the upper secondary level. This CAI was to examine efficiency. The experimental samples were 30 students of Matthayom Suksa V of Saint Gabrial's College, Dusit District, Bangkok during the second semester of the 2001 acadamic year, randomly selected by using Simple Random Sampling method from Matthayom Suksa V students. Randomized Control Group Pretest-Posttest Design was used in the study. The statistical data, learning achievement scores, was analyzed by using t-test Independent method in form of different score.

The results revealed that :

1. The computer assisted instruction entitled Photoelectric Effect was at the 85/85 of efficient criteria.

2. Students' achievement after studying with CAI was significantly higher than before studying at .01 level.

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก"
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ

นางสาวอัญชฎา พัวไพบูลย์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตรศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.นภาภรณ์ หะวานนท์)

วันที่ 10 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ราม ติวารี)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ ประธานกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำ ตักเตือนและให้อิสระในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อย่างเต็มที่ และอาจารย์ ดร.ม่นัส บุญประกอบ กรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ผู้ซึ่งกรุณาชี้แนะแนวทางในการดำเนินการช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของงานวิจัยมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตากรุณา ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา อาจารย์ ราม ติวารี ที่กรุณาสละเวลารับเป็นกรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ อาจารย์ จักรชัย ลัชชานนท์ อาจารย์ ราม ติวารี อาจารย์ ณัฐ น้อยสวัสดิ์ และอาจารย์ นรินทร์ แก้วมงคลสุข ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณอธิการ คณะครูอาจารย์โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้โรงเรียนเป็นสถานที่ในการทดลองทำวิจัยและหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และผู้อำนวยการ คณะครูโรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย ปทุมธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบใจนักเรียนทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ สุภาภรณ์ ศิริโสภณา ผู้ซึ่งให้คำปรึกษาแก้ไขปัญหาทุกเรื่อง และเป็นที่พึ่งทางใจ

ขอขอบคุณรุ่นพี่นิสิตปริญญาเอก และเพื่อนๆ น้องๆ นิสิตปริญญาโททุกท่าน ที่ให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในยามท้อแท้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา – มารดา และพี่ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านทุนทรัพย์และเป็นกำลังให้ผู้วิจัยตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่พึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา – มารดา, ครู – อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

อัญชฎา พัวไพบูลย์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	4
	ขอบเขตของการวิจัย	4
	ประชากร	4
	กลุ่มตัวอย่าง	4
	ตัวแปร	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	5
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
	สมมุติฐานในการวิจัย	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการพัฒนาหลักสูตร	10
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	10
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	14
	ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	14
	ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15
	การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	21
	รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	29
	ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	33
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	33
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล	36
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล	36
	จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล	36
	ประเภทหรือรูปแบบของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล	37
	ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2 (ต่อ)	ประโยชน์การเรียนการสอนแบบรายบุคคล	40
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล	41
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	43
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	43
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	56
3	วิธีดำเนินการวิจัย	59
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	59
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	60
	การดำเนินการทดลอง	68
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้	69
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	73
	ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	73
	ผลการทดลองศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	76
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	77
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	77
	สมมติฐานการวิจัย	77
	วิธีดำเนินการวิจัย	77
	การวิเคราะห์ข้อมูล	78
	สรุปผลการวิจัย	78
	อภิปรายผล	78
	ข้อเสนอแนะ	80
	ข้อเสนอแนะทั่วไป	80
	ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย	81

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	บรรณานุกรม	83
	ภาคผนวก	92
	ประวัติย่อผู้วิจัย	145

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 การกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก 62

2 การวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและอันดับความสำคัญของเนื้อหา กับอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้..... 63

3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก กรณีทดสอบนักเรียน 9 คน..... 74

4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก กรณีทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 75

5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก 76

6 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านวิชาการ)..... 122

7 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านคอมพิวเตอร์).. 124

8 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน (กลุ่ม3 คน)..... 126

9 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน (กลุ่ม9 คน)..... 128

10 ความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก..... 131

11 ผลการประเมินความเหมาะสมของพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหา กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย..... 134

12 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก"..... 136

13 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบชุดที่ 1..... 137

14 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (แบบทดสอบชุดที่ 2)..... 138

15 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนรวมแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน ทุกหน่วยการเรียนของกลุ่ม 9 คน..... 139

16 คะแนนรวมแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน..... 140

17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก"..... 141

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 การทดลองโฟโตอิเล็กตริก..... 11

2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับศักย์หยุดยั้ง..... 13

3 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนประเภทสอนเนื้อหา..... 16

4 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนประเภทฝึกทักษะ..... 16

5 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง..... 17

6 แสดงรูปโปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการสอน..... 18

7 แสดงรูปโปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการทดสอบ..... 18

8 แบบจำลองการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก..... 27

9 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นตรง..... 29

10 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบวนเป็นรอบให้ตอบถูก..... 30

11 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบแตกกิ่ง..... 31

12 รูปแบบของ CAI ตามรูปแบบแนวคิดของ Hannafin and Peck..... 32

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาฟิสิกส์ได้รับการยอมรับกันทั่วไปว่า เป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์หลายสาขาและยังมีส่วนสนับสนุนให้มนุษย์เราค้นพบความรู้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาเทคโนโลยีด้านต่างๆ ดังนั้นเพื่อการพัฒนาทางเทคโนโลยีของประเทศไทย ในอนาคต ครูฟิสิกส์จึงต้องช่วยกันสร้างสรรค์เยาวชนของเราให้มีพื้นฐานทางฟิสิกส์ให้มากที่สุดเท่าที่ความสามารถเขาจะพัฒนาไปถึง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2536 : คำชี้แจง) การที่จะทำให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ได้นั้นครูผู้สอนต้องทำให้นักเรียนรู้สึกว่าฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องเรียนด้วยความอยากรู้อยากเห็น ถึงจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งตรงกับแนวทางการจัดการศึกษาในปัจจุบัน ที่ต้องการให้ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญต่อ การจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและได้มาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การปฏิรูปการเรียนรู้ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 บทบาทของครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เป็นผู้กระตุ้น และสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2543 : 1) วิธีการหนึ่งที่ครูผู้สอนสามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนก็คือ การนำนวัตกรรมการศึกษาในด้านสื่อและเทคโนโลยีมาช่วยในการเรียนการสอน สื่อการสอนนับว่าเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอนนับแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอน และผู้เรียนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพทำ ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการ (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 79) ดังที่เคมพ์ (Kemp. 1985 : 134 – 135) กล่าวว่าการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ จะประสบความสำเร็จด้วยการใช้สื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม ทั้งนี้เพราะสื่อช่วยให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือการฝึกอบรมทั้งหลายบรรลุจุดมุ่งหมาย (สมหวัง คุรุรัตนะ. 2539 : 316) ส่วนแนวความคิดในการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนนั้น เริ่มในสหรัฐอเมริการะหว่าง ค.ศ.1920 – 1930 ต่อมาในปลายปีค.ศ.1960 มหาวิทยาลัยหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการบริหารก่อน และได้นำมาใช้ในการวิจัยการเรียนการสอน ปีค.ศ.1979 ได้มีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้สำเร็จทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ราคาถูกลง และสามารถนำไปใช้ได้สะดวกขึ้น นำไปสู่การปฏิบัติในการใช้เครื่อง

ไมโครคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา สถาบันการศึกษา ในระบบโรงเรียน ทั้งระดับประถม มัธยม และมหาวิทยาลัย ปัจจุบันมีการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้อย่างกว้างขวาง โดยมีการออกแบบเรียนและพัฒนาซอฟแวร์ ที่จะช่วยในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชม ภูมิภาค. 2543 : 19) การที่มีผู้นิยมใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอน หรือที่เรียกว่า CAI (Computer – Assisted Instruction) นั้นก็เพราะคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาเรื่องราวเพื่อการสอน หรือทบทวนการทำแบบฝึกหัด เกมการศึกษา สถานการณ์จำลอง การสาธิต และการทดสอบวัดผล เป็นต้น เดนซ์ (Dence. 1980 : 50-54) ทำการวิจัยพบว่า วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่เหมาะสมที่จะใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยในการสอนวิชาฟิสิกส์ จึงเป็นการประยุกต์ใช้งานได้ทางหนึ่งและผลที่ได้จะช่วยให้เกิดสภาพการเรียนรู้ในบางเรื่องได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะงานที่ต้องมีการคำนวณสลับซับซ้อนหรือเกี่ยวพันกับตัวเลข หรือเกี่ยวพันกับสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์จำลองแบบให้เห็นได้ (ยืน ภู่วรวรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา. 2529 : 569) ซึ่งตรงกับแนวความคิดในบันทึกการประชุม วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2543 เรื่อง การทำ CD – ROM ของสาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ว่าควรจะมีการจัดทำเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมปลายในรูปของ CD-ROM เนื้อหาที่ควรจัดทำมากที่สุดคือเนื้อหา เรื่องฟิสิกส์อะตอม เพราะเนื้อหาเป็นนามธรรมซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนมากที่สุด ทำให้นักเรียนเกิดมโนมติผิดพลาดได้ง่าย (สสวท. 2543) การที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็นเนื้อหาเฉพาะวิชานั้น ผู้ที่จะสร้างจะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ในเนื้อหา รวมทั้งมีประสบการณ์ในการสอนวิชานั้นๆ บทเรียนจึงจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ จากข้อจำกัดเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และคุณสมบัติของผู้ที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่าครู-อาจารย์ ที่ทำการสอนในเนื้อหาวิชานั้นๆ เท่านั้น จึงจะทำการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด (บูรณะ สมชัย. 2536 : บทคัดย่อ)

เมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาในบทเรียนเรื่องฟิสิกส์อะตอม พบว่ามีเนื้อหาค่อนข้างมากที่ต้องสร้างจากสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงพิจารณาวิเคราะห์ถึงความจำเป็นและความเหมาะสม เพื่อที่จะเลือกเนื้อหาบางตอนมาดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งจะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวนั้นได้ และพบว่าเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกเป็นเนื้อหาที่สมควรเลือกมาสร้างเพราะ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก เป็นการทดลองที่สนับสนุนทวิภาพของคลื่นและอนุภาค และยังเป็นพื้นฐานการศึกษากลศาสตร์ควอนตัม ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงทำให้ผู้วิจัยเลือกปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มาดำเนินการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นเพียงสื่ออย่างหนึ่งของมนุษย์เท่านั้น คอมพิวเตอร์จะทำอะไรไม่ได้เลย ถ้าไม่มีโปรแกรมคอยควบคุมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้(นิตยา กาญจนวรรณ. 2525 : 83) ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีอยู่มากมายหลายชนิด ดังนั้น การเลือกโปรแกรมก็ต้องให้เหมาะสมกับงาน ถ้าเลือกไม่เหมาะสมกับงาน งานเล็กๆ ก็อาจใช้เวลาพัฒนาหลายสิบชั่วโมง ขณะเดียวกันถ้าเลือกโปรแกรมที่ง่ายเกินไป การควบคุมโปรแกรมก็ทำไม่ค่อยได้ จากประสบการณ์สอนทั้งนักศึกษาในระดับปริญญาตรี และบัณฑิตศึกษา ของธวัชชัย งามสันติวงศ์ พบว่า โปรแกรม ToolBooK II Instructor เป็นโปรแกรมที่ไม่ยากและง่ายจนเกินไป สามารถควบคุมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ได้ในระดับน่าพอใจ (ธวัชชัย งามสันติวงศ์. 2540 : คำนำ) โปรแกรม ToolBooK II Instructor ยังสามารถสร้างสรรค์ผลงานในรูปไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) หรือไฮเปอร์เทกซ์ (Hypertext) ที่สามารถสร้างภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดีทัศน์ ข้อความ ตลอดจนการตกแต่งผลงานให้มีความสวยงามได้โดยง่าย และยังสามารถใส่เสียงประกอบในงานที่สร้างเพื่อให้เกิดความเพลิดเพลินแก่ผู้เรียน (สานิตย์ กายาผาด. 2542 : 14-25) ส่วนการจัดเก็บและการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาสาระ ของโปรแกรม ToolBooK II Instructor มีรูปแบบที่ไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear) หรือไม่เรียงลำดับขั้น (Nonsequential) มีการจัดเตรียม (Tools) ที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และตรงกับความต้องการของแต่ละคน จึงส่งผลให้การใช้บทเรียนในการเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้โปรแกรม ToolBooK II Instructor ยังทำงานภายใต้วินโดวส์ จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการจะสร้างและพัฒนางานเพื่อเป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ด้วยตัวเอง (สานิตย์ กายาผาด. 2542 : 2-3) จึงทำให้ผู้วิจัยเลือกโปรแกรม ToolBook II Instructor มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากดำเนินการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จแล้วก็ต้องมีการทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนก่อนนำไปใช้งาน วิธีการหาประสิทธิภาพ จะใช้การประยุกต์สูตรการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมของเสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต ซึ่งเกณฑ์ประสิทธิภาพที่วัดออกมาจะพิจารณาจากร้อยละของการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน กับร้อยละของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย แสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น 80/80, 85/85, 90/90 เป็นต้น (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 284) ในงานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพร้อยละ 85/85 โดยการทดสอบ และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก จนได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เมื่อนักเรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้สื่อตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้ทำการวิจัยและพัฒนาแล้ว สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

2. เป็นการนำนวัตกรรมทางเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เข้ามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสร้างสื่อการสอนวิชาฟิสิกส์ให้มีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์-คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน แผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์(โครงสร้างที่ 3) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 4 ห้องเรียน ประชากร 231 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์-คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 30 คนได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับสลากจากประชากร โดยมีเงื่อนไขว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คนต้องไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาก่อน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 เป็นเวลา 4 คาบ คาบละ 50 นาที

เนื้อหา

เนื้อหาเรื่อง ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก แยกเป็นหน่วยการเรียนได้ดังนี้

หน่วยที่ 1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ 2 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ 3 สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ตัวแปร

ตัวแปรอิสระได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ตัวแปรตามได้แก่ 1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง บทเรียนที่สร้างโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ToolBook II Instructor เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนในวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เน้นการเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วยบทเรียนประเภทสอนเนื้อหา (Tutorials) ประเภทฝึกทักษะ (Drill and Practices) และประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulation)

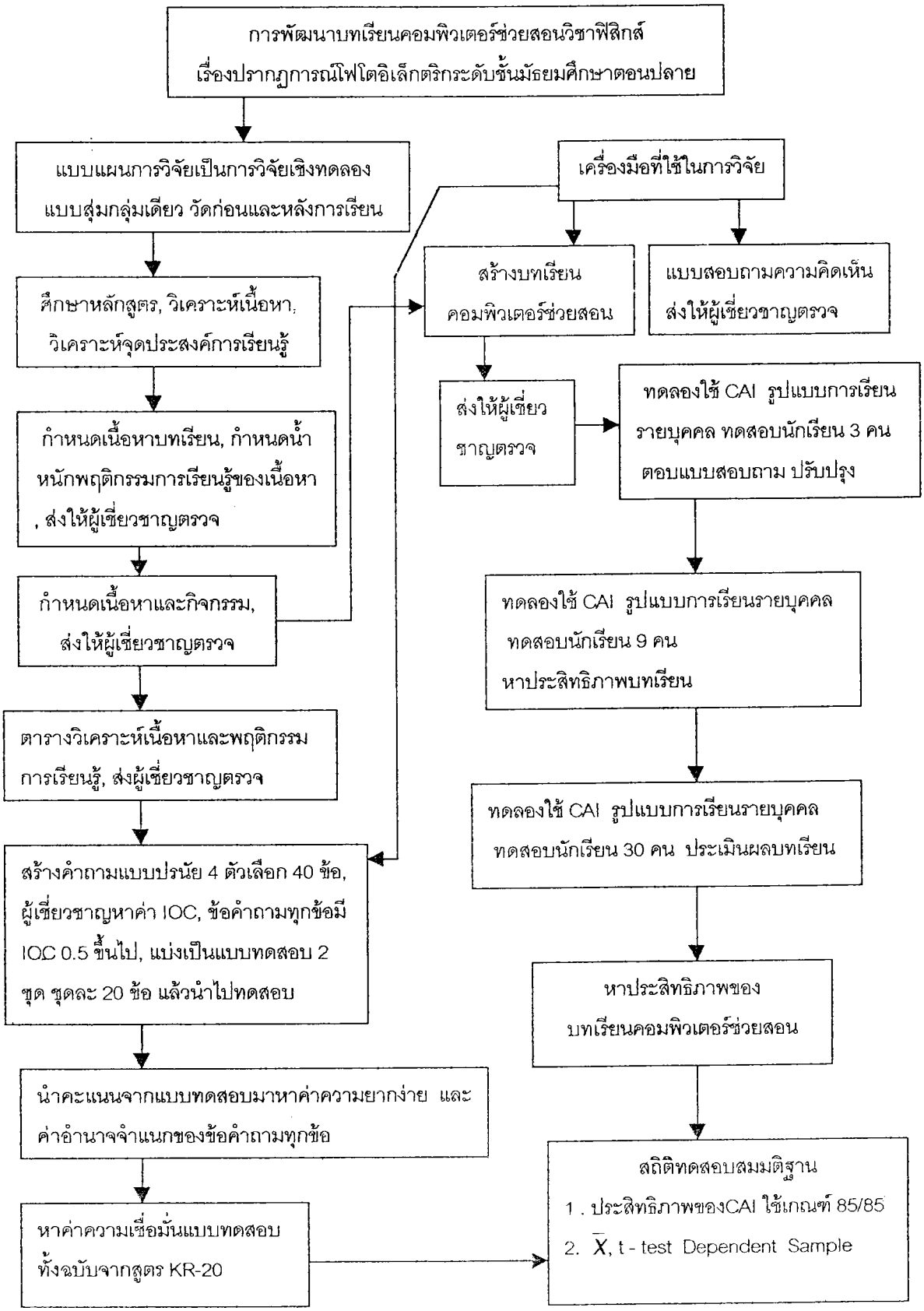
2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การประเมินค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 85/85 ซึ่งตัวเลข 85 จำนวนแรกหมายถึงประสิทธิภาพของกระบวนการ ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของร้อยละของการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน (จำนวน 4 หน่วยการเรียน) และตัวเลข 85 จำนวนที่สองหมายถึงประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของร้อยละของการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สินสกุล. 2520 : 138) ดังนั้นประสิทธิภาพของกระบวนการต้องไม่ต่ำกว่า 82.5% และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ต้องไม่ต่ำกว่า 82.5% สูตรการหาประสิทธิภาพได้มาจากการประยุกต์สูตรการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมของเสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 284)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยหมายถึง ความสามารถของผู้เรียนใน 3 ด้าน คือ 1)ด้านความรู้ – ความจำ 2)ด้านความเข้าใจ 3)ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยจะใช้ทักษะ 3 ทักษะคือ ทักษะการคำนวณ ทักษะ

การลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์) ที่ได้จากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยวัดความสามารถนั้นได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ซึ่งสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก

4. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกหมายถึง บทเรียนเรื่องหนึ่งของเนื้อหาเรื่องฟิสิกส์อะตอมในวิชาฟิสิกส์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช2524 (ฉบับปรับปรุงพ.ศ.2533) แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก หน่วยที่ 2 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก หน่วยที่ 3 สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก และหน่วยที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/85

2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการพัฒนาหลักสูตร
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 3.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 3.3 การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 3.4 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
   - 3.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
   - 3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
   - 4.1 ความหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
   - 4.2 จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
   - 4.3 ประเภทหรือรูปแบบของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
   - 4.4 ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล
   - 4.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
   - 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล
5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 5.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการพัฒนาหลักสูตร

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ประกาศในราชกิจานุเบกษา เมื่อวันพฤหัสบดีที่ 19 สค. 2542 และมีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันศุกร์ที่ 20 สค. 2542 เป็นต้นไป ได้กล่าวถึงหมวด4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถ พัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ

วิธีการหนึ่งที่ครูผู้สอนสามารถจัดการศึกษาให้ตอบรับกับมาตรา 22 ก็คือการนำเอานวัตกรรมการศึกษาในด้านสื่อและเทคโนโลยี มาช่วยในการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. 2542 หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษามาตรา 64 รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิต และพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอื่น โดยเร่งรัดพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต จัดให้มีเงินสนับสนุนการผลิตและมีการให้แรงจูงใจแก่ผู้ผลิต และพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ทั้งนี้โดยเปิดให้มีการแข่งขันโดยเสรีอย่างเป็นธรรม และมาตรา 65 ให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิต และผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะในการผลิตรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพ และประสิทธิภาพ

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้ตอบสนองต่อ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 มาตรา 64 และมาตรา 65 ผู้วิจัยจึงนำเอาคอมพิวเตอร์ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยี มาช่วยในการเรียนการสอน โดยการสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

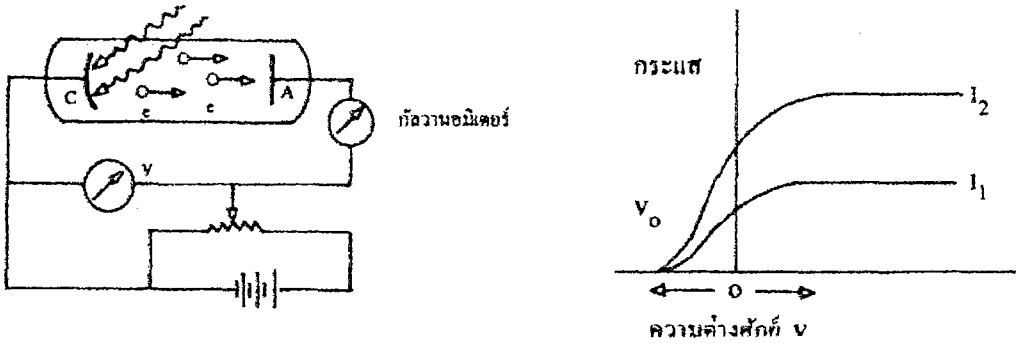
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

เนื่องจากขอบเขตเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่ผู้วิจัยกำหนดได้มาจากการวิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลายโครงสร้างที่ 2 วิชา ว025 ฟิสิกส์และโครงสร้างที่ 3 วิชา ว029 ฟิสิกส์5 และจุดประสงค์การเรียนรู้ในคู่มือครู ว025 ฟิสิกส์ และ ว029 ฟิสิกส์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียน รู้เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ด้วยตนเองได้ง่ายขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก จาก ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2534 : 372-428); นรินทร์ เนาวประทีป (2536 : 177-281); สสวท. (2536 : 85-158); ทศพล วงศ์อุดม และนิคม ใจซื่อ (2537 : 84-163); อดิชาติ บ้วนกียาพันธุ์(2537 : 222-324); สสวท. (2542 : 123-191) แล้วนำมาสรุปเป็นเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก พอสังเขปดังนี้

ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ในปี พ.ศ.2430 เฮิรตซ์ (Heinrich Hertz) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ทำการทดลองโดยการฉายแสงไปยังแผ่นโลหะซึ่งติดอยู่กับจานของอิเล็กโตรสโคปที่มีสภาวะเป็นกลาง เมื่อฉายแสงไปนานๆ พบว่าขาของแผ่นอิเล็กโตรสโคปกางออก แสดงว่าขาของอิเล็กโตรสโคปต้องเป็นประจุชนิดเดียวกัน ซึ่งเขาทดสอบพบว่าเป็นประจุบวก เขาจึงสรุปว่าแสงทำให้แผ่นโลหะสูญเสียอิเล็กตรอน เขาจึงเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก (Photoelectric Effect) และเรียกอิเล็กตรอนที่หลุดว่า โฟโตอิเล็กตรอน (Photoelectrons) ปัจจุบันทราบว่าวัตถุทุกชนิดอาจเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ต่างก็สามารถให้โฟโตอิเล็กตรอนได้ถ้าอยู่ในสภาวะเหมาะสม

การศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกทำได้โดยใช้หลอดสุญญากาศ เมื่อยังไม่มีแสงฉายกระทบขั้วโลหะC กระแสในวงจรจะเป็นศูนย์ ต่อมาฉายแสงความถี่เดียว (ความถี่สูง) ที่มีความเข้ม I_1 ไปยังขั้วโลหะC จะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมา โฟโตอิเล็กตรอนบางตัวจะไปถึงขั้วบวก A ได้ เกิดกระแสในวงจร ทดลองปรับความต่างศักย์เป็นค่าต่างๆ กัน จะได้กระแสดังภาพประกอบ 1



ก. ลักษณะอุปกรณ์ ข. กระแสโฟโตอิเล็กตริก

ภาพประกอบ 1 การทดลองโฟโตอิเล็กตริก

จากการทดลองสังเกตได้ว่า ที่ความต่างศักย์ต่ำๆ กระแสจะน้อย เนื่องจากโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมา จะหลุดออกมาแบบไร้ระเบียบ โฟโตอิเล็กตรอนจึงเคลื่อนที่แบบไร้ทิศทาง จึงทำให้มีโฟโตอิเล็กตรอนบางตัวเท่านั้นที่เคลื่อนที่ไปถึงA ได้ นอกจากนี้ยังมีโฟโตอิเล็กตรอนบางส่วนหลุดออกมาด้วยพลังงานจลน์ต่ำๆ ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปที่อื่นได้ ก็จะรวมกันอยู่บริเวณผิวของแผ่นโลหะ แต่เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ขึ้นเรื่อยๆ กระแสจะเพิ่มขึ้น เพราะความต่างศักย์ที่เพิ่มส่งผลให้สนามไฟฟ้าบริเวณAC มีค่ามากขึ้น ทำให้แรงเนื่องจากสนามไฟฟ้าที่กระทำต่อ

โฟโตอิเล็กตรอน (F =qE)มีค่ามากขึ้น ซึ่งแรงที่เกิดจากสนามไฟฟ้านี้จะไปกระทำต่อโฟโตอิเล็กตรอนที่ไร้ระเบียบ ให้เคลื่อนที่จาก C ไป A อย่างเป็นระเบียบ และยังทำให้โฟโตอิเล็กตรอนที่อออยู่ที่โลหะC สามารถเคลื่อนที่จาก Cไป A ได้ จึงทำให้กระแสเพิ่มขึ้น หลังจากนั้นกระแสจะคงตัว ถึงแม้นว่าความต่างศักย์จะเพิ่มขึ้นก็ตาม เป็นเพราะว่าโฟโตอิเล็กตรอนทุกตัวที่หลุดออกมาจากขั้วโลหะC เคลื่อนที่ไปถึงขั้ว A ได้หมด ความต่างศักย์ที่เพิ่มขึ้นอีกจึงไม่มีผลต่อโฟโตอิเล็กตรอน ถ้าต้องการวัดพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนนั้นทำได้โดยการกลับขั้วแบตเตอรี่ทำให้ศักย์ของ A ต่ำกว่าศักย์ของ C เนื่องจากแผ่นโลหะ A และ C มีสนามไฟฟ้าที่ทำให้เกิดแรงกระทำ (F =qE) ต่อโฟโตอิเล็กตรอนในทิศจาก A ไป C สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะต้านการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอน ทำให้จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนไปถึงขั้วA ลดลง กระแสจะค่อยๆ ลดลง การที่โฟโตอิเล็กตรอนจะไปถึง A ได้หรือไม่ย่อมขึ้นกับว่า โฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกจาก C ด้วยความเร็วต้นหรือพลังงานจลน์เริ่มต้นเท่าไร จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน ถ้าพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนที่ออกจากC มากกว่าผลต่างของพลังงานศักย์ไฟฟ้าของโฟโตอิเล็กตรอน ที่A และC แล้ว โฟโตอิเล็กตรอนจะไปถึงA ได้ แต่ถ้าน้อยกว่าโฟโตอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่กลับก่อนไปถึง A โดยวิธีนี้ก็สามารถวัดพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนที่มีค่ามากที่สุดได้ โดยเพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าจนกระทั่งไม่มีกระแสอิเล็กตรอนในวงจร (แสดงว่าโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานมากที่สุดเกือบจะไปถึงA แต่ไปไม่ถึง) ในกรณีนี้พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนตัวนั้นจะเท่ากับผลต่างของพลังงานศักย์ไฟฟ้าพอดี ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้กระแสเป็นศูนย์เรียกว่าศักย์หยุดยั้ง (Stopping Potential, V_0) เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

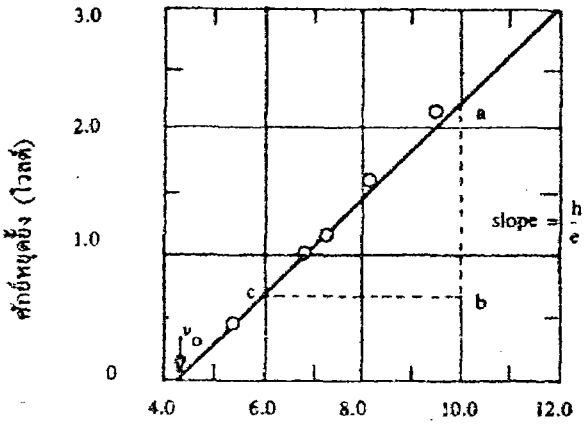
$$E_{Kmax} = eV_0 = \frac{1}{2}mv^2$$

กำหนดให้ e = ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน = 1.6×10^{-19} C

V_0 = ศักย์หยุดยั้ง

E_{Kmax} = พลังงานจลน์สูงสุดของอิเล็กตรอน

ต่อมาได้ทดลองเพิ่มความเข้มแสง แต่ใช้ความถี่เดิม พบว่ากระแสเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง แสดงว่าความเข้มแสงไปช่วยให้จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาต่อวินาทีเพิ่มขึ้น ส่วนความต่างศักย์ที่ทำให้กระแสเป็นศูนย์ยังคงเท่ากับ V_0 ตามเดิม แสดงว่าความเข้มแสงไม่มีผลต่อพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน ต่อมาทดลองฉายแสงความถี่ต่างๆ กัน แต่แสงที่ใช้มีความเข้มแสงค่าหนึ่ง ไปที่ขั้วโลหะ C แล้วเขียนกราฟระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของแสงดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของแสงกับศักย์หยุดยั้ง

พบว่าถ้าความถี่แสงต่ำกว่าความถี่ต่ำสุด (f_0) จะไม่มีโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมา ความถี่ต่ำสุดนี้ คือความถี่ขีดเริ่ม ถ้าเปลี่ยนชนิดของขั้วโลหะC ความถี่ขีดเริ่มจะเปลี่ยนไป และเมื่อฉายแสงความถี่สูงไปยังโลหะ โฟโตอิเล็กตรอนที่หลุดจะมีพลังงานจลน์สูงขึ้นตามไปด้วย

จากรายละเอียดต่างๆ ของการทดลองสรุปได้ว่า

1. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนไม่ขึ้นกับความเข้มแสงแต่ขึ้นกับความถี่ของแสง โดยเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความถี่ของแสง และถ้าแสงมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ขีดเริ่ม จะไม่มีโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

2. ถ้าแสงมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม จำนวนอิเล็กตรอนที่หลุดจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มแสง

ผลที่ได้จากการทดลองข้อที่ 1 ทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอธิบายไม่ได้ เพราะตามทฤษฎีคลื่นนั้นแสงความเข้มสูงจะมีพลังงานมาก และเมื่อฉายไปกระทบโลหะจึงควรให้โฟโตอิเล็กตรอนพลังงานสูง ไม่ว่าแสงจะมีความถี่สูงหรือต่ำ ซึ่งขัดกับผลการทดลอง

ในปี พ.ศ. 2448 ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ได้เสนอทฤษฎีโฟตอนของแสงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกได้เป็นผลสำเร็จ โดยอาศัยสมมติฐานของพลังค์ที่อธิบายการแผ่รังสีจากวัตถุดำ ไอน์สไตน์เสนอว่าแสงเป็นก้อนพลังงาน ที่เรียกว่าควอนตัมของพลังงาน เพราะแสงที่กระทบแผ่นโลหะ ทำให้เกิดกระแสอิเล็กตรอน แสดงว่าแสงนั้นประพฤติตัวเป็นอนุภาค ซึ่งอนุภาคของแสงนั้นก็คือกลุ่มก้อนของพลังงานที่เรียกว่าโฟตอน (Photon) สำหรับแสงที่มีความถี่

f แต่ละโฟตอนจะมีพลังงาน hf เมื่อโฟตอนกระทบผิวโลหะจะถ่ายโอนพลังงานนี้ให้กับอิเล็กตรอนของโลหะซึ่งเท่ากับ hf ด้วย โดย 1 โฟตอนจะถ่ายโอนพลังงานให้อิเล็กตรอน 1 ตัว แต่การที่อิเล็กตรอนจะหลุดออกจากผิวโลหะจะต้องใช้พลังงานไปจำนวนหนึ่งเท่ากับพลังงานที่โลหะยึดอิเล็กตรอนไว้พลังงานนี้เรียกว่าฟังก์ชันงาน (Work Function, W) พลังงานส่วนที่เหลือจะกลายเป็นพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน เขียนเป็นสมการโฟโตอิเล็กตรอนของไอน์สไตน์ (Einstein's Photoelectric Equation) ได้ดังนี้

$$E_{Kmax} = hf - W$$

$$eV_0 = hf - W$$

ถ้าแต่ละโฟตอนของแสงที่มากระทบผิวโลหะมีพลังงานน้อยว่า W จะไม่มีโฟโตอิเล็กตรอน เพราะว่าอิเล็กตรอนมีพลังงานไม่เพียงพอที่จะหลุดจากผิวโลหะ แต่ถ้าโฟโตอิเล็กตรอนของแสงมีพลังงานเท่ากับ W จะเริ่มมีอิเล็กตรอนหลุดจากโลหะได้ โดยอิเล็กตรอนนั้นไม่มีพลังงานจลน์ ($E_{Kmax} = 0$) ความถี่ของพลังงานแสงจะเป็นความถี่ต่ำสุดที่ทำให้เริ่มเกิดโฟโตอิเล็กตรอน เรียกความถี่นี้ว่า ความถี่ขีดเริ่ม (Threshold Frequency ,f_0) ความถี่ขีดเริ่มนี้เป็นค่าเฉพาะ สำหรับโลหะแต่ละชนิด เมื่อแทน $f = f_0$ ในสมการข้างบน $0 = hf_0 - W$ จะได้

$$W = hf_0$$

กำหนดให้ W = ฟังก์ชันงาน หน่วย J

h = ค่าคงที่ของพลังค์ = 6.626×10^{-34} J.s

f_0 = ความถี่ขีดเริ่ม หน่วย Hz

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

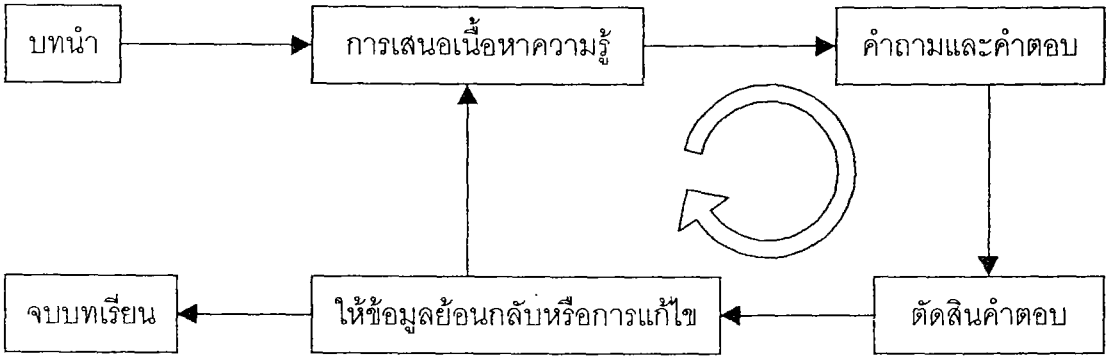
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI (Computer-Assisted Instruction) เป็นศัพท์เดิมที่เคยนิยมใช้ในสหรัฐอเมริกามีความหมายว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย แต่ปัจจุบันมีผู้นิยมคำว่า CBT (Computer Based Teaching หรือ Computer Based Training) มากกว่า คำใหม่นี้ถ้าแปลตามตัวก็คงหมายถึง การสอนหรือการฝึกอบรมโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ในอเมริกาก็ยังมีคำที่นิยมใช้กันอีกคำหนึ่งคือ CMI (Computer Managed Instruction) หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ ส่วนในยุโรปมักจะใช้ CBE (Computer Based Education) หมายถึง การศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ก็มีอีกสองคำที่แพร่หลายเช่นกัน คือ CAL (Computer Assisted Learning) และ CML (Computer Managed

Learning) นั่นคือเปลี่ยนตัวสุดท้ายจากการสอน (Instruction) เป็นการเรียน (Learning) สำหรับในประเทศไทยนั้นผู้ที่เกี่ยวข้องมักใช้คำว่า CAI มากกว่า CBT หรือคำอื่นๆ ส่วนในภาษาไทยนั้นจะใช้แตกต่างกันไป เช่น ใช้คำว่าบทเรียน CAI ตรงตัว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ บทเรียนสำเร็จรูปด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ หรืออื่นๆ (ชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแก่ประชาชน (อชวท) และมูลนิธิอรุณสรเทศน์ . 2537 : 2 – 3) ส่วนความหมายนั้น ได้มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่านเช่น ผดุง อารยะวิญญู. (2521 : 41 – 42) ; ทักษิณา สวนานนท์. (2530 : 206 –207) ; ซินน์. (Zinn.1967 : 268) ; สเปนเซอร์ (Spencer. 1977 : 50) ; สิปปล์. (Sippl. 1981 : 77) เป็นต้น ผู้วิจัยสรุปจากที่มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแง่ต่างๆ ได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยอาศัยโปรแกรม สำหรับการเรียนการสอนที่บรรจุเนื้อหาในเรื่องที่ครูต้องการสอน นักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง แบบเป็นลำดับ ขั้นตอน สามารถตอบโต้และควบคุมอัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นได้ จึงสนองต่อความสามารถของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน เมื่อนักเรียนทำผิดพลาดหรือผิดขั้นตอน คอมพิวเตอร์ยังสามารถบอกข้อบกพร่องของนักเรียน ทำให้ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนได้

3.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

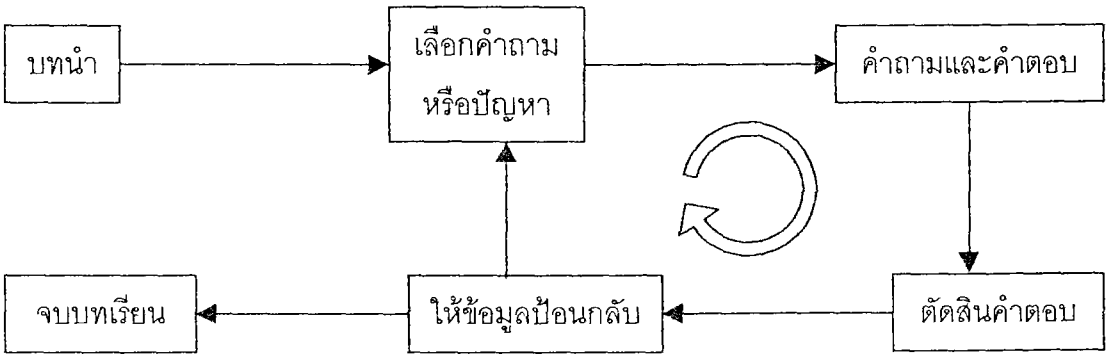
นักวิชาการและนักศึกษาในประเทศไทยได้จัดแบ่งประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ ที่มีลักษณะหลักการคล้ายคลึงกันโดยพิจารณาจากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งานในเรื่องใด ดังต่อไปนี้ (ผดุง อารยะวิญญู. 2521 : 42 – 47 ; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216 – 220 ; ชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชนและมูลนิธิอรุณสรเทศน์. 2537 : 4–7 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 229– 232)

3.2.1. ประเภทสอนเนื้อหา (Tutorials) บทเรียนประเภทนี้สามารถใช้ได้แทบทุกสาขาวิชา โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบการสอนของครู ประกอบด้วย บทนำ (Introduction) คำอธิบาย (Explanation) หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) และการเสริมแรง (Reinforcement) นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงใด และอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้นักเรียนได้



ภาพประกอบ 3 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนประเภทสอนเนื้อหา

3.2.2 ประเภทฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนประเภทนี้จะใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนไปแล้ว หรือเรียนมาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทอื่น หรือ อ่านตำรามาก่อน แล้วให้นักเรียนมาฝึกทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ระดับความรู้ – ความจำ และระดับความเข้าใจ จนเป็นที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วย คำถาม – คำตอบ ที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ



ภาพประกอบ 4 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนประเภทฝึกทักษะ

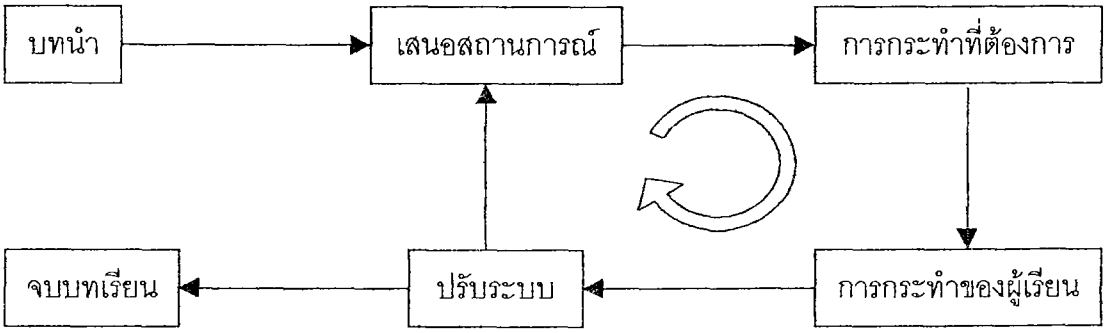
3.2.3 ประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นบทเรียนที่จำลองสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง หรืออาจจะเกิดขึ้นได้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ หรือฝึกการตัดสินใจ บทเรียนแบบนี้ได้รับความนิยมมาก เพราะเหตุการณ์คล้ายกับการปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและรู้สึกท้าทาย ช่วยเพิ่มพูนความรู้ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคลินิกแก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนได้นำความรู้พื้นฐานที่มีอยู่มาประยุกต์ วิเคราะห์และสังเคราะห์แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบใหญ่ๆ ดังนี้

3.2.3.1 การจำลองสถานการณ์ทางกายภาพ โดยมีการเสนอลักษณะทางกายภาพของวัตถุต่างๆ บนจอ ให้โอกาสผู้เรียนในการใช้หรือเรียนเกี่ยวกับสิ่งนั้น เช่น การใช้อุปกรณ์ในการทดลองวิทยาศาสตร์

3.2.3.2 การจำลองสถานการณ์การปฏิบัติงาน จากการจำลองสถานการณ์ทางกายภาพ ผู้เรียนสามารถพัฒนาการมีส่วนร่วมให้มากกว่านั้นได้ เช่น การทดลองทางเคมี

3.2.3.3 การจำลองสถานการณ์ของเหตุการณ์ทั่วไป การจำลองสถานการณ์แบบนี้จะเน้นเกี่ยวกับ ทัศนคติ และพฤติกรรมของคนเราในเหตุการณ์ต่างๆ มากกว่าการฝึกทักษะการปฏิบัติเช่นสองประเภทแรก โดยผู้เรียนจะเป็นคนหนึ่งที่อยู่ในเหตุการณ์นั้นๆ ด้วย

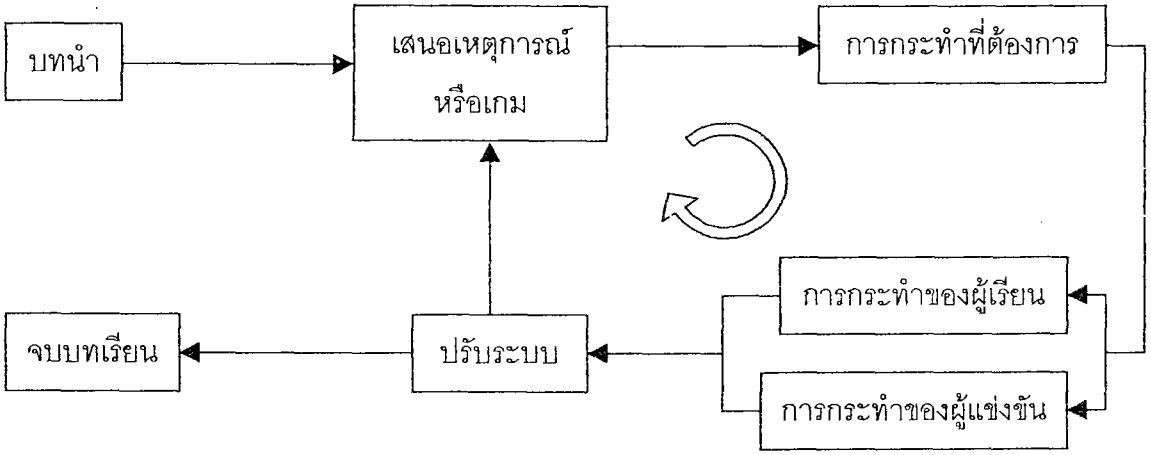
3.2.3.4 การจำลองสถานการณ์กระบวนการ ผู้เรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในสถานการณ์ หรือใช้เครื่องมือ เพียงแต่ผู้เรียนเลือกค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ในตอนต้น และคอยสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์



ภาพประกอบ 5 แสดงรูปแบบโปรแกรมบทเรียนประเภทสถานการณ์จำลอง

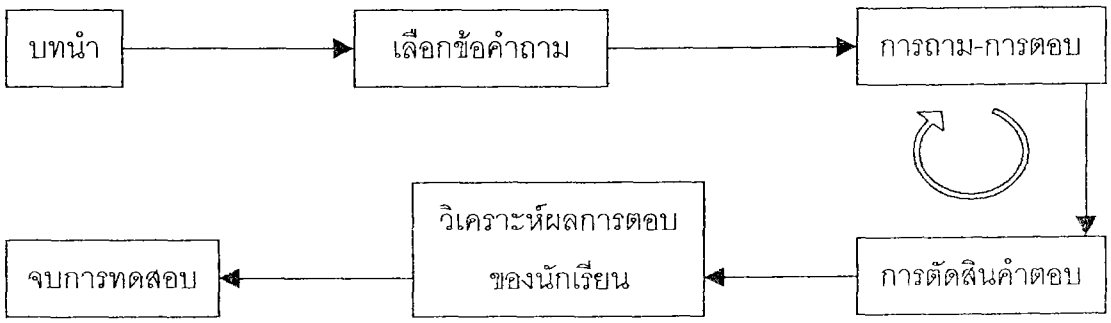
3.2.4 ประเภทเกมการสอน (Instructional Games) บทเรียนประเภทนี้พัฒนาจากแนวคิดและทฤษฎีทางด้านการเสริมแรง (Reinforcement) บนพื้นฐานการค้นพบที่ว่า ความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Instrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้ สร้างเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหาแนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้ว คล้ายกับแบบประเภทฝึกทักษะ แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุกตื่นเต้นขึ้น โดยมีหลักการพัฒนาว่าบทเรียนแบบเกมการสอนที่ดีควรต้องท้าทาย กระตุ้นจินตนาการเพ้อฝัน และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม

การสอนจึงเหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับต่ำๆ เช่น ระดับอนุบาล จำเป็นต้องมีการกระตุ้นด้วยสีสรรพ์แสงเสียงที่ก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น จึงเหมาะสำหรับเนื้อหาทั่วๆ ไป เช่น เกมคำศัพท์ภาษาอังกฤษแขวนคอ เกมทายตัวเลข เป็นต้น



ภาพประกอบ 6 แสดงรูปโปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการสอน

3.2.5 ประเภทการทดสอบ (Tests) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบไม่ใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียน หรือผู้ที่ได้รับการทดสอบซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย



ภาพประกอบ 7 แสดงรูปโปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการทดสอบ (Alessi .1984 : 1512)

3.2.6 ประเภทแก้ปัญหา (Problem – Solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา ถ้าเป็นโปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหานั้นโดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิด คำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหาโดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง เช่นในการหาพื้นที่ของที่ดินแปลงหนึ่ง ปัญหามิได้อยู่ที่ว่าผู้เรียนจะคำนวณหาพื้นที่ได้เท่าไร แต่ขึ้นอยู่กับว่าจะจัดการหาพื้นที่ได้อย่างไรเสียก่อน ดังนี้เป็นต้น

3.2.7 ประเภทการสาธิต (Demonstration) การสาธิตเป็นวิธีที่ครูจะเป็นผู้แสดงให้นักเรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎี หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสีและเสียง ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างของอะตอม การหมุนเวียนของโลหิต ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทาง ความเร็วและความเร่ง กระบวนการทางธรณีวิทยา การสมดุลของสมการ การไหลของกระแสน้ำในมหาสมุทร เป็นต้น การสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพมักเป็นการสาธิตโดยใช้โปรแกรมที่สลับซับซ้อน ซึ่งอาจจะเกินความสามารถของครูที่จะเขียนโปรแกรมที่มีความสลับซับซ้อนเช่นนั้นได้ ในบางครั้งอาจจำเป็นต้องจัดหาโปรแกรมที่นักเขียนโปรแกรมอาชีพเขียนขึ้น ซึ่งโปรแกรมในลักษณะนี้มีจำหน่ายทั่วไป แต่อย่างไรก็ตามการสาธิตที่ดีไม่จำเป็นต้องสาธิตด้วยโปรแกรมที่หรูหราและสลับซับซ้อน หากแต่เป็นโปรแกรมที่สามารถสาธิตในหัวข้อที่ต้องการได้เป็นอย่างดีก็นับว่าเป็นโปรแกรมการสาธิตที่ดีได้ ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวคงไม่เกินความสามารถของครูที่จะเขียนขึ้นหรือจัดหามา

3.2.8 ประเภทการค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่นนักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่ง โปรแกรมจะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภทเพื่อให้นักขายทดลองจัด

แสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใด ด้วยวิธีใดจึงจะทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไรที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

3.2.9 ประเภทบทสนทนา (Dialogue) วิธีการนี้จะเลียนแบบการสอนในห้องเรียนที่เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีรักษาให้ก็ได้

3.2.10 ประเภทไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ จะใช้ค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เองเพียงกดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัส หรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูลซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

ที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นการสรุปรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมา แต่ละรูปแบบก็มีจุดเด่นไปคนละด้าน อย่างไรก็ตามถ้าจะกล่าวถึงเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักคอมพิวเตอร์การศึกษาส่วนมากจะนึกถึงบทเรียน ประเภทสอนเนื้อหา (Tutorials) เพราะโดยหลักการแล้วบทเรียนแบบนี้จะมีการประยุกต์เทคนิค และหลักการของบทเรียนอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นประเภทฝึกทักษะ ประเภทสถานการณ์จำลอง ประเภทเกมการสอน หรือประเภทการทดสอบ เข้ามารวมอยู่ด้วยกันตามความเหมาะสม โดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของธรรมชาติของเนื้อหาที่จะสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากความยากง่ายของเนื้อหา และระดับความรู้ของผู้เรียนก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งที่จะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบของบทเรียนที่จะสร้าง

ในการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สิ่งหนึ่งที่ผู้วิจัยต้องพิจารณาก็คือการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งานในเรื่องใด ประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างออกมาจึงต้องสอดคล้องกับการใช้งาน ซึ่งการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการโฟโตอิเล็กตริก ผู้วิจัยได้พิจารณาจากเนื้อหาวิชาแล้ว พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยจะนำมาใช้ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย 3 ประเภทดังนี้

1. ประเภทสอนเนื้อหา ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเลียนแบบการสอนของครู ประกอบด้วยบทนำ (Introduction) คำอธิบาย (Explanation) หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม

(Question) เพื่อใช้ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) และการเสริมแรง (Reinforcement) นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการกระทำของนักเรียน โดยการพิมพ์ลงบนแผ่นกระดาษ เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้นักเรียนได้

2. ประเภทฝึกทักษะ ผู้วิจัยจะใช้เสริมหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาไป แล้วให้นักเรียนมาฝึกทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย 4 ระดับ คือ 1)ระดับความรู้ – ความจำ 2)ระดับความเข้าใจ 3)ระดับการนำไปใช้ 4)ระดับการวิเคราะห์ บทเรียนนี้จึงประกอบด้วย คำถาม – คำตอบ ที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ

3. ประเภทสถานการณ์จำลอง ประกอบด้วยการสร้างสถานการณ์จำลอง เกี่ยวกับการทดลอง เช่นการทดลอง เรื่องปรากฏการโฟโตอิเล็กตริก เป็นต้น

3.3 การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างงานใดๆ ก็ตามหากเป็นระบบ จะช่วยให้งานนั้นดำเนินไปอย่างมีระเบียบเป็นขั้นตอน สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนได้ และสามารถปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนโดยไม่ต้องไปรื้อโครงสร้างทั้งหมด ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการออกแบบ และการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์ (2530 : 146 – 155) ; ช่วงโชติ พันธุเวช (2534 : 16 – 24) ; ชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน (อชวท) และมูลนิธิอรุณสรเทศน์ (2537 : 14 – 33) และวารินทร์ รัศมีพรหม (2542 : 217 – 221) มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียน (Courseware Designing)

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนประกอบกิจกรรมและขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

เนื้อหาบทเรียนได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชา และเนื้อหาของหลักสูตรรวมไปถึงแผนการเรียนการสอน คำอธิบายรายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหามาแล้วนำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา เลือกหัวเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย เลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียน นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับความต่อเนื่อง และความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

นอกจากนี้จะต้องคำนึงว่าเป็นเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับให้เรียนเป็นรายบุคคล ดังนั้นถ้าเป็นเนื้อหาที่ต้องการเรียนเป็นกลุ่มหรือวิธีอื่น หากนำมาใช้เป็นบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

1.2 การกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการสร้างบทเรียน เพราะจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมเป็นเครื่องกำหนดรูปแบบของกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนเป็นเกณฑ์ในการประเมินผลด้วย ซึ่งแสดงออกมาในรูปของความมุ่งหวังที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตัวผู้เรียน หลังจากที่ได้เรียนบทเรียนนั้นๆ แล้ว พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมานั้นจะต้องวัดได้และสังเกตได้ เพื่อจะได้ประเมินว่าผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมายหรือไม่

1.3 กำหนดเนื้อหาและกิจกรรม

กำหนดเนื้อหาตลอดจนกิจกรรมการเรียน และมโนมติที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เขียนเนื้อหาสั้นๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์พฤติกรรมและเขียนมโนมติทุกหัวข้อย่อยจากนั้นนำมา

1.3.1 จัดลำดับเนื้อหา ได้แก่ บทนำ ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม ลำดับและความสำคัญก่อนหลังของเนื้อหา ความต่อเนื่องของเนื้อหา ความยากง่ายของเนื้อหา การเลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้

1.3.2 เขียนผังงาน (Layout Content) เช่นแสดงการเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเนื้อหา การเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน การเลื่อนไหลของเนื้อหาและวิธีการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม แสดงเนื้อหาจะใช้แบบแตกกิ่งหรือแบบเส้นตรง

1.3.3 การออกแบบจอภาพและแสดงผลของบทนำ และวิธีการใช้โปรแกรม การจัดหน้าจอ การให้สี แสง เสียง ภาพ ลาย และกราฟฟิคต่างๆ แบบตัวอักษร การตอบสนอง การโต้ตอบ การแสดงผลบนจอภาพ และเครื่องพิมพ์

1.3.4 กำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหา และกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างแบบบทเรื่อง (Storyboard)

Storyboard หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นกรอบๆ ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละกรอบย่อยเรียงตามลำดับตั้งแต่กรอบที่ 1 จนถึงกรอบสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย นอกจากนี้แล้ว Storyboard ยังจะต้องระบุภาพที่ใช้ในแต่ละกรอบพร้อมเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ เสียงประกอบ ความสัมพันธ์ของกรอบเนื้อหากับกรอบอื่นๆ ของบทเรียน ในลักษณะบทสคริปต์ของภาพยนตร์ เพียงแต่ Storyboard จะมีเงื่อนไขประกอบอื่นๆ โดยยึดหลักการและแนวทางตามขั้นตอนที่ 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Courseware Design มาแล้ว Storyboard จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป ดังนั้นการสร้าง Storyboard ที่ละเอียดและสมบูรณ์มากขึ้นเท่าใด

จะทำให้การสร้างบทเรียนด้วยโปรแกรมระบบประพนธ์ (Authoring System) เป็นระบบมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มที่เขียน Storyboard เป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มที่สร้างบทเรียน Storyboard จะยิ่งทวีความสำคัญขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)

ในขั้นนี้จะดำเนินการตาม Storyboard ที่วางไว้ทั้งหมดนับตั้งแต่การออกแบบกรอบเปล่าหน้าจอ การกำหนดสีที่ใช้งานจริง รูปแบบของตัวอักษรที่จะใช้ ขนาดของตัวอักษร สีพื้น และสีของตัวอักษร ซึ่งสามารถแยกรายละเอียดได้ดังนี้

3.1 การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content) ได้แก่ ข้อมูลที่จะแสดงบนจอ สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนองและข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

3.2 การใส่ข้อมูล/บันทึกการสอน (Input Teaching Plan)

3.3 สร้างบทเรียน (Generate Courseware) โดยใช้ Authoring System ได้แก่ การสร้างภาพต่างๆ เช่น ภาพรายเส้น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น การสร้างเสียง การสร้างเงื่อนไขบทเรียน เช่น การโต้ตอบ เป็นต้น และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละกรอบ แต่ละหัวข้อ

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบและประเมินผลก่อนนำไปใช้งาน (Courseware Testing and Evaluating)

การตรวจสอบและประเมินผลควรจัดกระทำดังนี้

4.1 การตรวจสอบต้องทำตลอดเวลา ในแต่ละขั้นตอนของ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ต้องมีการทดสอบบทเรียน ก่อนที่จะมีการนำไปใช้งาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งานของบทเรียน

4.3 การประเมินผลบทเรียน มีจุดประสงค์เพื่อการประเมินผลตัวบทเรียนและการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

ส่วนเกณฑ์ที่จะประเมินคุณภาพของบทเรียนมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบสื่อการสอนทุกขั้นที่มีเช่นคำแนะนำ คำสั่งและคู่มือเป็นต้น

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์ประกอบ(ถ้ามี) ว่ามีครบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่

ขั้นที่ 3 ลองใช้สื่อนั้นดูคร่าวๆ ก่อนที่จะประเมินจริงๆ ว่าโปรแกรมทำงานเป็นปกติดีหรือไม่

ขั้นที่ 4 ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เป็นรอบที่สอง เพื่อพิจารณาในรายละเอียดยิ่งขึ้น และมีการบันทึกความเห็นจากการสังเกตไว้ด้วยทุกตอน

ขั้นที่ 5 สรุปผลการประเมิน

นอกจากนี้ สุนันทา มนัสมงคล (2542 : 34 – 36) และ ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2542 : 29 – 39) ได้นำขั้นตอนการออกแบบ การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ ออเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip) มาอธิบายไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียม (Preparation)

ขั้นตอนการเตรียมถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ที่ผู้ออกแบบต้องใช้เวลาให้มากเพราะการเตรียมพร้อมในส่วนนี้จะทำให้ขั้นตอนต่อไปในการออกแบบ เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอนดังนี้

1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)

เป็นการตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนว่าเมื่อผู้เรียน เรียนจบแล้วสามารถทำอะไรได้บ้าง

1.2 รวบรวมข้อมูล (Collect Resources)

เป็นการเตรียมพร้อมในเรื่องของเนื้อหา ได้แก่ ตำรา หนังสือ วารสารทางวิชาการ หนังสืออ้างอิง ภาพต่างๆ และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหานั้น การเตรียมพร้อมด้านการออกแบบบทเรียน ได้แก่ หนังสือการออกแบบบทเรียน กระดาษสำหรับวาดสตอรีบอร์ด สื่อสำหรับการทำกราฟฟิค โปรแกรมประมวลผลคำ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผู้เชี่ยวชาญการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)

เป็นการศึกษาเนื้อหาที่จะสร้างจากตำราหรือปรึกษาผู้เชี่ยวด้านการสอน โดยผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องทำความเข้าใจเนื้อหานั้นก่อน

1.4 สร้างความคิด (Generate Ideas) เป็นการระดมสมองเพื่อพูดคุยรายละเอียดของงานทั้งหมด กับคณะทำงานเพื่อวางแผนร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ครอบคลุมถึงการทอนความคิด การวิเคราะห์งานและแนวคิดการออกแบบบทเรียนขั้นแรกและการประเมินและแก้ไขการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอนดังนี้

2.1 ทอนความคิด (Elimination of Ideas)

ในขั้นนี้นักออกแบบจะนำความคิดทั้งหมด มาประเมินดูว่าข้อคิดใดไม่อาจปฏิบัติได้ ก็จะคัดเอาข้อคิดนั้นออก ส่วนข้อคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่ก็จะมาพิจารณาอีกครั้ง

2.2 วิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis)

การวิเคราะห์งานเป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษาจนให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิดคือขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณาเพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียน และตัดเนื้อหาที่ไม่เกี่ยวข้องหรือทำให้ผู้เรียนสับสนง่ายออกไป

2.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary lesson Description)

ผู้ออกแบบจะต้องนำงาน และแนวคิดทั้งหลายมาผสมผสานให้กลมกลืนโดยคำนึงถึงวิธีสอนและปัจจัยต่างๆ

2.4 ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evalution and Revision of The Design)

การประเมินและแก้ไขจะต้องทำอยู่เรื่อยเป็นระยะๆ ระหว่างการออกแบบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบ และผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

การเขียนผังงานของบทเรียน เพื่ออธิบายการทำงาน ที่จะแสดงปฏิสัมพันธ์ ระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน โดยต้องคำนึงถึงการสร้างสภาพแวดล้อมให้เหมือนจริง การเขียนผังงานมีได้หลายระดับแตกต่างกันแล้วแต่ความ ละเอียดของแต่ละผังงานซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของบทเรียน

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างสตอรีบอร์ด (Create Storyboard)

เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความและสื่อในรูปแบบต่างๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขณะที่ผังงานนำเสนอลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ สตอรีบอร์ดจะนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอ ขั้นตอนการสร้างสตอรีบอร์ดรวมไปถึง

การเขียนสคริปต์ (เนื้อหาข้อความในบทเรียน) ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

ขั้นตอนที่ 5 การสร้างโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมนี้เป็นการนำสตอรีบอร์ดมาทำการสร้างด้วยโปรแกรมประพนธ์และโปรแกรมอื่นๆ เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมา

ขั้นตอนที่ 6 การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

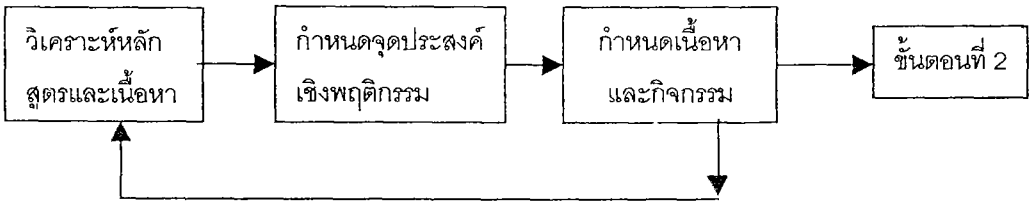
เป็นการจัดทำเอกสารประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมทั่วๆ ไป เช่น แผนภาพ ข้อสอบ ภาพประกอบหรือเอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนต่างๆ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 7 การประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบควรสังเกตพฤติกรรม ของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียน หรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นๆ แล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

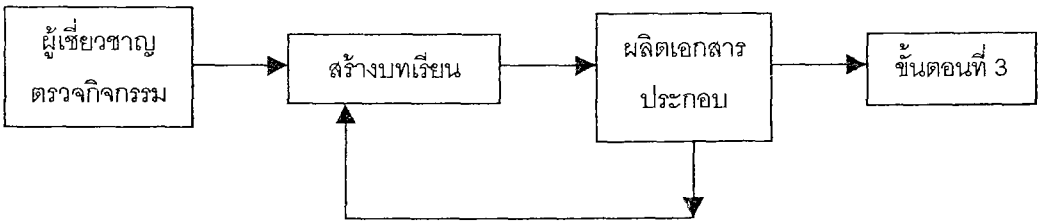
ในการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจะใช้การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของอรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์ , ช่วงโชติ พันธุเวช , ชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน(อชวท) และมูลนิธิอรุณสรเทศน์ และวารินทร์ รัศมีพรหม เป็นแนวทางในการดำเนินการ เพราะขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ ง่ายต่อการนำไปปรับใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ของผู้วิจัย

ขั้นตอนที่1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



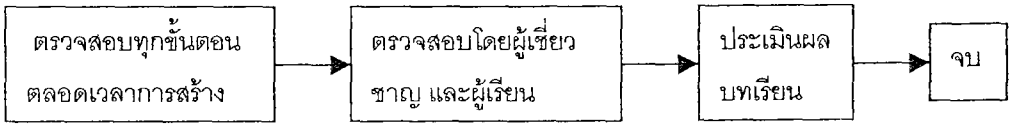
ผ่านผู้เชี่ยวชาญ แล้วทำการย้อนกลับเพื่อปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ผ่านผู้เชี่ยวชาญ แล้วทำการย้อนกลับเพื่อปรับปรุง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียน



ภาพประกอบ 8 แบบจำลองการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโต อิเล็กตริก

การประเมินผลเป็นการวัดว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสมบรูณ์มากน้อยเพียงใด ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จึงเป็นส่วนสำคัญเพื่อนำไปปรับปรุงในส่วนของแต่ละขั้นตอนให้ดีขึ้น และตรงตามวัตถุประสงค์ ถ้าการประเมินผลพบว่าจุดใดควรปรับปรุง แนวทางในการประเมินผลและปรับปรุงบทเรียน ได้มีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายแนวทางซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สินสกุล. 2520 : 134-143 ; ไพโรจน์ เบาใจ. 2520 : 16-31 ; ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. 2528 : 214-215 ; วารินทร์ รัศมีพรหม. 2542 : 81-86)

1. การประเมินผลรายบุคล (One-to-one Evaluation or Tutorial Tryout)

การประเมินผลแบบนี้เป็นการประเมินตัวต่อตัวระหว่างผู้ประเมินผลกับผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเป็นตัวแทนของผู้เรียนที่จะนำเอา บทเรียนไปใช้ ซึ่งจะใช้ผู้เรียน 3 คน จำแนกได้เป็น เด็กเก่ง 1 คน, เด็กปานกลาง 1 คน และเด็กอ่อน 1 คน เป็นลักษณะการทดลองกับผู้เรียนแบบ 1:1 (เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 1 คน) การประเมินผลแบบรายบุคคลจะช่วยให้ผู้ออกแบบบทเรียน ได้รับทราบการวิจารณ์ของผู้เรียนในด้านต่างๆ และยังช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน กับผู้ออกแบบบทเรียน เพราะเป็นการประเมินแบบตัวต่อตัว ทำให้มีการอภิปรายถาม-ตอบ และรับฟังเป็นรายบุคคลในปัญหาต่างๆด้วย

2. การประเมินกลุ่มเล็ก (Small-Group Evaluation)

การประเมินผลแบบนี้ ประการแรกเพื่อวัดประสิทธิผลของการเปลี่ยนแปลงหลังจากได้ปรับปรุง ตามการประเมินผลรายบุคคลแล้ว และเป็นการค้นหาปัญหาที่ยังเหลืออยู่ ประการที่สองเพื่อวัดว่าผู้เรียนสามารถดำเนินการเรียนรู้เองได้หรือไม่ ถ้าไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน โดยใช้ผู้เรียนตั้งแต่ 5-10 คน ทั้งผู้เรียนเก่ง และเรียนอ่อน เป็นการทดลองกับผู้เรียนแบบ 1 : 10 (เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็ก 6-12 คน) ในการประเมินกลุ่มเล็กนี้ จะต้องมีการสอบวัดความรู้ก่อนและหลังของผู้เรียน จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงบทเรียนอีกครั้ง

3. การประเมินผลภาคสนามหรือในห้องเรียนจริง (Field Test or Operation Tryout)

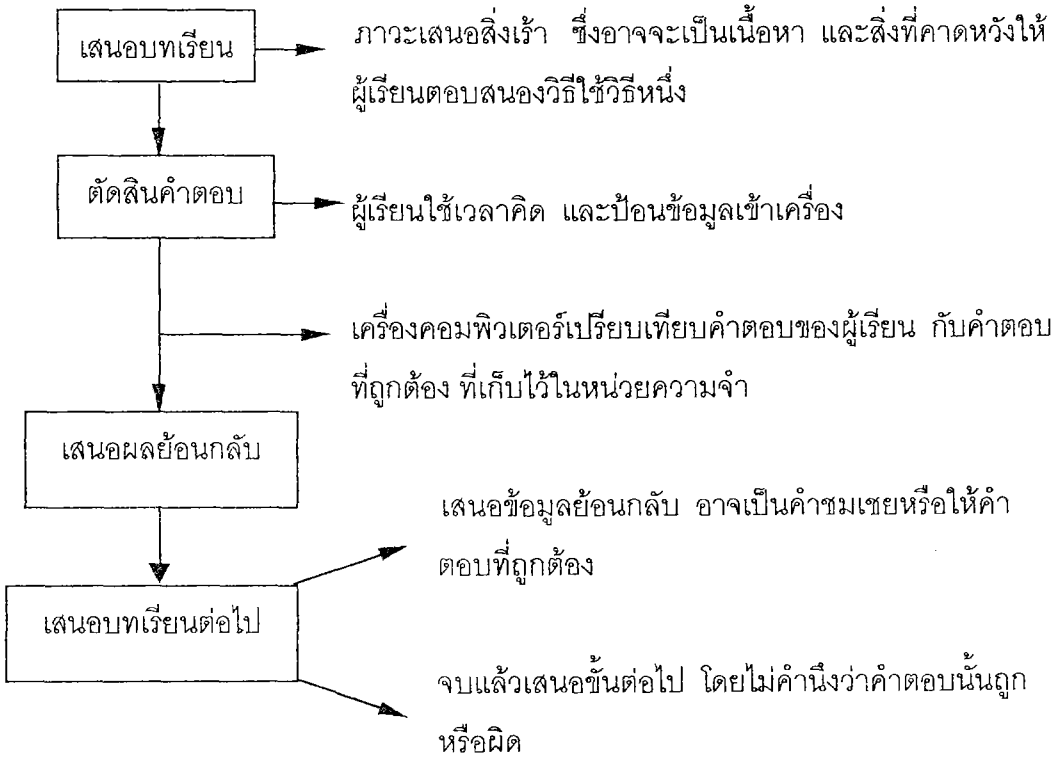
การประเมินผลแบบนี้ เป็นการวัดว่าหลังจากปรับปรุงตามการประเมินผลกลุ่มเล็กแล้วนั้น จะนำมาใช้ในภาคสนามที่เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่แท้จริงได้ผลหรือไม่ กลุ่มผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินผลภาคสนามนี้จะใช้ประมาณ 30-100 คน โดยวิธีการสุ่มและให้แน่ใจว่าเป็นตัวแทนที่แท้จริงของกลุ่มเป้าหมาย เป็นลักษณะการทดลองกับผู้เรียนแบบ 1 : 100 (เป็นการทดลองครู 1 คน ต่อเด็กทั้งชั้น 30-40 คน) ผู้ออกแบบบทเรียนควรสังเกตและบันทึกปัญหาต่างๆ ในขณะดำเนินการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลมากที่สุด แล้วนำไปปรับให้สอดคล้องเหมาะสม กับสิ่งแวดล้อมต่างๆ

สรุปได้ว่า การประเมินผลต้องจัดทำให้เป็นระบบและครอบคลุม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องตัดสินใจว่าจะประเมินอะไร จะถามอะไร จะให้ใครเป็นผู้ประเมิน เมื่อใดจะทำการประเมิน และจะปรับปรุงตรงส่วนใด และอย่างไร

3.4 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

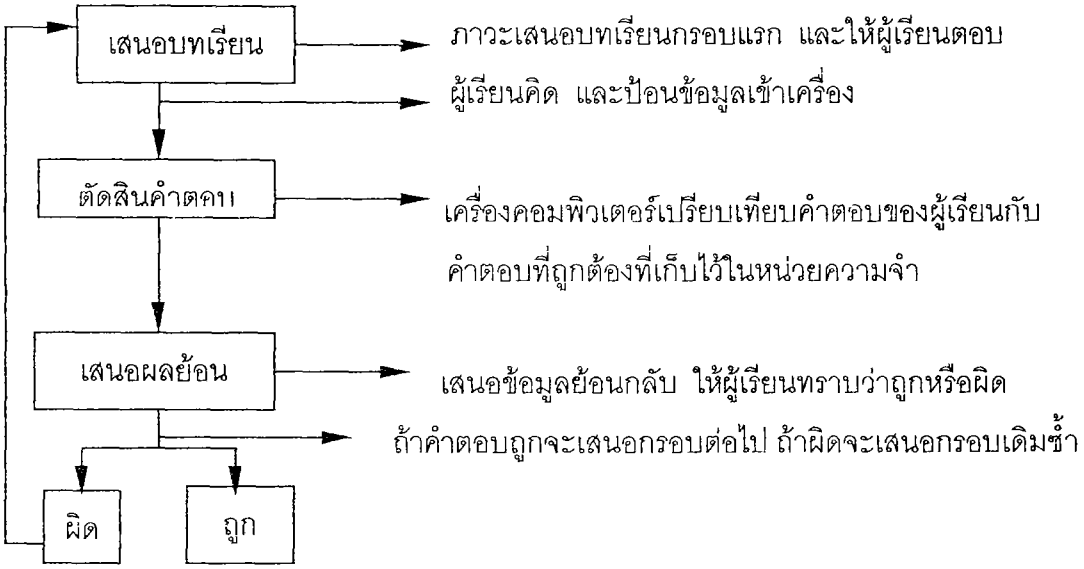
เมื่อผู้ออกแบบได้ทำความเข้าใจในหลักการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว ขั้นต่อไปก็ต้องพิจารณาว่าเนื้อหาแต่ละตอนที่แยกแยะไว้นั้นควรจะทำเป็นบทเรียนลักษณะใดซึ่งอาจจะประยุกต์จาก รูปแบบของบทเรียนสำเร็จรูปดังนี้ (อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530 : 152 – 155)

3.4.1 แบบเส้นตรง (Linear Program) รูปแบบนี้ผู้เรียนจะเรียนไปเรื่อยๆ จากกรอบแรกไปจนกรอบสุดท้าย โดยไม่คำนึงว่าคำตอบจะถูกหรือผิด ผู้เรียนจะเรียนทุกกรอบไม่มีการข้ามกรอบ หรือกลับไปกลับมา



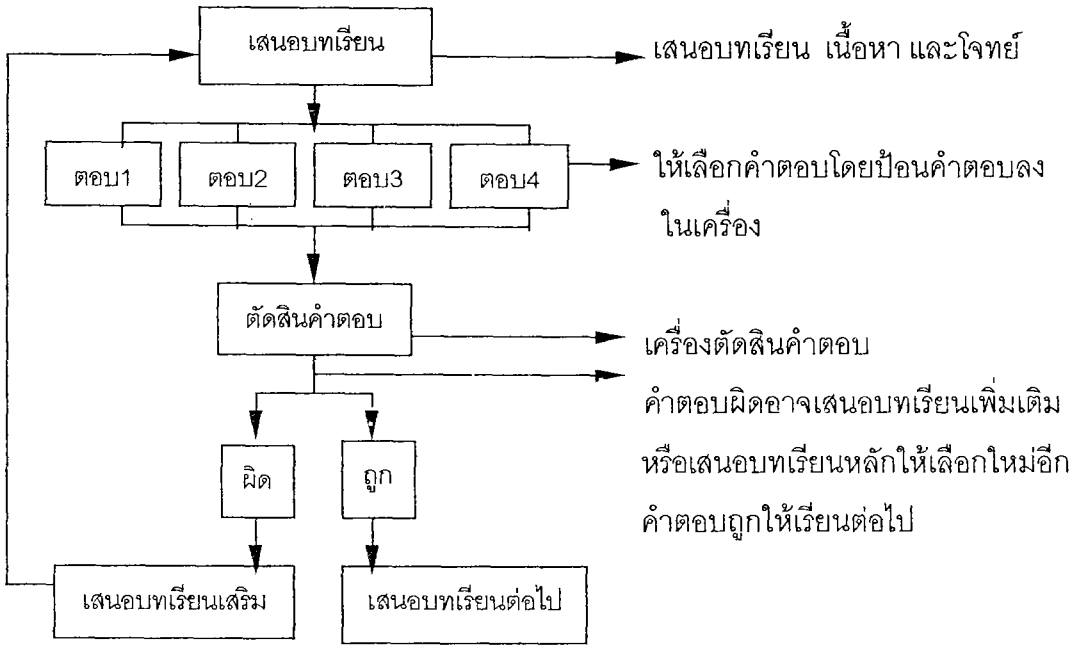
ภาพประกอบ 9 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นตรง

3.4.2 แบบวนเป็นรอบให้ตอบถูก (Looping Program) วิธีการนี้เมื่อผู้เรียนเรียนในกรอบแรก แล้วตอบผิดก็จะเสนอบทเรียนเดิมอีกให้ผู้เรียนได้เรียนใหม่จนกว่าจะได้คำตอบที่ถูกต้อง จึงจะเลื่อนไปเรียนในกรอบต่อไป



ภาพประกอบ 10 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบวนเป็นรอบให้ตอบถูก

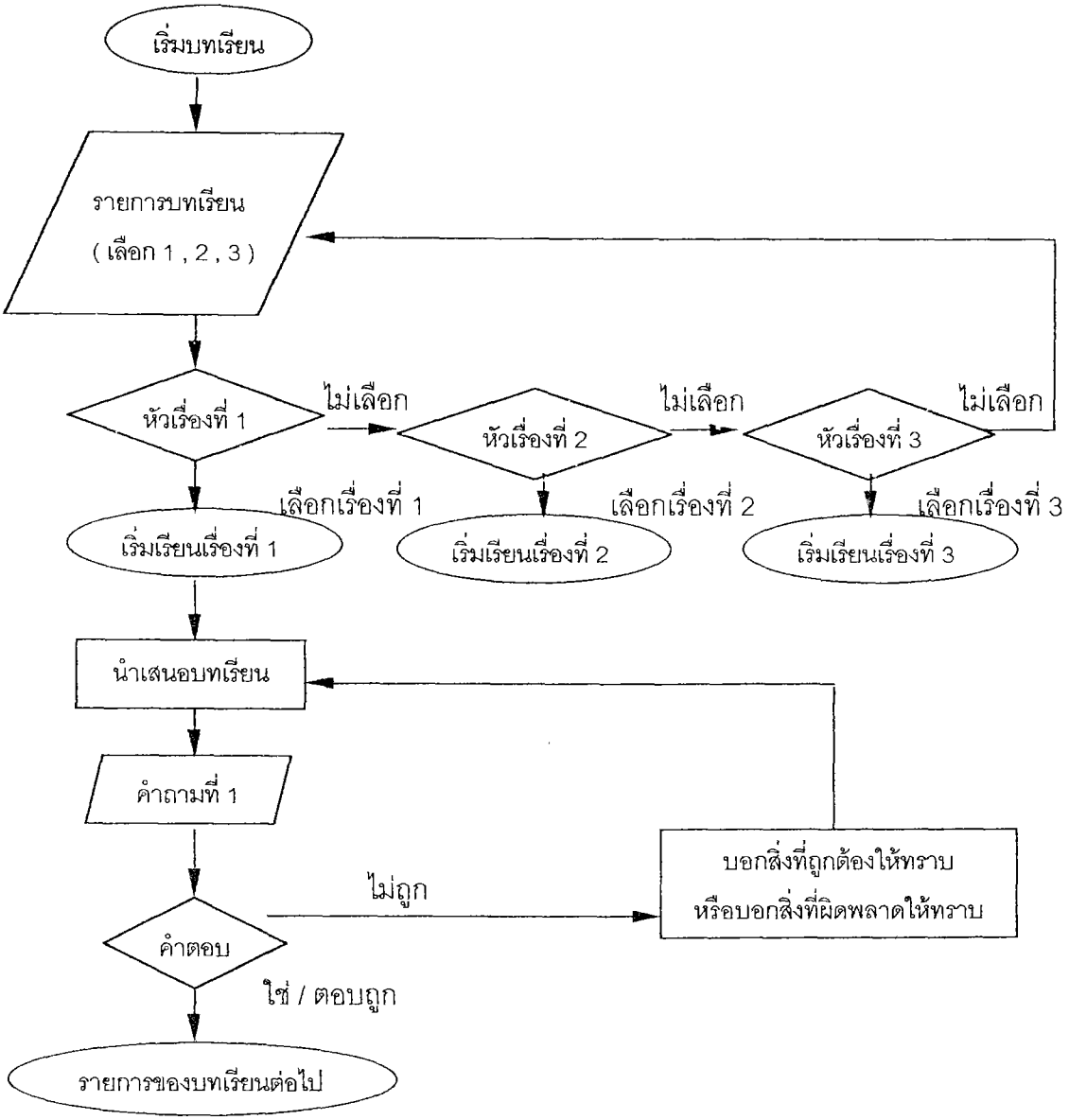
3.4.3 แบบแตกกิ่ง (Branching Program) บทเรียนแบบนี้สร้างเพื่อให้ผู้เรียนได้มีทางเลือกที่จะบรรลุจุดประสงค์ได้หลายวิธี ผู้ที่เรียนเร็วก็จะบรรลุจุดประสงค์ได้เร็ว ส่วนผู้เรียนช้าอาจใช้เวลา หรือรับสิ่งเร้า คำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อเสริมให้เข้าใจยิ่งขึ้น การสร้างบทเรียนแบบนี้ยุ่งยากซับซ้อนกว่าสองแบบแรก เช่น เมื่อผู้เรียนเรียนกรอบที่ 1 แล้วยังไม่เข้าใจดีก็อาจเลือกกรอบที่ 2 เพื่อรับเนื้อหาเพิ่มเติมให้เข้าใจแล้วตอบ ถ้าตอบผิดก็อาจเลือกกรอบที่จะอธิบายซ้ำแล้วตอบใหม่ ถ้าตอบถูกจึงจะข้ามไปเรียนกรอบอื่น



ภาพประกอบ 11 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบแตกกิ่ง

แบบของบทเรียนที่เสนอแนะไว้ทั้ง 3 แบบนี้ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นที่จะต้องยึดถือเป็นหลักตายตัวเพราะแบบของบทเรียนอาจยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาระดับสติปัญญาประสบการณ์เดิมของผู้เรียน แต่สิ่งที่ควรคำนึงถึงให้มากเวลาออกแบบบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ก็คือบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ก็เหมือนกับสื่อการสอนทั่วๆไปนั่นเอง ที่มีจุดมุ่งหมายที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และบรรลุจุดมุ่งหมายทางการเรียนที่ตั้งไว้ในเวลาอันรวดเร็ว ประหยัดเวลา จำได้นานมีความพอใจ และสนุกสนานพลิดเพลินตลอดจนมีทัศนคติที่ดีต่อเนื้อหาวิชาที่เรียน

นอกจากรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมที่กล่าวมาแล้ว พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ ยังได้นำแนวคิดในการออกแบบในรูปแบบของ CAI ตามรูปแบบแนวคิดของ Hannafin and Peck มานำเสนอไว้ดังนี้ (พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. 2539 : 52)



ภาพประกอบ 12 รูปแบบของ CAI ตามรูปแบบแนวคิดของ Hannafin and Peck

รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างนั้น จะประกอบด้วยแบบเส้นตรง (Linear Program), แบบวนเป็นรอบให้ตอบถูก (Looping Program), แบบแตกกิ่ง (Branching Program) และรูปแบบตามแนวคิดของ Hannafin and Peck ซึ่งผู้วิจัยจะนำมาปรับใช้กับเนื้อหาตามความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ได้ด้วยตนเอง

3.5 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ กมลธร สิงห์ปรุ ได้รวบรวมไว้พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียน กล่าวโดยสรุปดังนี้ (กมลธร สิงห์ปรุ. 2541 : 19-20)

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนตามเอกัตภาพ

2. มีการป้อนกลับ (Feed Back) ทันทีทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย

3. ผู้เรียนไม่สามารถพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงๆ ก่อนที่จะผ่านบทเรียนนั้นไป

4. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียน ที่เคยเรียนในห้องเรียนได้ใหม่

5. ผู้เรียนจะเรียนได้ดีกว่าและเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียน

6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ

7. ผู้เรียนได้เรียนแบบ Active Learning

8. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา

9. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้

10. ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน

11. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน

12. เป็นการสร้างนิสัยรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนแต่เป็นการให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสม

13. เป็นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ

14. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อยจากง่ายไปหายาก

15. ทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

16. สามารถทำเสียง สี รูปภาพ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญสืบ พันธ์ดี (2537 : 154) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ในการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เกณฑ์ 90/90 ตามแนวความคิดของเอสบิชและวิลเลียม พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบ หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 ตอน ร้อยละ 90 หรือสูงกว่า ส่วนคะแนนเฉลี่ยของข้อทดสอบแต่ละข้อ มีกลุ่ม

ตัวอย่างร้อยละ 90 หรือสูงกว่าทำถูก และมีเพียงบางข้อที่ไม่ถึงร้อยละ 90 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน

2. จากการสังเกตระหว่างการทดลอง พบว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพอใจ ตั้งใจเรียน สนุกสนาน และแสดงออกถึงความตื่นเต้น ที่ได้สัมผัสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้จากการพูดคุยซักถาม นักเรียนส่วนใหญ่ชอบเรียนด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์เพราะเข้าใจง่าย สนุกกว่าเรียนกับครู

ประวิทย์ บึงสว่าง (2537 : 1) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์ และอธิบายผลการทดลองในวิชาเคมี และศึกษาความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดีกว่าการสรุปผลโดยการอภิปรายผลโดยครูผู้สอน และนักเรียนมีความรู้สึกในทางบวกต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฮากีม พงษ์ยี่หล้า (2540 : 79-82) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องไฟฟ้าเบื้องต้น ได้ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนามีค่าเท่ากับ 1.02 ซึ่งสูงกว่า 1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไฟฟ้าเบื้องต้น ที่ผู้วิจัยพัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของ Meguigans

สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก (2541 : 280 – 281) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 91.85 / 90.93 และ 90.00 / 90.93 โดยคะแนนเฉลี่ยจากผลการทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มตัวอย่างได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยในส่วนคะแนนเฉลี่ยของข้อทดสอบแต่ละข้อ มีกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 80 หรือสูงกว่าตอบถูก

2. เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนด้วย นวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

ชูเกียรติ ธีระนิติกุล (2543 : 83-86) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสม เรื่องปรากฏการณ์เรือนกระจก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมที่พัฒนาขึ้น ที่ประกอบด้วยแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียนสามารถเลือกตอบคำถามได้ 2 ครั้ง เมื่อนักเรียนตอบคำถามจะมีเสียงและตัวอักษรข้อความเสริมแรงโต้ตอบทันที จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดความสนุกสนาน

วิภาภรณ์ อิ่มอารมย์ (2544 : 95) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก " ของนักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น เนื่องจากการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกสนานในการเรียน การสอนไม่เคร่งเครียด มีการนำเสนอบทเรียนด้วยภาพและอักษรที่มีสีสันสวยงาม รวมทั้งการปรากฏของภาพ และ ตัวอักษรหรือการเคลื่อนไหว ทำให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกสนานกับการเรียน

เลียรี่ (Leary. 1995) ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบบสถานการณ์จำลองทางการทดลองและเกมในการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องการสันดาปและการเผาไหม้ ผลปรากฏว่าผู้เรียนสามารถเห็นภาพจำลองเหตุการณ์เหมือนของจริงในภาวะต่างๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย เรียนรู้ได้เร็วและปลอดภัยต่อการเรียนปฏิบัติการ ที่ไม่ต้องจุดไฟจริงๆ หรือทำให้เกิดการสันดาปจริง

เจน (Jane. 1996 : 1380604-A) ศึกษาการใช้ทักษะพื้นฐานคณิตศาสตร์ ที่ต่างกัน 2 รูปแบบ คือ การฝึกทักษะจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการฝึกทักษะจากการเรียนแบบปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะด้วยคอมพิวเตอร์มีคะแนนสูงกว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกจากการสอนการสอนแบบปกติ และสนุกกับการฝึกทักษะประกอบที่มีสีสันสวยงาม

ยัง (Young. 1997 : 2985) วิจัยทดสอบเกี่ยวกับการใช้ การสอนความเข้าใจโปรแกรมซีดี-รอม ที่ใช้มัลติมีเดีย เพื่อการสอนคณิตศาสตร์เบื้องต้น สำหรับครูเพื่อใช้ทดสอบนักเรียนก่อนการสอน เพื่อเตรียมการสอน ผลการใช้ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษร สามารถอธิบายให้เข้าใจ และช่วยในการจำ เพิ่มทักษะในวิชาคณิตศาสตร์ได้ สื่อชนิดนี้เหมาะสำหรับเป็นอุปกรณ์ช่วยในการสอนได้

จะพบว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการสอนจะทำให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังทำให้การเรียนสนุกสนาน ตื่นเต้น และไม่เครียด เพราะสามารถจำลองสถานการณ์ต่างๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่าย และยังทำเนื้อหาที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้

4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

4.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

จากการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับความหมายของ การเรียนการสอนแบบรายบุคคลของ ประหยัด จิระวรพงศ์ (2527 : 223); มาลี นิสสัยสุข (2535 : 440) และกิดานันท์ มลิทอง (2536 : 164) สามารถสรุปได้ว่า การเรียนการสอนแบบรายบุคคล หมายถึง วิธีการเรียนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถของตน โดยประยุกต์ใช่ร่วมกันระหว่างเทคนิคและสื่อการสอนให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

4.2 จุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจะต้องยึดหลักปรัชญาทางการศึกษา และจิตวิทยาการเรียนรู้ เพื่อหาวิธีการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับผู้เรียน วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลจึงมุ่งไปสู่ผู้เรียนเป็นหลัก ดังที่ เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 161–162) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนการสอนรายบุคคล สรุปได้ดังนี้

4.2.1 มุ่งสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักแก้ปัญหา และตัดสินใจเอง

4.2.2 สนองความแตกต่างของผู้เรียน เพราะผู้เรียนทุกคนย่อมมีความแตกต่างกัน ไม่ว่าในด้านบุคลิกภาพ สติปัญญา หรือความสนใจ โดยเฉพาะความแตกต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. ความแตกต่างในด้านอัตราเร็วของการเรียนรู้ (Rate of Learning) ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนรู้ และทำความเข้าใจในสิ่งเดียวกัน ในเวลาที่ต่างกัน

2. ความแตกต่างในเรื่องความสามารถ (Ability) เช่น ความฉลาด ความสามารถพิเศษต่างๆ เป็นต้น

3. ความแตกต่างในเรื่องวิธีการเรียน (Style of Learning) ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการที่แตกต่างกัน และมีวิธีเรียนที่แตกต่างกัน

4. ความแตกต่างในเรื่องความสนใจและความพึงพอใจ (Interests and Preference)

เมื่อผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันในหลายๆ ด้าน ครูจึงต้องจัดบทเรียนในลักษณะต่างๆ กัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนด้วยตนเอง

4.2.3 เน้นเสรีภาพการเรียนรู้ ถ้าผู้เรียนเรียนด้วยความอยากเรียน เรียนด้วยความกระตือรือร้นที่เกิดขึ้นเอง ผู้เรียนจะเกิดแรงจูงใจ และเกิดการกระตุ้นให้พัฒนาการเรียนรู้ โดยครู

ไม่จำเป็นต้องทำโทษ หรือให้รางวัล ผู้เรียนจะรู้จักตนเอง มีความมั่นใจในการที่จะก้าวไปข้างหน้าตามความพร้อมและความสามารถของตนเอง

4.2.4 กระบวนการและวิธีการที่เสนอความรู้ให้แก่นักเรียน การเรียนการสอนแบบนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นปรากฏการณ์ส่วนตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเร็วหรือช้าและจะเกิดขึ้นกับผู้เรียนนานหรือไม่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการ และวิธีการที่จะเสนอความรู้ให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในการกำหนดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในเรื่องหนึ่งๆ ในระยะเวลาหนึ่ง และเรียนรู้ด้วยวิธีการเดียว จะเป็นการไม่ยุติธรรมแก่ผู้เรียน ผู้เรียนควรจะได้เป็นผู้กำหนดเวลาด้วยตนเอง

4.2.5 มุ่งแก้ปัญหาความยากง่ายของบทเรียน เป็นการสนองตอบที่ว่าการศึกษาควรมีระดับแตกต่างกันไปตามความยากง่าย

กาเย่ และบริกส์ (Gagne / and Briggs. 1974 : 185 – 186) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนแบบรายบุคคลว่า เป็นหนทางทำให้การสอนบรรลุจุดมุ่งหมายตามความต้องการ (Need) และลักษณะ (Characteristic) ของผู้เรียนแต่ละคน โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ 5 ประการ คือ

1. เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินทักษะเบื้องต้น (Entry Skills) ของผู้เรียน
2. เพื่อช่วยในการค้นหาจุดเริ่มต้นของผู้เรียนแต่ละคน ในการจัดลำดับการเรียนตามจุดมุ่งหมาย
3. เพื่อช่วยให้การจัดวัสดุและสื่อให้เหมาะสมกับการเรียน
4. เพื่อช่วยให้นักเรียน เรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง
5. เพื่อสะดวกต่อการประเมินผล และส่งเสริมความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน

4.3 ประเภทหรือรูปแบบของการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2519 : 92 – 95) ได้เสนอรูปแบบของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลไว้ดังนี้

1. แบบสอนตัวต่อตัว การสอนแบบนี้ใช้กันในหมู่ครอบครัวที่มีฐานะดี สามารถจ้างครูสอนเด็กของตนเป็นรายบุคคลได้ตามบ้าน

2. การเรียนโดยอาศัยโปรแกรม หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งแต่ละตอนของบทเรียนจะถูกแบ่งเป็นขั้นๆตามลำดับของความยากง่าย แต่ละโปรแกรมจะจัดให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนโดยใช้วิธีการต่างกันหรือลำดับเนื้อหาต่างกัน

3. การเรียนที่เป็นอิสระอาจเรียนเรื่องใดๆ ก็ได้ไม่จำเป็นต้องตรงตามหลักสูตร หรือตรงตารางเวลาเรียน และอาจเรียนตามลำพังไม่ต้องอาศัยครูช่วยเหลือ หรือไม่ต้องการคำปรึกษาหารือ

4. การสอนแบบแบ่งเป็นกลุ่มเล็ก อาจแบ่งกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถ ในวิชาต่างๆ หรือแบ่งกลุ่มตามความสนใจในบางวิชา หรือแบ่งกลุ่มตามวิธีการเรียนของนักเรียน การแบ่งกลุ่มประเภทนี้จุดประสงค์เพื่อให้ครูได้มีเวลาให้ความเอาใจใส่กับนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ทั่วถึง หรือเพื่อขจัดความแตกต่างระหว่างนักเรียนกลุ่มใหญ่ให้น้อยลง

5. โปรแกรมสำหรับส่วนเฉพาะบุคคล การจัดโปรแกรมแบบนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตัดสินใจด้วยตนเองในทุกเรื่องที่เกี่ยวกับชีวิตเขา มีกฎเกณฑ์น้อยมากและนักเรียนมีเสรีภาพที่จะเข้าเรียนในชั้นที่เขาต้องการเท่านั้น

6. โปแกรมการสอนซ่อมหรือสอนเด็กพิเศษ เป็นการจัดโปรแกรมการสอนเฉพาะสำหรับผู้ที่มีพฤติกรรมแตกต่างไปจากคนส่วนใหญ่ เช่น โรงเรียนสอนพิเศษสำหรับเด็กที่ห่างไกลความเจริญ การสอนพิเศษเด็กที่มีปัญหาการอ่าน การสอนพิเศษสำหรับคนหูหนวก ตาบอด เป็นต้น โปรแกรมที่จัดทำเป็นพิเศษเหล่านี้ เป็นส่วนหนึ่งของการสอนที่คำนึงถึงแต่ละบุคคล

ประหยัด จิระวรพงศ์ (2527 : 224 – 227) ได้เสนอประเภทหรือรูปแบบของการสอนรายบุคคลไว้ดังนี้

1. การสอนโดยมีผู้ทบทวน (Tutoring) ได้แก่ การสอนแบบตัวต่อตัวซึ่งผู้สอนช่วยชี้นำข้อความรู้เป็นรายบุคคล ใช้ได้ผลดีสำหรับการศึกษาระดับประถมศึกษา

2. การสอนทางไปรษณีย์ (Correspondence Course) เริ่มมีขึ้นเมื่อต้นปี คศ.1873 โดยกระทำเป็นระบบที่มีแผนการสอนสำหรับการเรียนภาษาต่างประเทศมีการจัดโปรแกรมการอ่านและการแปลให้ผู้เรียนทางบ้านที่อยู่ในโครงการทุกสัปดาห์ และเมื่อส่งแบบฝึกหัดกลับมา ผู้สอนจะตรวจและให้คำแนะนำประกอบเป็นรายบุคคล

3. การสอนแบบศึกษาด้วยตนเอง (Self – Paced Unit Plans) เป็นวิธีสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนฝึกฝนด้วยตนเองตามแผนการสอน หรือหน่วยการสอน เริ่มใช้ในปี คศ.1888 โดยเพลสตัน เซอร์ช (Preston Search) โดยให้ผู้เรียนทำกิจกรรมด้วยตนเองในห้องปฏิบัติการที่จัดไว้มีครูคอยชี้แนะหรือบรรยายแบบเดิม

4. การสอนแบบสำเร็จรูป และคอมพิวเตอร์ (Programmed and Computorized Instruction) ได้แก่การสอนโดยอาศัยแบบเรียนสำเร็จรูป และเครื่องช่วยสอนที่พยายามช่วยให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมที่ต้องการตามแนวทางปฏิบัติของตน ทุกส่วนของเนื้อหาจะแบ่งออกเป็นตอนย่อยๆ ตามลำดับ และทุกตอนจะมีการเสริมแรงซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาหรือปฏิบัติด้วยตนเอง

มีการเฉลยคำถามให้ผู้เรียนตรวจสอบได้ทันที ส่วนการเรียนแบบคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมแบบปรับการสอน (Adaptive Teaching Machine) โดยอาศัยเครื่องช่วยสอนแบบการปรับสื่อผสม (Multimedia Adaptive Systems)

5. การสอนแบบโปรแกรมการเรียนอิสระ (Independent Study Programs) ได้แก่ การจัดโปรแกรมการศึกษาที่สนองความต้องการ ความสนใจ และความสามารถที่จะศึกษาหรือปฏิบัติของผู้เรียน ซึ่งรวมถึงการมีโอกาสเลือกวิธีเรียนของตนด้วย

6. การสอนแบบกลุ่มสำหรับความแตกต่างระหว่างบุคคล (Grouping for Individualization) กลุ่มการสอนจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตามลักษณะของความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อลดความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียนในการสอนให้น้อยลง

7. การสอนแบบแผนการบริหาร (Administrative Plan) ได้แก่ แผนต่างๆ ที่ปรับปรุงการสอนในห้องเรียนและระบบโรงเรียน ซึ่งสนับสนุนให้การศึกษาเป็นรายบุคคล เป็นไปได้มากยิ่งขึ้น เช่น การส่งเสริมการศึกษาแบบต่อเนื่อง การจัดความก้าวหน้าของผู้เรียน การจัดการเรียนระบบไม่แบ่งชั้น เป็นต้น

8. การสอนแบบโปรแกรมรายบุคคล (Personal Programs) โดยปกติวิธีนี้ มักจะพบในโรงเรียนราษฎร์ ซึ่งมีลักษณะที่โรงเรียน จะต้องปรับตัวเข้าหาผู้เรียน มากกว่าผู้เรียนปรับตัวเข้าหาโรงเรียน การสอนแบบนี้สนับสนุนให้ผู้เรียนก้าวไปช้าหรือเร็วตามความสามารถของแต่ละบุคคล

9. การสอนแบบซ่อมเสริม (Remediation) เป็นวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียน แต่ละคนได้พัฒนาถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และสนองความต้องการที่จะพัฒนาตนเองของผู้เรียนให้ดีขึ้น

10. การสอนแบบสัญญาศึกษา (Student Contracts) ได้แก่ การที่ผู้เรียนกับผู้สอนทำความตกลงร่วมกันในกิจกรรมการศึกษา ทั้งคนเรียนเก่ง และคนเรียนอ่อนที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจและรับผิดชอบตามแนวทางที่ตกลงกัน ซึ่งจะเป็นหนทางที่บรรลุจุดมุ่งหมายได้ การสอนแบบนี้ผู้เรียนจะมีโอกาสเลือกตัดสินใจเกี่ยวกับ กิจกรรม วิธีการ สถานที่และเวลาอย่างกว้างขวาง

4.4 ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล

สุโขทัยธรรมาธิราช (2537 : 100) ได้กล่าวถึงสื่อหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสม กับกระบวนการสอนรายบุคคลจะต้องมีลักษณะ และคุณสมบัติเฉพาะต่อไปนี้

4.4.1 สามารถสนองความต้องการของผู้เรียน ในกระบวนการสอนรายบุคคลได้ เช่น สามารถย้อนกลับหรือผ่านข้ามไปเรียนเนื้อหาที่ต้องการได้ทันที

4.4.2 มีความสะดวกในการใช้สำหรับการเรียนคนเดียว ซึ่งประกอบด้วยลักษณะ 3 ประการต่อไปนี้

4.4.2.1 วิธีการใช้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเกินความสามารถของผู้เรียน

4.4.2.2 ขนาดเหมาะสมสำหรับการเรียนคนเดียว กะทัดรัด และสะดวกแก่การนำไปเรียนคนเดียว

4.4.2.3 มีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้ในเวลาใดและนานเท่าใดก็ได้

4.4.3 ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนรายบุคคลสูง สามารถตอบสนอง โต้ตอบ บอกผลการตอบสนองแก่ผู้เรียนได้ทันที

4.4.4 มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเองตั้งแต่ต้นจนจบในการสอนเนื้อหาเรื่องหนึ่งๆ

4.4.5 มีความปลอดภัยสูง เมื่อผู้เรียนต้องเรียนคนเดียว

4.5 ประโยชน์การเรียนการสอนแบบรายบุคคล

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2519 : 92) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลไว้ดังนี้

1. สนองต่อความต้องการของผู้เรียนตามลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าด้วยตนเอง
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเพิ่มพูนความรู้แก่ตนเองตามต้องการ
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 188) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการสอนแบบรายบุคคลไว้ดังนี้

1. หลักสูตรหรือรายวิชาถูกจัดไว้อย่างมีระบบ
2. ระบบการวัดผลประกอบด้วยเครื่องมือวัดระดับความรู้ที่จะเรียน และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน
3. เอื้อประโยชน์ให้แก่ผู้เรียนอย่างกว้างขวางตามบุคลิกภาพของผู้เรียน
4. กระบวนการสอนเหมาะสมกับสภาพของบุคลากรในหน่วยงาน

วีระ ไทยพานิช (2529 : 126) ได้กล่าวถึงประโยชน์หรือลักษณะข้อดีของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลไว้ดังนี้

1. นักเรียนสามารถเรียนรู้ตามอัตราศักยภาพความสามารถของเขา
2. เป็นการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. นักเรียนมีอิสระมากกว่าการสอนปกติ

4. เป็นการจูงใจให้นักเรียนชอบบรรยากาศในโรงเรียนมากขึ้น

5. ครูมีเวลาที่จะทำงานกับนักเรียนเป็นรายบุคคลเมื่อนักเรียนต้องการ

กิดานันท์ มลิทอง (2540 : 118) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบโปรแกรมไว้ดังนี้

1. การสอนแบบโปรแกรมจะให้ผู้เรียน ได้เรียนตามความสามารถของตนเองตามเวลาและสถานที่ ที่ตนเลือก

2. ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง ในกระบวนการ และจะได้รับผลป้อนกลับในทันทีสำหรับการปฏิบัติแต่ละขั้นตอน

3. การสอนแบบโปรแกรมจะ ให้รูปแบบของการเรียนที่เชื่อถือได้ บทเรียนส่วนมากจะอยู่ในลักษณะของสิ่งพิมพ์ซึ่งมีการพิมพ์เป็นจำนวนมาก และผู้เรียนจะสามารถใช้สิ่งพิมพ์นั้นได้เหมือนกันทั้งหมด

4. ผลการวิจัยจำนวนมากที่เปรียบเทียบการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบธรรมดาดั้งเดิมได้ชี้ให้เห็นว่า การสอนแบบโปรแกรมจะให้ประสิทธิผลสูง กว่าการสอนธรรมดาอยู่เล็กน้อย โดยที่ผู้เรียนแบบธรรมดาได้คะแนน 50 % ของการเรียน แต่ผู้เรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมจะได้คะแนนระหว่าง 54 – 60 %

จากข้อมูลในเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคลที่กล่าวมา ผู้วิจัยวิเคราะห์แล้วว่าการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อหรือเป็นเครื่องช่วยสอนในการเรียนการสอนแบบรายบุคคลจะตอบสนองต่อจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนแบบรายบุคคลได้มาก และยังนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลได้เป็นอย่างดี

4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคล

ประกายวรรณ์ มณีแจ่ม (2536 : 20) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของสสวท. พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของสสวท. ไม่แตกต่างกัน

รัฐการ คุรุฐิติ (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมฟิสิกส์ ระหว่างการเรียนแบบเดี่ยวกับแบบจับคู่ร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมบัติของคลื่น ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากการซ่อมเสริมโดยวิธีปกติ

และการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบเดี่ยวกับแบบจับคู่ร่วมมือ ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

ชาตรี จำปาศรี (2540 : 58) ได้ทำการวิจัย เรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 85.12/84.25 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด และคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ α = .01

ทองแท่ง ทองลิ่ม (2541 : 59) ได้ทำการวิจัย เรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สื่อปฏิสัมพันธ์วิชาเทคนิคก่อสร้าง 1 เรื่องโครงหลังคาตามหลักสูตรวิทยาลัยครู ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2536 ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์สื่อปฏิสัมพันธ์เรื่องโครงหลังคาตามหลักสูตรวิทยาลัยครู มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน90/90

ณัชชา จองธุระกิจ (2542 : 72) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องการพิมพ์สกรีน ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย และทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องการพิมพ์สกรีนมีประสิทธิ์ภาพ 90/90 ตามเกณฑ์ และกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

สุนันทา มนัสมงคล (2542 : 121-136) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์ เรื่องมรดกทางพันธุกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการเปรียบเทียบผลการเรียน ของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคลกับผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามแนวปฏิบัติของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม
3. ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้-ความจำ ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

จอห์สัน และคณะ (Johnson , etal. 1985 : 668) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโครงการเรียนแบบร่วมมือ แบบแข่งขันและแบบเอกัตบุคคลที่มีต่อผล

สัมฤทธิ์และทัศนคติของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างเรียนจากหน่วยการเรียนของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลสัมฤทธิ์ประจำวัน ต่อการแก้ปัญหาการทดสอบความจำ การนำความรู้ไปใช้ได้สูงกว่าการเรียนจากคอมพิวเตอร์แบบแข่งขัน และแบบเอกัตบุคคล

แคทลีน (Cathleen.1990) ได้พัฒนาความสามารถของแบบเรียน สำหรับการสอนพื้นฐานพีชคณิต โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นปัจจัยในการพัฒนาและสมรรถภาพของบทเรียนประเภทสอนเนื้อหา (Tutorial) ซึ่งประกอบด้วยการนำเสนอถึงจุดประสงค์ของการวิจัย การรายงานผล การแสดงเหตุผลสำหรับพัฒนาและส่วนประกอบ การเจาะจงรูปแบบของบทเรียน การประเมินอาศัยความชำนาญและการวิเคราะห์บทเรียนภายหลัง ผลการวิจัยครั้งนี้ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาต่างๆ ทั้งยังสามารถทราบเจตคติของนักเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ

พาร์ค (Park. 1994 : 2972-A) ได้ศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมีเบื้องต้น ระหว่างการเรียนแบบเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงและต่ำ กับการเรียนแบบเดี่ยวของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูงและต่ำ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 109 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนเป็นกลุ่มที่มีระดับความสามารถสูงและต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเบื้องต้นสูงกว่า กลุ่มทดลองที่เรียนแบบคนเดียว ที่มีระดับความสามารถสูงและต่ำ และผู้เรียนทุกคนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล หรือกลุ่มย่อย ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคลเพื่อสนองต่อหลักปรัชญาทางการศึกษา จิตวิทยาการเรียนรู้และนโยบายการศึกษาของชาติ ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 เพราะการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลนั้น จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.1.1 การจำแนกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักจิตวิทยาการศึกษาได้พยายามค้นหาวิธี ในการจำแนกจุดประสงค์ของการศึกษาเชิงพฤติกรรม จนได้แนวคิดเกี่ยวกับการจำแนกโดยอาศัยหลักของ taxonomies ของบลูม (Benjamin S. Bloom) และคณะ ซึ่งได้จัดแบ่งจุดประสงค์ของการศึกษา (Taxonomy of

Education Objectives) ออกเป็น 3 พิสัย (Domain) (สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. 2537 : 142-143)

1. พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความสามารถทางสมองและสติปัญญา

2. เจตพิสัย (Affective Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิด ทัศนคติ และค่านิยม

3. ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นจุดประสงค์ที่เกี่ยวกับความสามารถในการใช้อวัยวะต่างๆ ของร่างกาย และการประสานของอวัยวะต่างๆ ในการปฏิบัติภาระกิจ

ในปีค.ศ. 1971 บลูมและคณะ ได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ไว้ในหนังสือ Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student's Learning ซึ่งในหนังสือนั้นคลอฟเฟอร์ (Lepold E. Klopfer) ได้แจกแจงพฤติกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ด้วย ในปัจจุบันวงการวิทยาศาสตรศึกษา ได้ใช้การจำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยนั้น มาเป็นแนวปฏิบัติในการพัฒนาหลักสูตร จัดประสบการณ์การเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542 : 41-49)

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง นิยาม ศัพท์ หลักการ กฎ ทฤษฎี หรือแนวความคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้ คือ

1.1 ความรู้เกี่ยวกับความจริงเฉพาะอย่าง (Specific Facts)

1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์และนิยามทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Terminologies)

1.3 ความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Concepts of Science)

1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง (Conventions)

1.5 ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับขั้น (Trends and Sequences)

1.6 ความรู้เกี่ยวกับการจำแนก การจัดประเภทและเกณฑ์ (Classifications, Categories, and Criteria)

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีดำเนินการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Techniques and Procedures)

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Principles and laws)

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ หรือแนวคิดที่สำคัญ (Theories or Major Conceptual Schemes)

นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยาม เล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ หรือจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปความรู้ใหม่ และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งกว่าความรู้-ความจำ โดยสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

2.1 ความสามารถจำแนกความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ (Identification of knowledge in a New Context)

2.2 ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง (Translation of Knowledge From One Symbolic Form to Another)

ผู้ที่มีพฤติกรรมในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบายชี้แจง จำแนก จัดหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิและแผนภาพได้

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยๆ คือ

3.1 การสังเกตและการวัด (Observing and Measuring) ได้แก่ การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัด และการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้อง

3.2 การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา (Seeing a Problem and Seeking Ways to Solve It) ได้แก่ การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน และการออกแบบกระบวนการทดลองที่เหมาะสม

3.3 การแปลความหมายข้อมูล และการลงสรุป (Interpreting Data and Formulating Generalization) ได้แก่ การจัดกระทำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การเสนอข้อมูลต่างๆ ในรูปของความสัมพันธ์แบบฟังก์ชั่น การแปลความหมายข้อมูลที่ได้จากการทดลองและการสังเกต การขยายความและการตีความ การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการสรุปความสัมพันธ์ที่พบ

3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง หรือทฤษฎีต่างๆ (Building, Testing and Revising a Theoretical Modle) ได้แก่ การยอมรับความต้องการในแบบจำลองทางทฤษฎี การสร้างแบบจำลองทางทฤษฎีเพื่อรับความรู้ใหม่ การบอกความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับแบบจำลองการอนุมานสมมติฐานใหม่จากแบบจำลองทางทฤษฎี การแปลความหมายและประเมินผลจากการทดสอบแบบจำลองและการสร้างการปรับปรุง หรือขยายแบบจำลอง

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Skills) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา กล่าวได้ว่าการนำความรู้ไปใช้เป็นพฤติกรรมที่ลึกซึ้งที่สุด เพราะการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้นั้นจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจ อย่างดีเสียก่อนซึ่งสามารถจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ได้ดังนี้

4.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน

4.2 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ของวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน

4.3 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่นๆ นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2526 : 1-5) ได้กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ว่ามี 13 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่หาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดสิ่งนั้นๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งเป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึงการเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่จะวัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และสิ่งอื่นๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึงการแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยมีเกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ ความสามารถที่จะแสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่างๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4.การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลาหมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่ซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปสของวัตถุจะมี 3 มิติ คือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่ง ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติและวัตถุ 3 มิติที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงทางเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติได้ เช่น ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติ

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (2 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงา

เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่เกิดขึ้น

บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วน

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศของวัตถุหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และสภาพที่ปรากฏอยู่ในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุกับเวลา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปสของวัตถุที่จะเปลี่ยนไปกับเวลา ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึงการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการ บวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตำแหน่งเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.1.3 ตัดสินว่าสิ่งของในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่ากันหรือต่างกัน

5.2 การหาค่าเฉลี่ย ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีการหาค่าเฉลี่ย

5.2.2 หาค่าเฉลี่ย

5.2.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ย

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่เรียงลำดับจัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่โดยการหาความถี่หรือเรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือ คำนวณหาค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจนำเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการเขียนบรรยาย เป็นต้น ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกระทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

6.6 บรรยายหรือวางแผนผังแสดงตำแหน่งของสภาพที่ตนสื่อความหมายให้ ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล หมายถึงการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือสามารถอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์หมายถึงการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลอง โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆมาช่วยในการสรุปการพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลข ได้แก่ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลทีมีอยู่ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

8.1 การพยากรณ์ทั่วไป เช่น

8.1.1 การทำนายผลที่เกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 การพยากรณ์จากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น

8.2.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

8.2.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มี อยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึงการคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัย การสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบเป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือความสามารถหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกตความรู้ และประสบการณ์เดิม

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของค่าต่างๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลอง) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่างๆ ให้สังเกตได้และวัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึงการชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่งๆ

ตัวแปรต้น คือสิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม คือสิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรควบคุม คือสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วยซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือนๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึงกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึงการวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนด

12.1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

12.1.2 อุปกรณ์และ / หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึงการลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึงการจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัดและอื่นๆ

ความหมายที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้วคือ

1. การออกแบบการทดลอง โดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมโดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุมด้วย

1.2 ระบุอุปกรณ์และ / หรือสารเคมีซึ่งจะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึงการแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุปหมายถึงการสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะแล้ว คือ

1. แปลความหมายหรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้ (การตีความหมายข้อมูลที่อาศัยทักษะการคำนวณ)

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

จากการแบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาพอสรุปได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งได้เป็น 13 ทักษะดังนี้

1. ทักษะการสังเกต

2. ทักษะการวัด

3. ทักษะการจำแนกประเภท

4. ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา

5. ทักษะการคำนวณ

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

7. ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล

8. ทักษะการพยากรณ์

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร

12. ทักษะการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

5.1.2 การเขียนคำถามวัดลักษณะและระดับพฤติกรรม

ถ้าพิจารณา Taxonomy ของบลูม ลักษณะและพฤติกรรมในการสอบวัด มีแนวการสอบวัดโดยสรุปดังนี้ (วิรัช วรรณรัตน์. 2539 : 60-62)

5.1.2.1 ความรู้-ความจำ หมายถึงความสามารถในการระลึกเรื่องราวต่างๆ จากประสบการณ์ ลักษณะการสอบวัดระดับความรู้-ความจำ สามารถพิจารณาได้ดังนี้

ลักษณะการถาม : การระลึกเรื่องราวตามตำรา ตามคำสอน ตามแบบฝึกหัด ตามตัวอย่างเดิม

ลักษณะการสอบวัด : ถามคำแปล ความหมาย ความจริงในเรื่องกฎ-กติกา
: ถามหน้าที่ คุณสมบัติ ความสำคัญ ชนิด ประเภท
: ถามแบบแผน แบบฟอร์ม ประเพณี
: ถามลำดับขั้น แนวโน้ม ขั้นตอน วิธีการ
: ถามข้อสรุป หลักการ ลักษณะเด่น ลักษณะเฉพาะ

5.1.2.2 ความเข้าใจ หมายถึงความสามารถในการจับประเด็นเรื่องราว และความสามารถในการอธิบายชี้แจงประเด็น หรือข้อเท็จจริง ลักษณะการสอบวัดระดับความเข้าใจ สามารถพิจารณาได้ดังนี้

ลักษณะการถาม : การแปลความ สรุปความ และขยายความตามนัยของเรื่องราว สถานการณ์ ข้อเท็จจริง

ลักษณะการสอบวัด: ถามการอธิบายความหมายตามนัยของเรื่อง
: ถามการเปรียบเทียบ เปรียบเปรย ลักษณะ หน้าที่
: ถามการจับใจความสำคัญการสรุปเรื่องราวข้อเท็จจริง
: ถามโดยยกสถานการณ์ ตัวอย่างหรือพฤติกรรม อาการ
: ถามคาดคะเนความคิด เหตุการณ์ และสถานการณ์ โดยอาศัยข้อมูล

5.1.2.3 การนำไปใช้หมายถึงความสามารถในการประยุกต์หลักการเรื่องราวไปแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ลักษณะการสอบวัดระดับการนำไปใช้ สามารถพิจารณาได้ดังนี้

ลักษณะการถาม : การแก้ปัญหา การคิดคำนวณในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ที่มีลักษณะคล้ายเดิม

ลักษณะการสอบวัด : ถามหลักวิชา ความสอดคล้องของการปฏิบัติโดยการยกตัวอย่างจริง สถานการณ์จริง กับหลักวิชา

: ถามการแก้ปัญหาภายในเงื่อนไขและสถานการณ์ที่กำหนด

: ถามให้คิดคำนวณจากโจทย์ปัญหาหรือเงื่อนปมปัญหา

: ถามการเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องใช้

: ถามวิธีการ ขั้นตอนการปฏิบัติ และลักษณะการกระทำในสถานการณ์จริง

: ถามการใช้ภาษา

5.1.2.4 การวิเคราะห์ หมายถึงความสามารถในการพินิจพิจารณา แยกแยะประเด็น และรายละเอียดของเรื่องราว ลักษณะการสอบวัดระดับการวิเคราะห์ พิจารณาได้ดังนี้

ลักษณะการถาม : การแยกแยะประเด็นเรื่องราว ปัจจัย หรือองค์ประกอบสำคัญ ความเกี่ยวพัน ความสอดคล้องของเรื่อง และหลักการของเรื่อง

ลักษณะการสอบวัด : ถามสาเหตุ ต้นตอ เลศนัย

: ถามจุดมุ่งหมายที่สำคัญ ความสำคัญของประเด็น

: ถามผลที่เกิดขึ้น เหตุผล หลักการ ข้อสรุป

: ถามความสอดคล้อง อิทธิพลของความเกี่ยวข้อง และความเหมือน-ความต่างของประเด็น

5.1.2.5 การสังเคราะห์ หมายถึงการผสมผสานประเด็นรายละเอียดของเรื่องเป็นข้อสรุป หรือข้อยุติที่แปลกใหม่ ลักษณะการวัดระดับการสังเคราะห์ พิจารณาได้ดังนี้

ลักษณะการถาม : เน้นการสื่อความ การวางแผนงาน-โครงการ การอนุมานความคิด การหาข้อยุติ การอภิปราย

ลักษณะการสอบวัด : เน้นการปฏิบัติจริง โดยให้แสดงออกโดยการพูด การเขียน การทำจริง การแสดงบทบาทท่าทาง หรือการปฏิบัติงานตามโครงการ

5.1.2.6 การประเมินค่าหมายถึงความสามารถในการตัดสินคุณค่า การวินิจฉัยเรื่องราว หรือข้อเท็จจริงอย่างมีหลักเกณฑ์ ลักษณะการสอบวัดระดับการประเมินค่าพิจารณาได้ดังนี้

ลักษณะการถาม : ความคิดเห็น การตัดสิน การติชม การวิพากษ์วิจารณ์เรื่องราว โดยมีหลักเกณฑ์สนับสนุน

ลักษณะการสอบวัด : ยกสถานการณ์ เรื่องราว ข้อเท็จจริง ให้ประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม หรือความคิดเห็น โดยอาศัยเกณฑ์ตามเนื้อหาวิชา หลักการ เรื่องราวหรือเกณฑ์ที่สังคมยอมรับ

5.1.3 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ถ้าพิจารณาตามหลักวิชาการ การวัดผลสามารถจำแนกแนวทางในการสร้างได้ 4 แบบ ดังนี้ (วิรัช วรรณรัตน์. 2539 : 68-71)

1. การสร้างแบบทดสอบโดยยึดเนื้อหา (Content Based)
2. การสร้างแบบทดสอบโดยยึดจุดประสงค์ (Objective Based)
3. การสร้างแบบทดสอบโดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์ (Content and Objective Based)
4. การสร้างแบบทดสอบตามลักษณะวิชา (Subject Based)

1. การสร้างแบบทดสอบโดยยึดเนื้อหา (Content Based)

ในการดำเนินการสร้างสามารถแยก พิจารณาได้ 2 ลักษณะ คือ

1.1 กำหนดจำนวนข้อตามเนื้อหา แนวทางนี้การสร้างแบบทดสอบ จะเน้นความครอบคลุมเนื้อหาจะต้องออกข้อสอบให้ครบทุกเรื่องเป็นสัดส่วนตามความสำคัญทำได้โดยนำหัวข้อ ของเนื้อหามากำหนดว่า แต่ละหัวข้อจะต้องออกข้อสอบจำนวนเท่าไร เมื่อระบุแล้วก็นำมารวมกัน ก็จะเป็นจำนวนข้อสอบทั้งหมดของรายวิชานั้น แต่ในทางปฏิบัติจะกำหนดจำนวนข้อสอบของรายวิชานั้นก่อนว่าต้องการกี่ข้อ แล้วจึงพิจารณาแบ่งจำนวนข้อลงไปในเนื้อหาแต่ละหัวข้อ

1.2 กำหนดจำนวนข้อตามเนื้อหาและพฤติกรรม แนวทางการสร้างแบบทดสอบนี้ อาศัยการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา แล้วสรุปและตีความว่าเนื้อหานั้นต้องการเน้นในพฤติกรรมใด มีน้ำหนักพฤติกรรมละเท่าไร ซึ่งพฤติกรรมนี้หมายถึงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 6 ระดับคือ ความรู้-ความจำ, ความเข้าใจ, การนำไปใช้, การวิเคราะห์,การสังเคราะห์และการประเมินค่า การสร้างแบบทดสอบตามแนวนี้ จะมีปัญหาในการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา และการออกข้อสอบให้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1.2.1 ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specifications)

จุดมุ่งหมายของตารางวิเคราะห์หลักสูตร ก็เพื่อช่วยให้ครูสามารถกำหนดขอบเขตและการเน้นหนักของการวัดในแบบทดสอบ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการสอนกับเนื้อหาวิชาเป็นไปอย่างถูกต้องชัดเจน (อนันต์ ศรีโสภา. 2524 : 121-122)

1.2.2 การพิจารณากำหนดน้ำหนัก (Weights)

แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นสามารถปรับปรุงให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย โดยที่ตนเองต้องการได้ ครูแต่ละคนสามารถสร้างข้อสอบให้มีความเที่ยงตรงสำหรับนักเรียนที่ตนสอนได้ เพราะว่าครูที่ทำการสอน ย่อมทราบเกี่ยวกับความสัมพันธ์และการเน้นหนักของจุดมุ่งหมายในการสอนของตนเองได้ดีกว่าบุคคลอื่น ไม่มีกฎหรือหลักเกณฑ์ใดในการพิจารณาน้ำหนักได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตาม น้ำหนักที่กำหนดลงไปควรจะสะท้อนถึงความสัมพันธ์และการเน้นหนักของเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมที่ครูทำการสอนวิชานั้นแก่นักเรียนเป็นอย่างดี (อนันต์ ศรีโสภา. 2524 : 124)

2. การสร้างแบบทดสอบโดยยึดจุดประสงค์

การสร้างแบบทดสอบโดยยึดจุดประสงค์นี้ มีลักษณะคล้ายกับการสร้างโดยยึดเนื้อหา จะต่างกันที่ไม่ได้กำหนดจำนวนข้อตามเนื้อหา แต่จะกำหนดข้อตามจุดประสงค์ว่า จุดประสงค์การเรียนรู้ หรือจุดประสงค์การสอน หรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่กำหนดใช้ในการเรียนการสอนนั้น ควรจะมีข้อสอบจุดประสงค์กี่ข้อ แล้วทำการรวบรวมจุดประสงค์ และจำนวนข้อสอบตามจุดประสงค์ทั้งหมดเป็นจำนวนข้อสอบในรายวิชานั้น อย่างไรก็ตามก็ยังมีประเด็นปัญหาที่ควรพิจารณาคือ จุดประสงค์ที่เขียนขึ้นนั้น มีความเหมาะสมและมีความชัดเจน ครอบคลุมครบถ้วนหรือยัง ถ้ายังไม่เหมาะสมดี พอจะทำให้ข้อสอบไม่ดีไปด้วย นอกจากนั้นยังมีปัญหาเกี่ยวกับการออกข้อสอบที่สอบวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์อีกด้วย

3. การสร้างแบบทดสอบโดยยึดเนื้อหาและจุดประสงค์

การสร้างแบบโดยยึดเนื้อหา และจุดประสงค์นี้ เป็นการกำหนดจำนวนข้อสอบตามตารางวิเคราะห์ ที่พิจารณาทั้งเนื้อหา และจุดประสงค์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับการกำหนดจำนวนข้อสอบตามเนื้อหา และจุดประสงค์ที่กำหนด นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมที่ต้องการเน้นด้วย สำหรับกรณีนี้ สิ่งสำคัญก็คือจะนำจุดประสงค์อะไรบ้าง มาสร้างข้อสอบ เพราะในการกำหนดจุดประสงค์นั้นจะกำหนดทั้งจุดประสงค์ปลายทางและจุดประสงค์นำทาง ตามหลักการจุดประสงค์นำทางนั้นเหมาะที่จะใช้สอบวัดระหว่างเรียน ส่วนจุดประสงค์ปลายทางจะใช้สอบวัดปลายภาคเรียน แต่ในทางปฏิบัติมักจะนำจุดประสงค์นำทางที่ต้องการเน้นมาสอบวัดปลายทางด้วย นอกจากนั้นการตรวจให้คะแนนจะต้องตรวจเป็นส่วนๆ ไป ตามเนื้อหาหรือจุดประสงค์ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาการผ่าน และไม่ผ่านจุดประสงค์ ในกรณีระหว่างเรียน ส่วนปลายภาคเรียนนั้นสามารถทำได้ทั้งสองแบบ คือตรวจเป็นตอนๆ หรือพิจารณาทั้งฉบับ เพราะนอกจากทำให้ทราบผลเป็นส่วนแล้ว ยังช่วยสรุปผลภาพรวมทั้งหมดอีกด้วย

4. การสร้างแบบทดสอบตามแนวทางนี้ เป็นผลสรุปจากการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการสร้างข้อสอบตามเนื้อหา และพฤติกรรม กล่าวคือในการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร

รายวิชานั้นมีปัญหาทางเทคนิค และในบางรายวิชาไม่มีเนื้อหา เช่นวิชาภาษา จะเน้นที่ทักษะ การฟัง-การพูด-การอ่าน-การเขียน แต่ในทางปฏิบัติมักสอบวัดเรื่องตามหนังสือแบบเรียน จากปัญหาดังกล่าวจึงได้พยายามศึกษาธรรมชาติ และลักษณะวิชา โดยทำการทดลองสร้างแบบทดสอบตามลักษณะ และธรรมชาติของวิชาขึ้น ซึ่งเป็นผลที่น่าพอใจ เพราะแบบทดสอบสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรม ทำนองเดียวกับการสร้างตามการวิเคราะห์หลักสูตร แต่ง่ายกว่า สะดวกกว่า อย่างไรก็ตามก็ยังมีปัญหาอยู่บ้าง โดยเฉพาะการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดให้ตรงตามลักษณะวิชาที่ต้องการ กล่าวคือการสร้างแบบทดสอบจะต้องถามในแง่มุมใดบ้างจึงจะครอบคลุมครบถ้วนและตรงตามลักษณะวิชา เท่าที่ปฏิบัติกันอยู่ รายวิชาที่สร้างตามลักษณะวิชานั้นมักได้แก่ ภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์

ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของผู้วิจัย ผู้วิจัยจะใช้แนวทางในการสร้างแบบทดสอบโดยยึดเนื้อหาที่กล่าวมา โดยทำการกำหนดเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ซึ่งผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาไว้ 4 หน่วยคือหน่วยที่ 1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก หน่วยที่ 2 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก หน่วยที่ 3 สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก และหน่วยที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก แล้วทำการกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 3 ด้านคือ ด้านความรู้ – ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กรณีด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยจะใช้ทักษะ 3 ทักษะคือ ทักษะการคำนวณ ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ หลังจากนั้นจะดำเนินการสร้างตารางแสดงการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาทั้ง 4 หน่วย แล้วจึงดำเนินการสร้างข้อสอบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิทยา ไชยมงคล (2533 : 60 – 63) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเรียนเฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูไม่แตกต่างกัน และเวลาเฉลี่ยในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่สอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะใช้เวลาน้อยกว่าการสอนตามคู่มือครู

มณฑล อนันตรศิริชัย (2534 : 1) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ช่วยการสอนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง ในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

นักเรียนที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และมีความคงทนในการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ไม่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม (2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดียในการสอน วิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดีย เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน สูงกว่านักเรียนที่เรียนปกติ และกลุ่มผู้เรียนให้ความเห็นว่า ต้องการที่จะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาอื่นๆ ด้วย

กรรณิการ์ อัฐมโนลาภ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่1 ระหว่างวิธีสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของนักเรียนโดยวิธีสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยวิธีสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคงทนในการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นกัน

อิสสรี อิสรธำรง (2541 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้มัลติมีเดียในการฝึกอบรมความรู้เบื้องต้น เกี่ยวกับการควบคุมจราจรทางอากาศของพนักงาน บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด และทำการเปรียบเทียบกับการอบรมด้วยการบรรยายปกติ ปรากฏว่าผลการเรียนรู้และความคงทนในการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรม ที่อบรมด้วยการใช้มัลติมีเดียสูงกว่าผู้เข้าอบรมด้วยการบรรยายปกติ

รัชนีวรรณ อิ่มสมัย (2542 : 54) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาบทเรียนไฮเปอร์มีเดีย เรื่อง "ความสัมพันธ์" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยสรุปดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนไฮเปอร์มีเดียเรื่อง "ความสัมพันธ์" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 85.2/85.8 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนไฮเปอร์มีเดียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความคิดเห็นของครูต่อการใช้บทเรียนไฮเปอร์มีเดียเรื่อง "ความสัมพันธ์" อยู่ในระดับเหมาะสมมากและมากที่สุด

ไลดิก (Leidig. 1992 : 1372) สนใจศึกษาวิจัยถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของการเรียน (Cognitive style) ภาพผังแนวคิดที่มีอยู่ในใจ (Mental maps) ในการใช้ไฮเปอร์เทกซ์เพื่อ

การเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียน และรูปแบบในการเข้าสู่ข้อมูล (Navigation maps)ในการใช้ไฮเปอร์เทกซ์เพื่อการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติ

2. วิธีในการนำเสนอทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ความสามารถในการมองภาพและตีความหมายจากภาพมีผลทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียนและปัญหาในการเข้าสู่เนื้อหาในไฮเปอร์เทกซ์

4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบในการเรียนและวิธีการในการนำเสนอ ในส่วนที่เกี่ยวกับทัศนคติของผู้เรียน แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เลวาคอฟ (Levacov. 1994 : 940) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับการสังเกตความเข้าใจโปรแกรมสอนโดยใช้ซีดี-รอม การวิจัยนี้พบว่า สถานการณ์ในการเรียนเป็นที่เชื่อได้ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเรียนในส่วนที่ตนต้องการ ซีดี-รอมชุดนี้เป็นสื่อที่เป็นประโยชน์ช่วยเพิ่มความรู้เหมาะสำหรับการศึกษารูปแบบการเรียน

เวด (Wade. 1995 : 816) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับ เกรด9 โดยใช้วิธีสอน 3 วิธี ได้แก่ การสอนแบบปกติ การสอนโดยใช้การทดลอง และการสอนโดยใช้การทดลองกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้ง 3 วิธี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยสรุปได้ว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการเรียนการสอนจะทำให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สามารถเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่าการเรียนปกติ และยังมีความคงทนในการเรียนรู้ได้นานกว่าการเรียนจากการสอนปกติ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา เพื่อพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมุ่งผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่มีเนื้อหาเป็นนามธรรมสลับซับซ้อนยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียนทำให้นักเรียนเกิดมโนมติผิดพลาด ด้วยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอน เพราะคอมพิวเตอร์สามารถทำ สิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามประเด็นดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5โรงเรียนเซนต์คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพ สังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน แผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (โครงสร้างที่ 3) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 4 ห้องเรียน ประชากร 231 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 30 คน ได้จากวิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แบบจับสลากจากประชากร โดยมีเงื่อนไขว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ต้องไม่เคยเรียนเนื้อหา เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาก่อน

วิธีการสุ่มตัวอย่างนักเรียนเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างในการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเรียน เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนว่านักเรียนคนใดเคยเรียนเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาก่อน ถ้านักเรียนคนใดเคยเรียนเนื้อหานี้

มาก่อน จะทำการคัดออกก่อนทำการสุ่มตัวอย่าง

2. นำรายชื่อประชากรที่ได้ทำการคัดสรรแล้วมากำหนดเลขที่ของประชากรแต่ละคนใหม่ โดยเรียงมาตามลำดับ ทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากประชากรที่ทำการคัดสรรแล้ว โดยการจับสลากในคราวเดียวกันจำนวน 30 ใบ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เพื่อนำมาเข้ากลุ่มทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทดสอบสมมติฐานตามที่ผู้วิจัยตั้งไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการเป็นขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียนก่อนนำมาใช้ในการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวิธีการดำเนินการออกแบบบทเรียน 3 ขั้นตอนดังนี้

1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช2524 (ฉบับปรับปรุง พศ. 2533) โครงสร้างที่ 2 และโครงสร้างที่ 3 เพื่อวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตร พร้อมกับศึกษาคำอธิบายรายวิชาในหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ในคู่มือครู และศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชา เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก จากหนังสือแบบเรียน ว025 ฟิสิกส์ ในโครงสร้างที่ 2 และ ว029 ฟิสิกส์ 5 ในโครงสร้างที่ 3 แล้วนำมาเรียบเรียงเนื้อหาใหม่ เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง และครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่มีอยู่ในหลักสูตร ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกออกเป็น 4 หน่วย ดังนี้

หน่วยที่ 1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ 2 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ 3 สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

1.2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหา

ในขั้นนี้ผู้วิจัยจะนำหัวข้อย่อยมากำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในด้านพุทธิพิสัย (cognitive domaim) ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยครั้งนี้เป็น 3 ด้านคือ 1) ด้านความรู้-ความจำ 2) ด้านความเข้าใจ 3) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยใช้ทักษะ 3 ทักษะคือ ทักษะการคำนวณ ทักษะการพยากรณ์ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล) นำพฤติกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 ด้าน ไปกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ตามระดับพฤติกรรม โดยกำหนดให้แต่ละพฤติกรรมมีน้ำหนักเป็น 1 หน่วย ระบุไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วย ซึ่งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้นี้จะสอดคล้องกับเนื้อหา แล้วนำไปสร้างเป็นตารางแสดงการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ ต่อจากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ 3 ท่าน ได้แก่ ผศ. ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ อาจารย์ จักรชัย ลัชชานนท์ และอาจารย์ ราม ติวารี ตรวจสอบตารางแสดงการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสม น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดนี้ ใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยของผู้เรียน ดังนั้นน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่กำหนดไว้ ต้องสอดคล้องกับจำนวนข้อในแบบทดสอบ เพื่อความสะดวกในการกำหนดจำนวนข้อในแบบทดสอบ และความเหมาะสมกับเวลา 60 นาที ที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดจำนวนข้อในแบบทดสอบไว้ 20 ข้อ ก็จะได้น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยรวม 20 หน่วย ตามจำนวนข้อในแบบทดสอบ หมายความว่าน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย 1 หน่วย เท่ากับจำนวนข้อในแบบทดสอบ 1 ข้อ ถ้ามีน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ 20 หน่วย ก็จะได้จำนวนข้อในแบบทดสอบ 20 ข้อ น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้แสดงไว้ในตาราง 1 ดังนี้

ตาราง1แสดงการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

หน่วยที่ และพฤติกรรมการเรียนรู้ ของเนื้อหาในแต่ละหน่วย	น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย					
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			รวมของแต่ละหน่วย
			การคำนวณ	การพยากรณ์	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	
1. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก						1
1.1 บอกความหมายของโฟโตอิเล็กตรอนได้	1					
2. การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก						11
2.1 บอกความหมายของความต่างศักย์หยุดยั้งได้	1	3				
2.2 อธิบายเหตุการณ์การเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในการทดลองได้						
2.3 บอกความหมายของความถี่ขีดเริ่มได้	1					
2.4 บอกความหมายของโฟตอน และฟังก์งานได้	1					
2.5 หาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ความต่างศักย์หยุดยั้ง ความถี่ของแสงและฟังก์ชันงานได้ และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้			4			
2.6 บอกได้ว่าแสงแสดงสมบัติเป็นอนุภาคได้จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก		1				
3. สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก						6
3.1 นำปรากฏการโฟโตอิเล็กตริกมาอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้น				2		
3.2 สรุปเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก					1	
3.3 ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและความถี่ของแสง มาอธิบายสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น				1		

ตาราง 1 (ต่อ)

หน่วยที่ และพฤติกรรมการเรียนรู้ ของเนื้อหาในแต่ละหน่วย	น้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย					
	ความรู้-ความจำ	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			รวมของแต่ละหน่วย
			การคำนวณ	การพยากรณ์	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล	
3.4 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและความถี่ของแสงของปรากฏการณ์โฟโต-อิเล็กตริก					2	
<u>4.กราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก</u>						2
4.1 ใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่แสง หาปริมาณที่เกี่ยวข้อง			2			
รวมน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยในแต่ละด้าน	4	4	6	3	3	20

ผลของการจำแนกระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ได้จากการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ตามตาราง 1 นี้ ผู้วิจัยนำมาสร้างตารางสองทางที่ประกอบด้วยระดับพฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่วิเคราะห์ไว้แล้ว นำน้ำหนักที่รวมไว้ตามแนวนอนและแนวตั้ง มาจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหาและอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ผลการจัดอันดับดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและอันดับความสำคัญของเนื้อหากับอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย						อันดับความสำคัญของเนื้อหา
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			รวม	
			การคำนวณ	การพยากรณ์	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล		
1.ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	1					1	4

ตาราง 2 (ต่อ)

หน่วยเนื้อหา เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย						อันดับความสำคัญของเนื้อหา
	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์			รวม	
			การคำนวณ	การพยากรณ์	การลงความคิดเห็นจากข้อมูล		
2.การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	3	4	4			11	1
3.สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก				3	3	6	2
4.กราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก			2			2	3
รวมน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้			6	3	3	20	
	4	4	12				
อันดับความสำคัญของพฤติกรรม	2	2	1				

สรุปได้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาทั้ง 4 หน่วย มีทั้งหมดรวม 12 พฤติกรรม ส่วนน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยด้านความรู้-ความจำมี 4 หน่วย ด้านความเข้าใจมี 4 หน่วย ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 12 หน่วย ซึ่งผลการวิเคราะห์ที่ได้นี้จะใช้ในการกำหนดเนื้อหาสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังนำผลการวิเคราะห์มาใช้กำหนด จำนวนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย รวม 20 ข้อ จำแนกเป็นข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้-ความจำ 4 ข้อ ด้านความเข้าใจ 4 ข้อ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 12 ข้อ (ทักษะการคำนวณ 6 ข้อ ทักษะการพยากรณ์ 3 ข้อ และทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล 3 ข้อ) แต่ถ้าพิจารณาจากหน่วยเนื้อหา กำหนดให้เนื้อหาหน่วยที่ 1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก 1 ข้อ หน่วยที่ 2 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก 11 ข้อ หน่วยที่ 3 สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก 6 ข้อ และหน่วยที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก 2 ข้อ

1.3 กำหนดเนื้อหาและกิจกรรม

การกำหนดเนื้อหาและกิจกรรมในแต่ละหน่วยนั้น ผู้วิจัยนำขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา และขั้นตอนที่ 2 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหา มาขยายรายละเอียดโดยเขียนเป็นเนื้อหาสั้นๆ และเขียนกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนการสอน

ของทุกหัวข้อย่อย (ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยดำเนินการกำหนดสคริปต์) ในแต่ละหัวข้อย่อยเนื้อหา และกิจกรรมจะสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางวิชาการ 3 ท่าน ได้แก่ ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ อาจารย์ จักรชัย ลัชชานนท์ และอาจารย์ ราม ติวารี ตรวจสอบเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นการสร้างบทเรียน (Courseware Construction) โดยการนำสคริปต์ที่ผ่านการตรวจสอบในขั้นตอนที่ 1 มาดำเนินสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยโปรแกรม ToolBook II Instructor และใช้โปรแกรม Adobe Photoshop 5.5 ช่วยในการเก็บภาพ ตกแต่งภาพและตัดต่อภาพให้มีขนาดตามต้องการ ในการสร้างบทเรียนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบบทเรียนไว้ดังนี้คือ มีการนำเสนอข้อมูลเป็นแบบพลิกจากซ้ายไปขวาหรือแบบอื่นๆ ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้และสามารถเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของบทเรียนได้โดยสะดวก ผู้เรียนสามารถทราบวัน-เวลาที่เรียนจากปฏิทินและนาฬิกาที่มีอยู่ในบทเรียน เมื่อจบหน่วยการเรียนจะมีแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน และเมื่อนักเรียนเรียนครบทุกหน่วยการเรียนจะมีแบบทดสอบ ทั้งแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีการให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อตอบคำถามถูกหรือผิด การรายงานผลของคะแนนที่ทำถูกและรายงานผลร้อยละของคะแนนที่ทำถูกและนักเรียนสามารถออกจากบทเรียนได้โดยสะดวก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้จะประกอบด้วย บทเรียนประเภทเนื้อหา ประเภทฝึกทักษะ และประเภทสถานการณ์จำลอง

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียนก่อนนำมาใช้ในการทดลอง การตรวจสอบและประเมินผลบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกขั้นตอน เพื่อให้บทเรียนมีความถูกต้อง

3.2 ทดสอบการทำงานบทเรียนว่ามีการนำเสนอเป็นไปตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยออกแบบไว้ ในแต่ละกรอบเนื้อหาเดี่ยวของบทเรียนผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานไม่ต่ำกว่า 10 ครั้ง และมีการทดสอบการทำงานรวมตั้งแต่กรอบที่1 จนถึงกรอบสุดท้าย เพื่อดูการเชื่อมโยงของกรอบเนื้อหาเดี่ยวของบทเรียน จนมั่นใจว่าบทเรียนสามารถนำไปใช้งานได้ หลังจากนั้นนำไปให้ผศ.สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และอาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ คณะกรรมการควบคุม ตรวจสอบความเรียบร้อยและความเหมาะสมของบทเรียน หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางวิชาการ 3 ท่าน ได้แก่ ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ อาจารย์ จักรชัย ลัชชานนท์ และอาจารย์ ราม ติวารี ตรวจสอบ

เนื้อหาของบทเรียน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ 2 ท่าน ได้แก่ อาจารย์ ณัฐ น้อยสวัสดิ์ และอาจารย์นรินทร์ แก้วมงคลสุข ตรวจสอบการทำงานของบทเรียน เมื่อได้บทเรียนตามที่ต้องการ จึงดำเนินการจัดเก็บบทเรียนเพื่อไปทดลองใช้กับผู้เรียนในขั้นต่อไป

3.3 ตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของผู้เรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

3.3.1 ทดสอบกับนักเรียน 3 คน โรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา การทดสอบให้นักเรียน เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล เพื่อทดสอบภาษาที่ใช้สื่อกับผู้เรียน รวมทั้งภาษาที่ใช้ในแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนและแบบทดสอบ ความชัดเจนของเนื้อหาและความเข้าใจในคำสั่งต่างๆของบทเรียนหลังจากที่นักเรียนเรียนจบนักเรียนต้องตอบแบบประเมินผลที่ผู้วิจัยสร้างไว้ เพื่อทำการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมนอกเหนือจากคำถามในแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยจะทำการบันทึกไว้หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงให้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน

3.3.2 ทดสอบกับนักเรียน 9 คน โรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย ปทุมธานีเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยการให้นักเรียนเรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ในครั้งนี้ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หลังจากที่ทุกคนเสร็จสิ้นการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนต้องตอบแบบประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมกันเป็นเวลา 60 นาที นำผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน มาประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประสิทธิภาพที่ได้ในการทดสอบกับนักเรียน 9 คน คือ 87.7/85 ซึ่งสามารถนำไปใช้ทดลองได้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ไว้ 3 ด้านคือ 1)ด้านความรู้-ความจำ 2)ด้านความเข้าใจ 3)ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการสร้างแบบทดสอบนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการสร้าง วิธีการสร้าง และเทคนิคการเขียนแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้จากตำราต่างๆ เช่นทฤษฎีการวัดและการทดสอบของอนันต์ ศรีโสภา เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้ของล้วนและอังคณา สายยศ เป็นต้น

2.2 ใช้ผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย และอันดับความสำคัญของเนื้อหากับอันดับความสำคัญของพฤติกรรมการเรียนรู้ มาช่วยในการกำหนดข้อคำถามของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแยกเป็นด้านความรู้-ความจำ 8 ข้อ ด้านความเข้าใจ 8 ข้อ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 24 ข้อ รวม 40 ข้อ (จำนวนข้อคำถามเป็นสองเท่าของที่วิเคราะห์ไว้ เพราะผู้วิจัยจะนำข้อคำถามมาแบ่งเป็นแบบทดสอบ 2 ชุด ชุดละ 20 ข้อ)

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย แบบปรนัย 4 ตัวเลือกให้สอดคล้องกับตาราง 1 แสดงการกำหนดน้ำหนักพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก โดยสร้างจำนวนข้อคำถามเป็นสองเท่าของที่กำหนดไว้ในตาราง 1 จะได้ข้อคำถามรวม 40 ข้อ

2.4 นำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้าง ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการ 3 ท่าน ได้แก่ ผศ. ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ อาจารย์จักรชัย ลัชชานนท์ และอาจารย์ราม ติวารี ตรวจสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย(Index of Item-Objective Consistency หรือ IOC) ของแต่ละข้อ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จะถูกเก็บไว้ ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 จะนำมาแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำให้ไปผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมหาค่า IOC อีกครั้ง ก็จะได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ทุกข้อ จำนวน 40 ข้อ

2.5 นำข้อคำถาม 40 ข้อ มาแบ่งเป็นแบบทดสอบ 2 ชุด คือแบบทดสอบชุดที่ 1 และแบบทดสอบชุดที่ 2 ชุดละ 20 ข้อ โดยแต่ละชุดจะเป็นไปตามเงื่อนไขการวิเคราะห์ในตาราง 1 แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สพพ.) โรงเรียนเซนต์คาเบียล จำนวน 100 คน (นักเรียนเคยเรียนเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาแล้ว) โดยแบบทดสอบแต่ละชุดจะนำไปสอบกับนักเรียนชุดละ 50 คน แบบทดสอบแต่ละชุดจะให้เวลาในการสอบ 60 นาที หลังจากนั้นนำคำตอบที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ชุด ไปหาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก ผลทางสถิติพบว่าแบบทดสอบชุดที่ 1 มีข้อคำถามบางข้อที่มีความยากง่ายต่ำกว่า0.2 บางข้อสูงกว่า0.8 แบบทดสอบชุดที่ 2 ข้อคำถามทุกข้อมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 แบบทดสอบชุดที่ 1 มีข้อคำถามบางข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่า0.2 แบบทดสอบชุดที่ 2 ข้อคำถามทุกข้อมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ดังนั้นแบบทดสอบชุดที่ 2 จึงเหมาะสมที่จะนำไปเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.6 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบชุดที่ 2 มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR -- 20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ 0.82

3. แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

การสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน เกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

3. นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ไปให้ อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์ อาจารย์ จักรชัย ลัชชานนท์ และอาจารย์ ราม ติวารี ตรวจแก้ไขแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้จริงหลังสิ้นสุดการทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

5. นำผลคะแนนจากแบบสอบถามความคิดเห็น มาหาค่าร้อยละของคะแนนของข้อคำถามแต่ละข้อ และค่าร้อยละของคะแนนรวมของข้อคำถามทั้งหมด

การดำเนินการทดลอง

การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2544 โดยดำเนินการทดลองดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวิเคราะห์ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความรู้ใน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยจำนวน 20 ข้อ ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นเวลา 60 นาที แล้วเว้นระยะเวลา 2 สัปดาห์

2. จัดเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยสร้างให้พร้อมในสภาพใช้งานได้ โดยไม่มีปัญหาเกิดขึ้นในระหว่างการทดลอง

3. ชี้แจงจุดมุ่งหมาย ความสำคัญ และเงื่อนไขในการทดลอง ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้เข้าใจ สามารถดำเนินการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเองตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล

4. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามที่ตนเองต้องการ (เวลาเรียนรวมของผู้ที่ใช้เวลามากที่สุด 4 คาบและเวลาเรียนรวมของผู้ที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

3 คาบ) ขณะที่นักเรียน เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีข้อคำถามแทรกอยู่ในบทเรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ของตนเอง (เนื่องจากบทเรียนนี้ผู้วิจัยไม่อนุญาติให้ผู้เรียนพิมพ์ข้อความใดๆ ลงไปในบทเรียน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในใบคำถาม-คำตอบ) และมีแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน คะแนนที่ได้จากแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน จะใช้ในการหาประสิทธิภาพของกระบวนการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

5. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จเรียบร้อยทุกคน ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก แล้วทำการทดสอบหลังเรียนพร้อมกัน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย จำนวน 20 ข้อ ในเวลา 60 นาที คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จะใช้ในการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

6. ตรวจคำตอบ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541: 34-36) เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 หาค่าความแปรปรวน (S^2) คำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541 : 65)

$$s^2 = \frac{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนน

ΣX แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

ΣX^2 แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

X แทน คะแนนแต่ละตัว

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย (IOC) จากสูตร (สุนันทา มนัสมงคล. 2542 : 91)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนจากผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 129 - 130)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

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

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

R_u แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_e แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

2.3 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (r_{tt}) โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 123)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^{\,2}}\right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n แทน จำนวนข้อ

p แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ = จำนวนคนที่ทำถูกต้อง / จำนวนคนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = 1 – p

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ส่วนที่ 1 การใช้สถิติทดสอบสมมติฐานข้อ 1 ที่ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/85

สถิติที่ใช้ในการคำนวณคือการหาประสิทธิภาพ ได้มาจากการประยุกต์สูตรการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมของเสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 284) เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\Sigma X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

ΣX แทน คะแนนรวมผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดทุกหน่วยการเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มรวมของแบบฝึกหัดของทุกหน่วยการเรียน

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\Sigma y}{N}\right)}{B} \times 100$$

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ΣY แทน คะแนนรวมผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N แทน จำนวนผู้เรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ส่วนที่ 2 การใช้สถิติทดสอบสมมติฐานข้อ 2 ที่ว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนบทจาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

สถิติที่ใช้ในการคำนวณคือ t – test แบบ Dependent Sample (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2537: 201-205) เขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ผลความแตกต่างระหว่างคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ΣD แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ΣD^2 แทน ผลรวมของความแตกต่างรหว่างคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างยกกำลังสอง

n แทน จำนวนผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เมื่อนักเรียนได้ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังนี้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นที่1 ทดสอบกับนักเรียน 3 คน โรงเรียนเซนต์โยเซฟ บางนา อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ การทดสอบจะให้นักเรียน เรียนตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล เพื่อทดสอบภาษาที่ใช้สื่อกับผู้เรียนรวมทั้งภาษาที่ใช้ในแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน ความชัดเจนของเนื้อหา และความเข้าใจในคำสั่งต่างๆ ของบทเรียน หลังจากที่นักเรียนเรียนจบ นักเรียนต้องตอบแบบประเมินผล (การแสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน กลุ่ม 3 คน แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 8 หน้า 126) เพื่อทำการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม นอกเหนือจากคำถามในแบบประเมินซึ่งผู้วิจัยทำการบันทึกไว้ หลังจากนั้นผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมด มาวิเคราะห์ข้อบกพร่อง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อความในกรอบเนื้อหาเดี่ยวบางส่วนพิมพ์ผิด
2. ตัวอักษรของ "คำแนะนำทั่วไป และคำแนะนำการใช้บทเรียน" มีขนาดเล็กทำให้ผู้เรียนขาดการสังเกต จึงไม่ได้ศึกษาวิธีการใช้บทเรียน
3. ควรแนะนำเกี่ยวกับปุ่มหมายเลข 1, 2, 3 และ 4
4. ควรเพิ่มข้อคำถามที่เกี่ยวกับการทดลอง
5. ควรอธิบายเกี่ยวกับการเลื่อนบรรทัดให้ชัดเจนมากขึ้น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และทำการตรวจสอบข้อบกพร่องเหล่านั้นก่อนที่จะนำไปในขั้นที่ 2 ต่อไป

ขั้นที่ 2 ทดสอบกับนักเรียน 9 คน โรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยการให้นักเรียนเรียน

ตามรูปแบบการเรียนรายบุคคล ในครั้งนี้ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หลังจากที่ทุกคนเสร็จสิ้นการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนต้องตอบแบบประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (การแสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียนกลุ่ม 9 คน แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 9 หน้า 128) แล้วจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์พร้อมกันเป็นเวลา 60 นาที นำผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน (การแสดงผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนรวมแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนทุกหน่วยการเรียนของนักเรียน 9 คน แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 15 หน้า 139) มาประเมินหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก กรณีทดสอบนักเรียน 9 คน

เครื่องมือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก						ประสิทธิภาพเกณฑ์ 85/85
แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน 4 หน่วย			แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์			
คะแนนรวมทุกคน	$\bar{X}$	ประสิทธิภาพของกระบวนการ(ร้อยละ)	คะแนนรวมทุกคน	$\bar{X}$	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์(ร้อยละ)	87.7/85
158	18	87.7	153	17	85	

ผู้วิจัยนำแบบประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นที่ 2 มาวิเคราะห์พบว่ามีข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขดังนี้

1. ควรชี้แจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับหน่วยการเรียนของปุ่มหมายเลข 2 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ให้ชัดเจน

2. ข้อความที่แสดงหัวเรื่องของแต่ละหน่วยของเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในหน้าทางด่วน ควรระบุด้วยว่าหน่วยที่เท่าไร

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และทำการตรวจสอบข้อบกพร่องเหล่านั้นก่อนที่จะนำไปในขั้นที่ 3 ต่อไป

ขั้นที่ 3 การทดลองขั้นนี้เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพในขั้นที่ 2 ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยให้กลุ่ม

ตัวอย่างทำการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (การแสดงผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 17 หน้า 141) และทดสอบระหว่างเรียนด้วยแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน (การแสดงผลคะแนนรวมแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 16 หน้า 140) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกตามเกณฑ์ 85/85 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปหาค่าร้อยละ ได้ผลรวมออกมาร้อยละ 85.60 (การแสดงผลความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 10 หน้า 131)

ตาราง 4 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก กรณีทดสอบกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

เครื่องมือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก						ประสิทธิภาพเกณฑ์ 85/85
แบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียน 4 หน่วย			แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์(หลังเรียน)			
คะแนนรวมทุกคน	$\bar{X}$	ประสิทธิภาพของกระบวนการ(ร้อยละ)	คะแนนรวมทุกคน	$\bar{X}$	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์(ร้อยละ)	86.2/82.7
517	17.2	86.2	496	16.5	82.7	

จากตาราง 4 คะแนนของกลุ่มตัวอย่างจากการทำแบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนรวมทุกหน่วยการเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธ์ทางการเรียน (หลังเรียน) โดยเฉลี่ยทั้งกลุ่มคิดเป็นร้อยละ 86.2 และร้อยละ 82.7 ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพ 86.2/82.7 พบว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ต่ำกว่าเกณฑ์อยู่ 2.3% การคำนวณหาประสิทธิภาพ ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำจากเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับได้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สินสกุล. 2520 : 138) ดังนั้นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ 82.7% ต่ำกว่าเกณฑ์อยู่ 2.3% จึง

ยอมรับได้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

2. ผลการทดลองศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มาหาทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 ด้วยวิธีการทางสถิติ t–test แบบ Dependent Sample ซึ่งผลการทดสอบที่ได้ปรากฏดังนี้

ตาราง 5 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	30	5.8	2.10	19.49*
หลังเรียน	30	16.5	3.04	

$t_{(.01 : df\ 29)} = 2.462$ * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 5 พบว่าค่า t ที่ได้จากการคำนวณเท่ากับ 19.49 มากกว่า ค่า t ที่เปิดจากตาราง $t_{(.01 : df\ 29)}$ เท่ากับ 2.462 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั่นคือนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเป็นลำดับดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด
3. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย เมื่อนักเรียนศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 85/85
2. นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล เขตดุสิต กรุงเทพ สังกัดสำนักงานการศึกษาเอกชน แผนการเรียนสายวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (โครงที่สร้าง 3) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 4 ห้องเรียน ประชากร 231 คน ทำการคัดเลือกจากประชากร เพื่อให้ได้นักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ไปทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ได้กลุ่มตัวอย่าง 30 คน เพื่อนำไปทดสอบสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวิจัย 3 เครื่องมือ ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก โดยมีรายละเอียดดังปรากฏในบทที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" โดยใช้สูตร $E_1 : E_2$ ที่ได้มาจากการประยุกต์สูตรการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมของเสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต

2. ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent Sample

สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผลการวิจัยตามลำดับได้ดังนี้

1. สมมติฐานข้อที่ 1 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/85 ผลจากการทดลองหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกเป็นไปตามสมมติฐานที่กล่าวไว้ ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนที่คำนวณได้มีค่า 86.2/82.7 (แสดงไว้ใน ตาราง 4 หน้า 75) ตามเกณฑ์ที่กำหนด 85/85 อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจและผ่านการประเมินจากคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาการและผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ อย่างละเอียดรอบครอบ ทำให้ผู้วิจัยได้แก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เรียน (ขั้นตรวจสอบและประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของผู้เรียน) มาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เรียน เมื่อผู้วิจัยนำไปทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เพราะบทเรียนสร้างความพึงพอใจ (ผู้วิจัยนำข้อมูลนี้มาจากการสังเกต) และตรงตามความต้องการของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง ช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของบุญสืบ พันธ์ดี (2537 : 154) สมปราถนา วงศ์บุญหนัก (2541 : 280-281) ชูเกียรติ ธีระนิติกุล (2543 : 83-86) และวิภาภรณ์ อิ่มอารมย์ (2544 : 95) พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดสามารถช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

1.2 จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความพอใจและมีความสุขกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื่องจากผู้เรียนมีอิสระในการใช้เวลาเรียนตามความสามารถของแต่ละบุคคล เนื้อหาบทเรียนเป็นไปตามลำดับ ชัดเจนและเข้าใจง่าย สามารถทบทวนเนื้อหาบทเรียนได้ตามความต้องการ มีการเสริมแรงด้วยข้อความเมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง และการแสดงผลของคะแนนสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน มีเสียงดนตรีช่วยผ่อนคลายความเครียด ผู้เรียนสามารถโต้ตอบและควบคุมบทเรียนด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถไปยังส่วนต่างๆ ของบทเรียนได้โดยสะดวก ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว และตรงกับความต้องการของแต่ละบุคคล (ผู้วิจัยนำข้อมูลนี้มาจากการสังเกต และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏกาณ์โฟโตอิเล็กตริก แสดงไว้ในภาคผนวก ตาราง 10 หน้า 131) จึงส่งผลให้การใช้บทเรียนในการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (สานิตย์ กายาผาด. 2542 : 2-3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบุญสืบ พันธ์ดี (2537 : 154) ที่กล่าวไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีความพอใจ ตั้งใจเรียน สนุกสนาน และแสดงออกถึงความตื่นเต้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชูเกียรติ ธีระนิติกุล (2543 : 83-86) ที่พบว่า การเสริมแรงด้วยการโต้ตอบทันที จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดความสนุกสนานกับการเรียนมากขึ้น

1.3 เนื้อหาเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีเนื้อหาที่เป็นนามธรรมสลับซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจ และจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย พบว่าการทดลองที่เกี่ยวปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในระดับชั้นมัธยมไม่ได้ผลตามต้องการ ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนมติผิดพลาด แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถทำในสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ปรากฏเป็นรูปธรรม ด้วยการใช้ภาพเคลื่อนไหวสื่อให้เกิดจินตนาการ และความเข้าใจในเนื้อหาและสร้างสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้ทำการทดลองที่เห็นผลการทดลองที่ชัดเจนถูกต้องซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของประวิทย์ บึงสว่าง (2537 : 1) ที่ทำการวิจัยพบว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้ดีกว่าการสรุปผลจากอภิปรายโดยครูผู้สอน และนักเรียนมีความรู้สึกในทางบวกต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสอดคล้องกับงานวิจัยของเลียลี่ (Leary. 1995) ที่ทำการวิจัยพบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลองช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพจำลองเหตุการณ์เหมือนของจริงในภาวะต่างๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายเรียนรู้ได้เร็ว

2. สมมติฐานข้อที่ 2 ที่ผู้วิจัยตั้งไว้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนจากบทเรียนคอมพิว-เตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนีวรรณ อิ่มสมัย (2542 : 54) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนไฮเปอร์มีเดียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนที่ผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาในบทเรียน ผู้เรียนควรให้เวลาในการศึกษา "คำแนะนำการใช้บทเรียน" อย่างรอบครอบ จะทำให้ผู้เรียนได้ทราบวิธีการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกอย่างถูกต้อง ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถใช้บทเรียนได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก ในส่วนที่เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกไปใช้แทนการทดลองจริง เพราะสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการทดลองสามารถทำให้

นักเรียนเห็นผลการทดลองที่ถูกต้องชัดเจน และช่วยให้นักเรียนได้เห็นปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในส่วนที่เป็นนามธรรมให้ปรากฏในรูปธรรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนสร้างจินตนาการและเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมากขึ้น

3. ในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบกรอบเนื้อหาต้องระวังในเรื่องการใช้ขนาดตัวอักษร และสีพื้น ถ้าใช้ตัวอักษรที่มีขนาดเล็กเกินไป ให้สีที่มีความเข้มมากเกินไป จะทำให้ผู้เรียนใช้สายตาในการมองมาก ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความล้าในการใช้สายตาและเครียดกับการเรียน หรือถ้าขนาดตัวอักษรใหญ่เกินไป จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายต่อการเรียน และยังทำให้ผู้วิจัยจัดกระทำกับข้อมูลลำบาก หรือสีพื้นจางเกินไป จะทำให้บทเรียนขาดความน่าสนใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบกรอบเนื้อหาให้มีขนาดตัวอักษรหลายขนาด ตามความเหมาะสมของการนำเสนอของแต่ละกรอบเนื้อหา และใช้สีพื้นที่มีความเข้มในส่วนที่ต้องการเน้นเนื้อหา ส่วนที่ไม่ต้องการเน้นจะสีพื้นที่จางเพื่อให้ผู้เรียนผ่อนคลายการใช้สายตา

4. ในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เขียนโปรแกรม (Programmer) มาเขียนโปรแกรมบทเรียน เพราะโปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียนส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ที่เรียกว่าโปรแกรมระบบประพนธ์ (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ง่ายต่อการเรียนรู้และการสร้างบทเรียน ครูที่ไม่มีความรู้ในด้านการเขียนโปรแกรม ควรเรียนรู้การสร้างบทเรียนจากโปรแกรมสำเร็จรูป จึงควรมีการจัดอบรมการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้กับครูผู้สอน เพื่อให้ครูผู้สอนสามารถผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ตรงกับความต้องการของครูผู้สอนและผู้เรียนในแต่ละโรงเรียนไว้ใช้งาน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ ความสามารถหลากหลายสาขาเช่น สาขาการออกแบบในเชิงศิลปะ สาขาจิตวิทยาพื้นฐานในการเรียนรู้ สาขาเทคโนโลยีการศึกษา เป็นต้น มาช่วยในการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นผู้ที่จะออกแบบและพัฒนาบทเรียน ต้องขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่างๆ ดังกล่าวมาช่วยในการผลิต จึงจะทำให้บทเรียนที่พัฒนามีประสิทธิภาพและคุณภาพ

2. การวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เงินทุนสูง เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนต้องมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการผลิตนาน สิ่งต่างๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงและวางแผนก่อนดำเนินการผลิต เพราะปัจจัยดังกล่าว จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและคุณภาพของบทเรียน

3. ควรมีการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนจากสื่ออื่นๆ เช่น ชุดทดลอง วีดิทัศน์ หรือการสอนในรูปแบบต่างๆ

4. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องนี้ต่อไป ในด้านเทคนิคการนำเสนอให้เป็นระบบสื่อประสม (Multimedia) ที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนมากขึ้น เพื่อให้บทเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลธร สิงห์ปรุ. (2541). *การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

กรรณิการ์ อัฐมโนลาภ. (2540). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่1 ระหว่างวิธีสอนแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนแบบบรรยาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). *หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).* พิมพ์ครั้งที่2. กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2533,10สิงหาคม). *คำสั่งที่ วก827/2539 เรื่องเพิ่มเติมเนื้อหาวิชาโครงสร้างวิชาและปรับเงื่อนไขการเรียนวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช2542 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533).*

กิดานัน มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษา.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์. (2528). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชม ภูมิภาค. (2543). "เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา," *เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา.* 7(1) : 15-23.

ชมรมอาสาสมัครเพื่อให้ความช่วยเหลือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ประชาชน(อชวท.)และมูลนิธิอรุณสรเทศน์. (2537). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการใช้งานระบบ Multimedia).* กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. อัดสำเนา.

ช่วงโชติ พันธุเวช. (เมษายน – มิถุนายน 2534). "บทเรียนคอมพิวเตอร์," *จันทรเกษม.* (ฉบับที่ 217) : 16-24.

ชาตรี จำปาศรี. (2540). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเรื่องการใช้มัลติมิเตอร์ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ชูเกียรติ ธีระนิติกุล. (2543). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสื่อประสมเรื่อง "ปรากฏการณ์เรือนกระจก" สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(วิทยาศาสตร์ศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2541). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย.* กรุงเทพฯ : เทพนิมิตการพิมพ์.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2526). *เทคโนโลยีทางการศึกษา:หลักการและแนวปฏิบัติ.* กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และ สุดา สินสกุล. (2520). *ระบบสื่อการสอน.* กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัชชา จองธุระกิจ. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องการพิมพ์สกรีน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ณัฏฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถนอมพร เลหจรัสแสง. (2542). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : วงกมลโพรดักชั่น.

ทศพล วงศ์อุดมและนิคมใจซื่อ. (2537). *ฟิสิกส์ ม6 เล่ม6 ว025.* กรุงเทพฯ : พัฒนาศึกษา.

ทองแท่ง ทองลิ่ม. (2541). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์สื่อปฏิสัมพันธ์วิชาเทคนิคก่อสร้างเรื่องโครงสร้างหลังคาตามหลักสูตรวิทยาลัยครู ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2536.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ทักษิณา สวนานนท์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

ธวัชชัย งามสันติวงศ์. (2540). *หลักการพัฒนางานคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย.* กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬา.

นพคุณ รุ่งเรืองศิริพันธ์. (กพ.2534). "มุกดาCAIสำเร็จรูปของคนไทย," *คอมพิวเตอร์รีวิว.* 8(78) : 187-189.

นรินทร์ เนาวประทีป. (2536). *ฟิสิกส์ ม6 เล่ม2 ว025.* กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

นิตยา กาญจนวรรณ. "การใช้คอมพิวเตอร์," *วารสารรามคำแหง.* 9(มนุษยศาสตร์1).

นิพนธ์ ศุขปรีดี. (2519). *นวกรรมเทคโนโลยีการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

นิพนธ์ ศุภศรี. (2537). *TEACH:ระบบสร้างบทเรียนด้วยตนเองบนไมโครคอมพิวเตอร์.* วิทยานิพนธ์ วทม. (วิทยาการคอมพิวเตอร์). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ถ่ายเอกสาร.

บุญสืบ พันธ์ดี. (2537). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

บุรณะ สมชัย. (2536). *รายงานผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู-อาจารย์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.* กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ประกายวรรณ์ มณีแจ่ม. (2536). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่5ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของสสวท.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ประวิทย์ บึงสว่าง. (2537). *การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองสถานการณ์ในการวิเคราะห์สรุปผลการทดเรื่องปฏิกริยาเคมี.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ประหยัด จิระวรพงศ์. (2527). *หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา.* พิษณุโลก : คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.

ผดุง อารยะวิญญู. (2521). *ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่6. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิทยา ไชยมงคล. (2533). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเวลาเรียนเฉลี่ยในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2539). "ระบบการเรียนการสอน IMCAI," *เทคโนโลยีการศึกษา.* 3(3) : 43-57.

ไพโรจน์ เบาใจ. (2520). *คู่มือการเขียนบทเรียนโปรแกรม*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2534). *ฟิสิกส์2*. พิมพ์ครั้งที่3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มณฑล อนันตรศิริชัย. (2543). *การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.(การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

มาลี นิสสัยสุข. (2535). *เอกสารคำสอนรายวิชาหลักการสอน*. กรุงเทพฯ : ภาคหลักสูตรและการสอนคณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.

รัชนีวรรณ อิ่มสมัย. (2542). *การพัฒนาบทเรียนเรื่องไฮเปอร์มีเดียเรื่อง"ความสัมพันธ์" ชั้นมัธยมปีที่4*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

รัฐการ คุรุจิติ. (2539). *ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์ ระหว่างการเรียนแบบเดี่ยวกับแบบจับคู่ร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ล้วนและอังคณา สายยศ. (2539) . *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

วารินทร์ รัศมีพรหม. (2531). *สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย*. โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

----------. (2542). *การออกแบบและพัฒนาระบบการสอน*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิภาภรณ์ อิ่มอารมย์.(2544). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง"ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก"* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

วิรัช วรรณรัตน์. (2539). *การวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีระ ไทยพานิช. (2529). *57 วิธีสอน*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันเพ็ญ เขียนเอี่ยม. (2539). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบไฮเปอร์มีเดียในการสอนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.* วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.

ยืน ภู่วรวรรณและประภาส จงสถิตย์วัฒนา. (พย.2529). "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอนฟิสิกส์," *วิทยาศาสตร์.* 40(11) : 563-570.

สานิตย์ กายาผาด. (2542). *การเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

----------. (2539). *รูปแบบของไฮเปอร์เทกซ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิผลทางการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีทางการศึกษา) . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2526). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : สสวท.

-------. (2536). *คู่มือครูวิชาฟิสิกส์เล่ม6 ว025.* กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

-------. (2536). *หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์เล่ม6 ว025.* กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

-------. (2542). *หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์เล่ม5 ว029* กรุงเทพฯ : คุรุสภา.

-------. (2543). *บันทึกการประชุม 18กุมภาพันธ์ 2543 เรื่องการทำCD-ROM.* กรุงเทพฯ : สสวท.

สมบูรณ์ สงวนญาติ. (2534). *เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

สมปราถนา วงศ์บุญหนัก. (2541). *การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏการณ์คลื่น.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สมหวัง คุรุรัตน. (2539). *เอกสารคำสอนการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน.* กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2543). *ข้อเสนอนโยบายการปฏิรูปวิชาชีพครูตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ.* กรุงเทพฯ : วัฒนพานิชสำราญราษฎร์.

สุโขทัยธรรมาธิราช. (2537). *เทคโนโลยีและสื่อการสอน หน่วยที่5-8.* พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ : สุโขทัยธรรมาธิราช.

สุนีย์ เหมะประสิทธ์. (2537). *เอกสารประกอบการสอนวิชาปถ.511:การพัฒนาหลักสูตรและการสอนในระดับประถม*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุนันทา มนัสมงคล. (2542). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนอเนกทัศน์เรื่องมรดกทางพันธุกรรมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตรศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. (2527). *ทฤษฎีการวัดและการประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

อดิชาติ บ้วนกียาพันธุ์. (2537). *ฟิสิกส์ ม6 เล่ม6 ว025*. กรุงเทพฯ : ภูมบัณฑิต.

อนันต์ ศรีโสภา. (2522). *ทฤษฎีการวัดและการทดสอบ*. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อรพันธุ์ ประสิทธิรัตน์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : คราฟแมนเพรส.

อิสสรี อิสรธำรง. (2541). *ผลการใช้มัลติมีเดียในการศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการคุมจราจรทางอากาศ*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

ฮากีม พงษ์ยี่หล้า. (2540). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องไฟฟ้าเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2*. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. ถ่ายเอกสาร.

Alessi, Stephen M. (1984). "Designing Effective Computer Assisted Instruction," in *The American Biology Teacher*. 45(3) : 146.

David, Stasz Cathleen. (1990). "An Intelligent Tutor for Basic Algebra," Santa Monica : California. Dissertation Abstracts International.

Dence, Marie. (1980). "Toward Defining the Role of CAI:A Review," *Educational Technology*. 20(5) : 50-54.

Gagne, Robert M. and Leslie, Briggs J. (1974). *Principles of Instructional Design*. New York : Holt, Rinehart @ Winton.

Hick, Bety Jane. (1996). "The Students Matery of Basic Mathematics skill:A Comparison of Two Instructional (Computer-Assisted Instruction, Lecture, Drill and Practice)," *Dissertation Abstracts International.* Christopher New Port University : 1380604-A.

Johnson, Roger T., Johnson, David W. and Stanne, Marry Beth. (1985, December). "Effects of Cooperative, Competitive and Individuallistic Goal Structures on Computer Assisted Instruction," *Journal of Educationnal Psychology.* 77(6).

Kemp, Jerold E. (1985). *Planning and Producing Instructional Media.* 5th ed. New York : Harper-row Publisher.

Leary, J.J. (1995). *Computer Simulated Laboratory Experiments and Computer Games: A Designer's Analysis' Proceeding of The Sixth IFIP Word Conference on Computer in Education.* Great Britain.

Leidig, Paul Marvin. (1992). *The Relationship Between Cognitive Styles and Mental Maps in Hypertext Assisted Learning.* Doctor's Thesis Virginia Commonwealth University. Photocopied.

Levacov, Marilia. (1994). *From Printed to Electronic:A Case Study of 'NAUTILUS' CD-ROM Interactive Magazine (Optical Publishing).* Boston University : 940P.

Sippl, Charles J. (1981). *Microcomputer Dictionary.* 2nd ed. Indianapolis, Indiana : Howard W. Sams.

Spencer, Donald D. (1977). *Computer Dictionary.* 2nd ed. Florida : Camelot Publishing Company.

Young, Shaw-Ching. (1997). *A Study of Learners Interractions with and Perceptions of A CD-ROM Based Instructional Program on Interactive Writing Z CD-ROM Multimedia Americrops.* The Ohio State University. 2985P.

Wade, Wilna Jean. (1995). "The Effects of Traditional Instruction Laboratory Experiences, and Computer-Assisted Instruction on Ninth-Grade Biology Students' Science Process Skills Achievent," *Proquest-Dissertation Abstracts.* 56(03) : 816.

Zinn, K.L. (1976). "Computer-Assisted Instruction (CAI)," *Encyclopedia of Computer Science*. 268-270.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ
- ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์
- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน
- ใบคำถาม-คำตอบ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญญานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปราโมทย์ ฉลูกัลป์
   ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ จักรชัย ลัชชานนท์
   ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ราม ติวารี
   สาขาฟิสิกส์ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. อาจารย์ ณัฐ น้อยสวัสดิ์
   สาขาการออกแบบสื่อสาร คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์ นรินทร์ แก้วมงคลสุข
   หมวดคอมพิวเตอร์ โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร

ที่ ทม 1012/ |๐๑๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน อธิการโรงเรียนเซนต์คาเบรียล

สิ่งที่ส่งมาด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์

เนื่องด้วย นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์นรินทร์ แก้วมงคลสุข เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ [illegible] **วันที่** ๔ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ณัฐ น้องสวัสดิ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/ 108

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แบบสอบถาม และบทเรียนคอมพิวเตอร์

เนื่องด้วย นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ราม ดิวารี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความคิดเห็น และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644
โทรสาร. 258-4119

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. 5726, 5644

ที่ ทม 1012/ |๑๖ **วันที่** ๒ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบ แบบสอบถาม และบทเรียนคอมพิวเตอร์

เนื่องด้วย นางสาวอัญชฎา พัวไพบูลย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปราโมทย์ ฉลูทัลปี และ อาจารย์จักรชัย ล้ำชานนท์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก แบบสอบถามความคิดเห็น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวอัญชฎา พัวไพบูลย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม 1012/1074

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

11 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย ปทุมธานี

เนื่องด้วย นางสาวอัญชฎา พัวไพบูลย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้ห้องคอมพิวเตอร์ ทดลองสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 5 จำนวน 9 คน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2545

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอัญชฎา พัวไพบูลย์ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644
โทรสาร. 258-4119

ที่ ทม 1012/1077

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

11 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความร่วมมือเพื่อการวิจัย

เรียน อธิการโรงเรียนเซนต์คาเบรียล

เนื่องด้วย นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้นิสิตมีความจำเป็นต้องเก็บข้อมูลเพื่อพัฒนาเครื่องมือการวิจัย โดยขออนุญาตใช้ห้องคอมพิวเตอร์ ทดลองสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ชั้นปีที่ 5 จำนวน 30 คน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2545

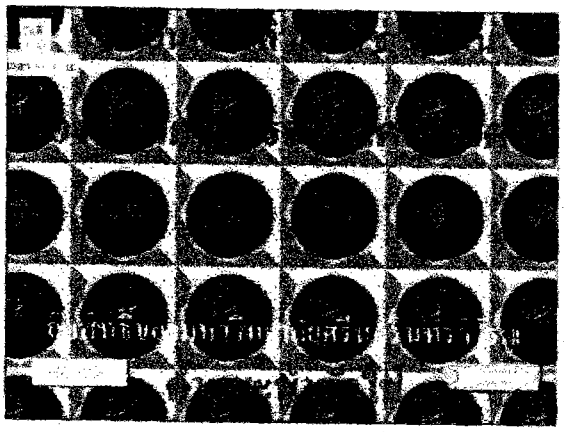
จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นางสาวอัญชฎา หัวไพบูลย์ ได้เก็บข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

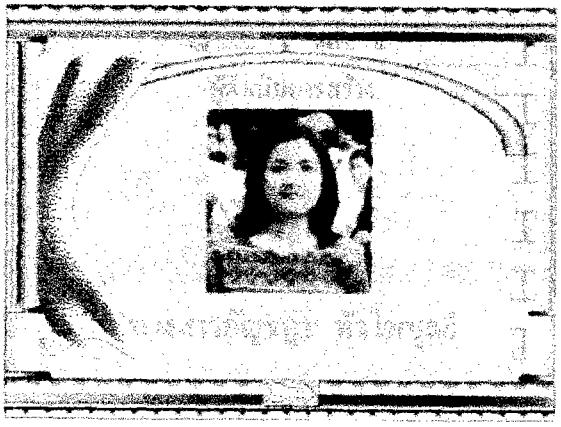
ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์นภาภรณ์ หะวานนท์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

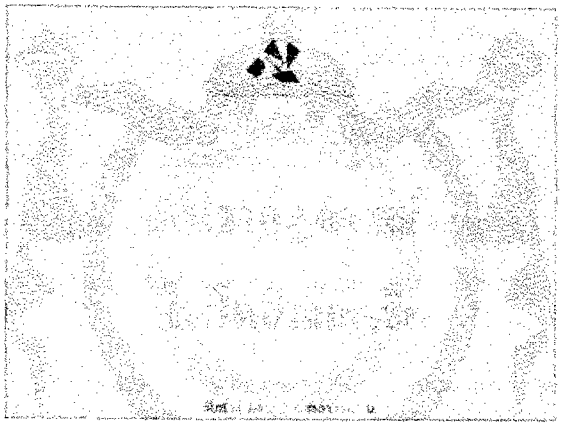
สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 664-1000 ต่อ 5726, 5644
โทรสาร. 258-4119

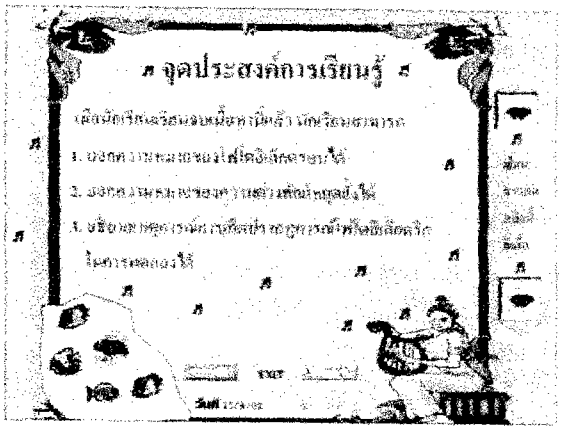
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



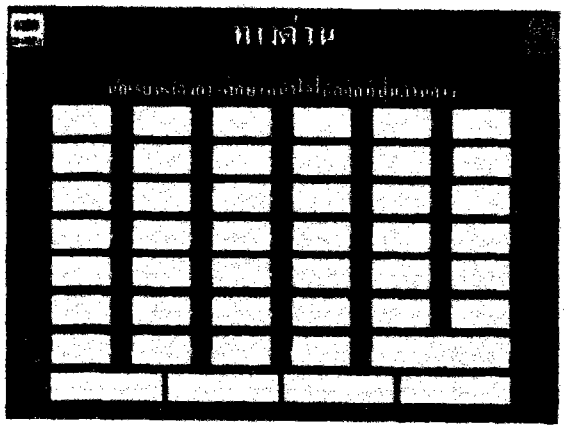


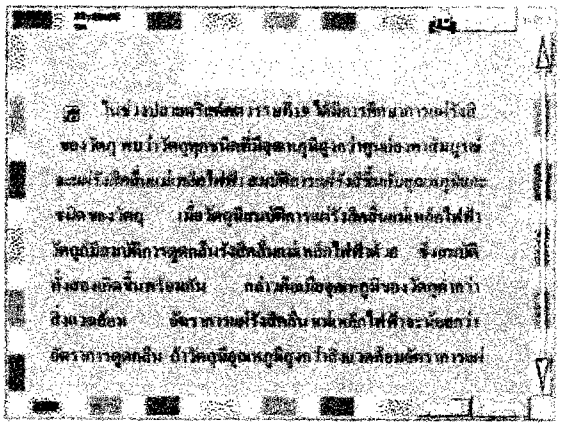
อาจารย์ที่ปรึกษา

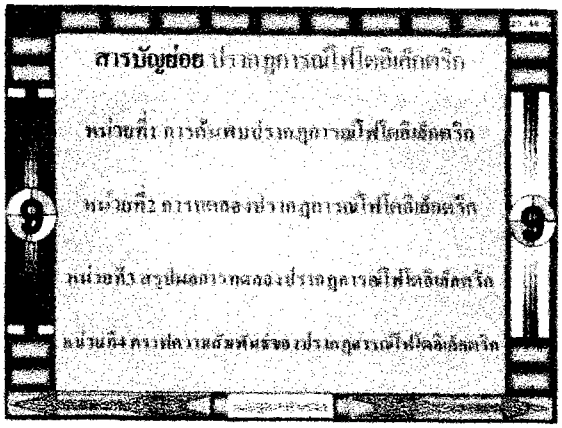


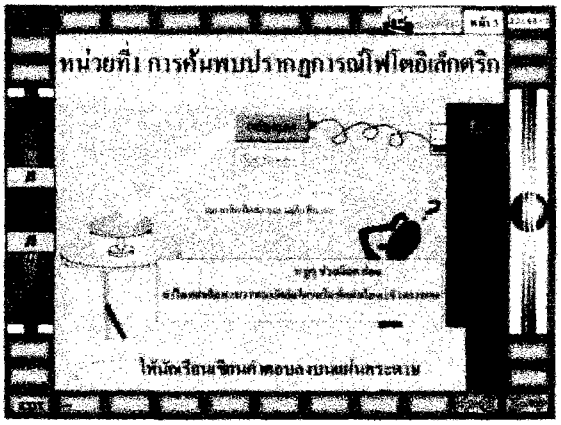

จุดประสงค์การเรียนรู้

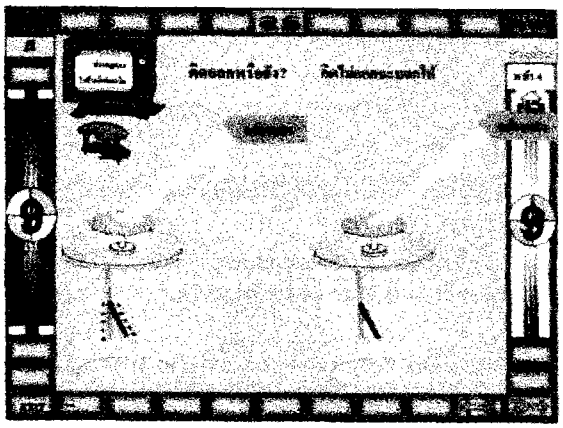
ความรู้พื้นฐาน
ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กทริก
แบบฝึกหัด
ความรู้เพิ่มเติม

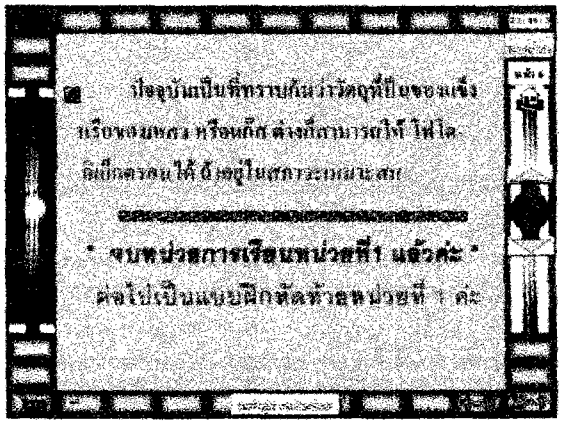

แบบทดสอบ

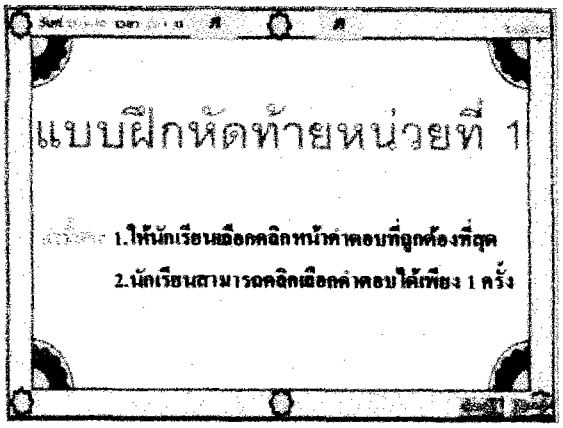


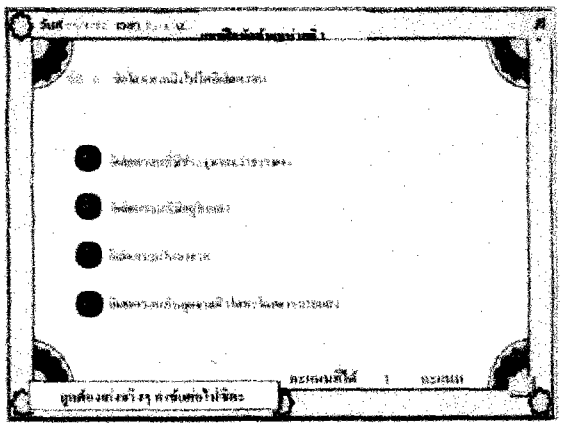

สารบัญย่อย ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก
หน่วยที่1 การค้นพบปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก
หน่วยที่2 การทดลองปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก
หน่วยที่3 สรุปผลการทดลองปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก
หน่วยที่4 การนำความรู้ปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก


หน่วยที่1 การค้นพบปรากฏการณ์ไฟโตอิเล็กตริก
ให้นักเรียนศึกษาตอบลงบนแผ่นกระดาษ

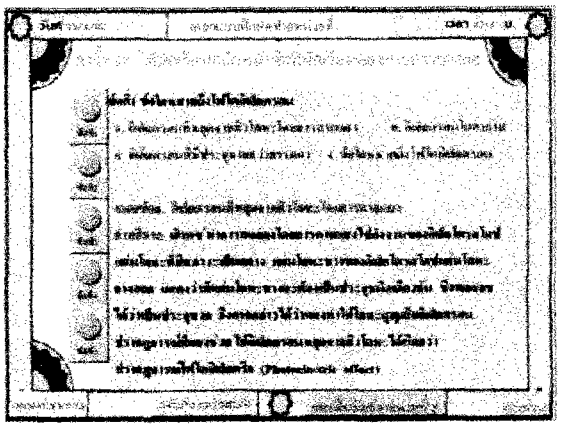

คิดออกหรือยัง? คิดไม่ออกกระแนกไป

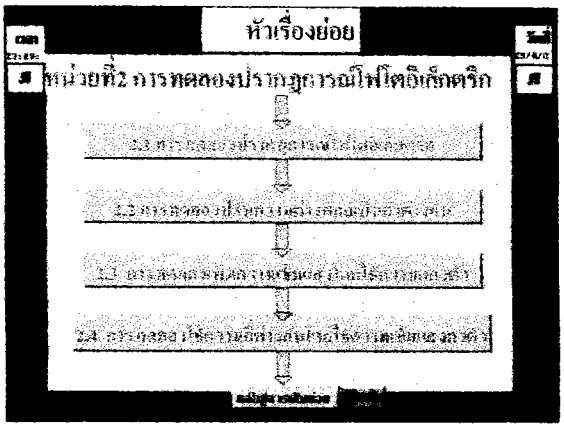

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันว่าวัตถุที่เป็นของแข็ง
แร็งหลายชนิด หรือแก๊ส ต่างก็สามารถให้ โฟโต
อิเล็กตรอนได้ อยู่ในสภาวะแก๊สและ
" จบหน่วยการเรียนหน่วยที่1 แล้วค่ะ "
ต่อไปเป็นแบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1 ค่ะ

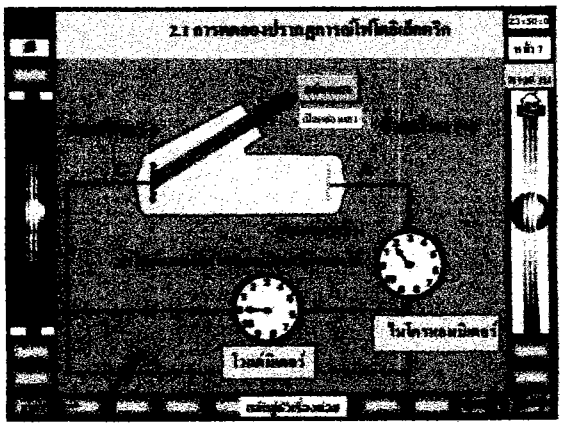

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 1
1.ให้นักเรียนเลือกคลิกหน้าคำตอบที่ถูกต้องที่สุด
2.นักเรียนสามารถคลิกเลือกคำตอบได้เพียง 1 ครั้ง

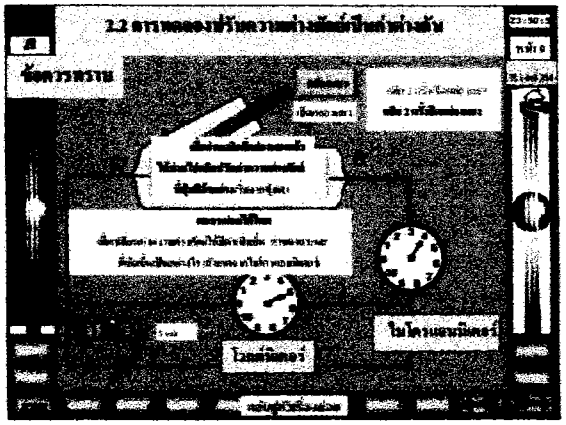


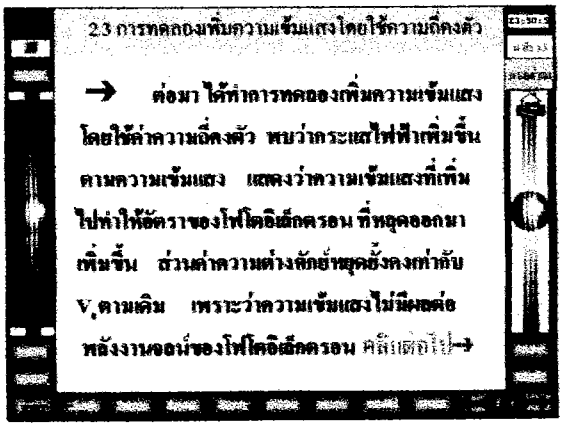
คะแนนที่ทำได้ 3 คะแนน
60
คะแนนที่ทำได้อยู่ในระดับ C

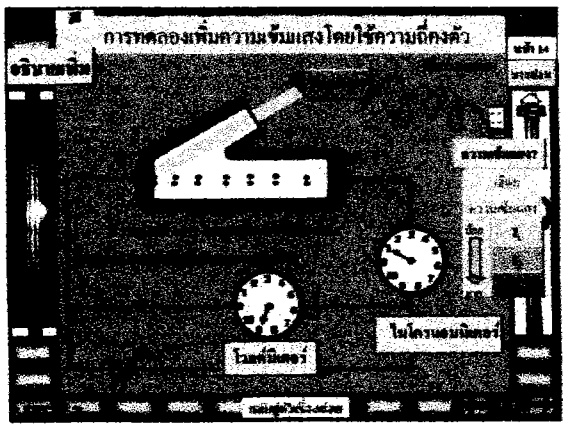


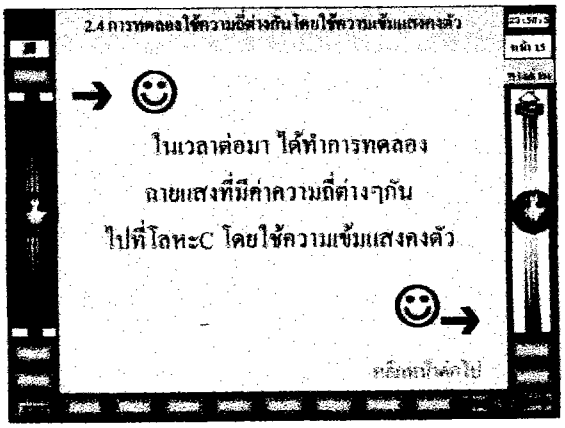

หัวเรื่องย่อย
หน่วยที่2 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก


2.1 การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
โวลต์มิเตอร์
ไมโครแอมมิเตอร์

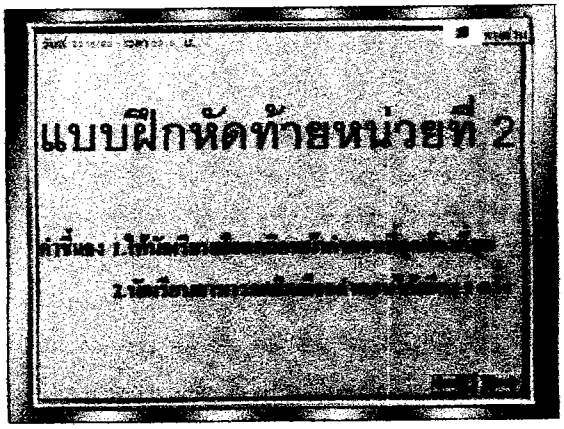

2.2 การทดลองเปรียบความต่างศักย์หยุดกับความถี่
จุดประสงค์
โวลต์มิเตอร์
ไมโครแอมมิเตอร์


2.3 การทดลองเพิ่มความเข้มแสงโดยใช้ความถี่คงตัว
→ ต่อมา ได้ทำการทดลองเพิ่มความเข้มแสง โดยใช้ค่าความถี่คงตัว พบว่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความเข้มแสง แสดงว่าความเข้มแสงที่เพิ่มไปทำให้อัตราของโฟโตอิเล็กตรอน ที่หลุดออกมาเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความต่างศักย์หยุดยังคงค่าเดิม เพราะว่าความเข้มแสงไม่มีผลต่อพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน คลิกเพื่อไป→


การทดลองเพิ่มความเข้มแสงโดยใช้ความถี่คงตัว
จุดประสงค์
โวลต์มิเตอร์
ไมโครแอมมิเตอร์


2.4 การทดลองใช้ความถี่ต่างกันโดยใช้ความเข้มแสงคงตัว
ในเวลาต่อมา ได้ทำการทดลอง
ฉายแสงที่มีค่าความถี่ต่างๆกัน
ไปที่โลหะC โดยใช้ความเข้มแสงคงตัว

การทดลองใช้ความถี่ต่างกันโดยใช้ความเข้มแสงคงตัว
เปลี่ยนความถี่
ไมโครแอมมิเตอร์


แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่ 2

หัวเรื่องย่อย

หน่วยที่3 สรุปผลการทดลอง ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

EXIT

EXIT

1.พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน ไม่ขึ้นกับความเข้มแสง แต่ขึ้นกับความถี่ของแสง โดยเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความถี่ของแสง และถ้าแสงมีความถี่ต่ำกว่าความถี่ขีดเริ่มจะ ไม่มีโฟโตอิเล็กตรอนเกิดขึ้น

2.ถ้าแสงมีความถี่สูงกว่าความถี่ขีดเริ่ม จำนวน

EXIT

EXIT

ในปี พ.ศ. 2448 ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) ได้เสนอทฤษฎีโฟตอนของแสงเพื่ออธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกให้เป็นผลสำเร็จโดยอาศัยแนวคิดพื้นฐานของพลังค์ที่อธิบายการแผ่รังสีจากวัตถุดำไอน์สไตน์เสนอว่าแสงมีธรรมชาติเป็นอนุภาค หรือควอนตัมของพลังงาน และเรียกอนุภาคหรือ ควอนตัมของพลังงานนี้ว่า โฟตอน (photon) พลังงานของโฟตอนแต่ละอนุภาคมีค่าเท่ากับ hf

คลิกหน้าต่อไปครับ ➔

EXIT

ถ้าโฟตอนกระทบผิวโลหะ มันจะถ่ายโอนพลังงาน hf ให้กับอิเล็กตรอนของโลหะ โดยโฟตอน 1 ตัว จะถ่ายโอนพลังงานให้อิเล็กตรอนได้เพียง1 ตัว เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากโฟตอนแล้ว อิเล็กตรอนจะหลุดออกจากผิวโลหะ ได้มันจะต้องใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง (เท่ากับพลังงาน

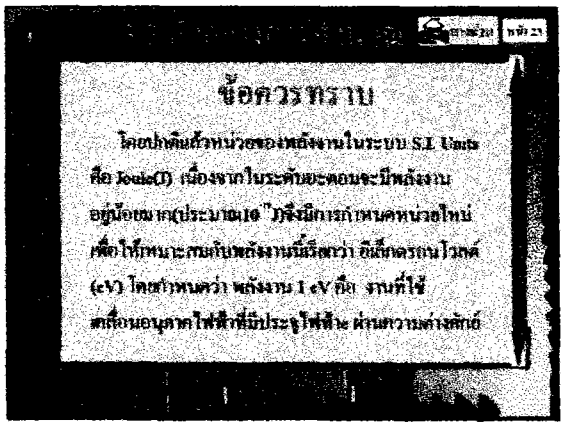
EXIT

3.2 สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

1.แสงประกอบด้วยอนุภาคของพลังงานเรียกว่า ควอนตัมของพลังงาน

2.แสงแต่ละอนุภาคมีพลังงานเท่ากับ hf เรียกว่า โฟตอน

3.การถ่ายเทพลังงานแสง(โฟตอน) ให้กับ

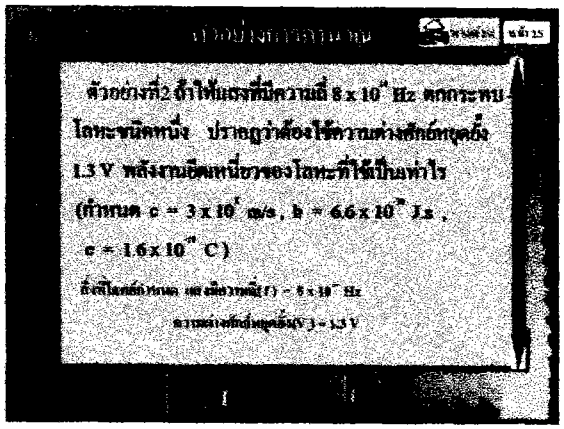


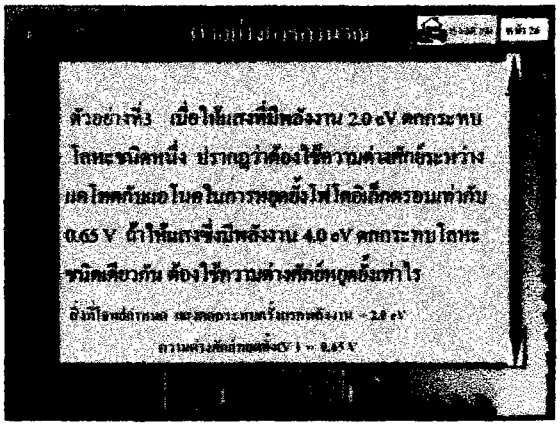
ข้อควรทราบ

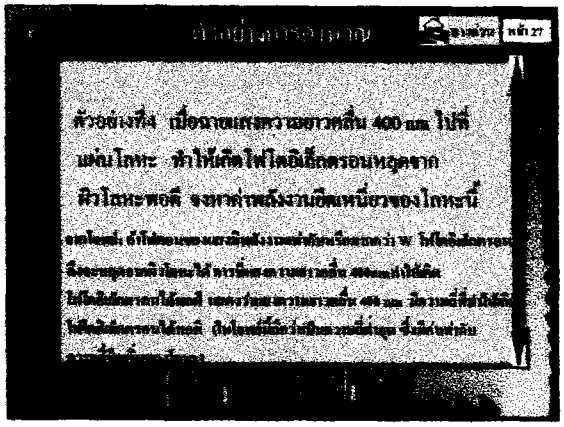
โดยปกติหน่วยของพลังงานในระบบ S.I Units คือ Joule(J) เนื่องจากในระดับอะตอมจะมีพลังงานอยู่น้อยมาก(ประมาณ 10^{-19} J)จึงมีการกำหนดหน่วยใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับพลังงานนี้เรียกว่า อิเล็กตรอนโวลต์ (eV) โดยกำหนดว่า พลังงาน 1 eV คือ งานที่ใช้เคลื่อนอนุภาคไฟฟ้าที่มีประจุไฟฟ้าผ่านความต่างศักย์

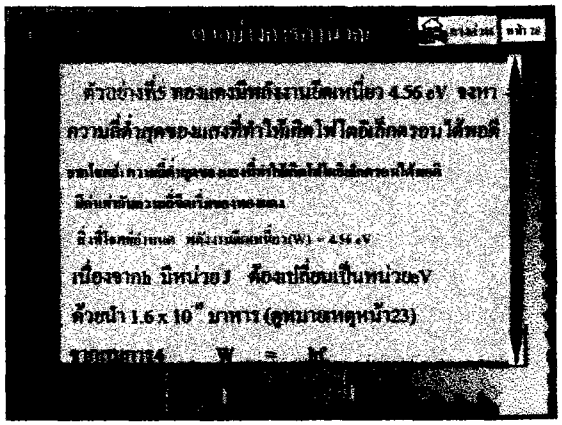
ตัวอย่างที่ โลหะชนิดหนึ่งมีค่าพลังงานยึดเหนี่ยว 2.0 eV ถ้าแสงความยาวคลื่น 100 nm มากระทบ พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนเป็นเท่าไร ($h = 6.6 \times 10^{-34}$ J.s)

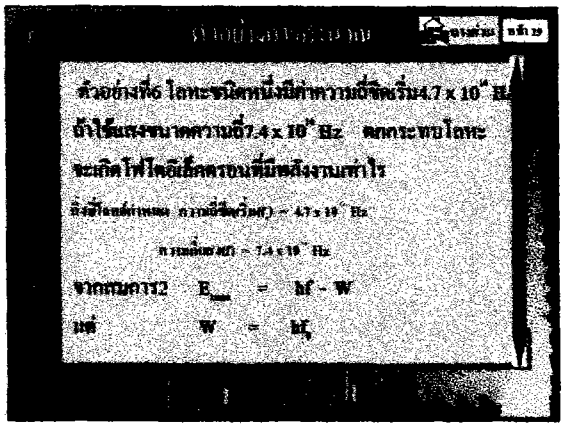
จากสมการ $E_{max} = hf - W$

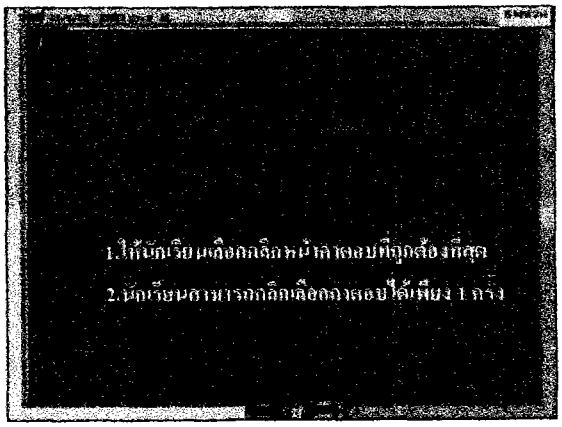

ตัวอย่างที่2 ถ้าให้แสงที่มีความถี่ 8 x 10^14 Hz ตกกระทบ
โลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้ง
1.3 V พลังงานยึดเหนี่ยวของโลหะที่ใช้เป็นเท่าไร
(กำหนด c = 3 x 10^8 m/s , h = 6.6 x 10^-34 J.s ,
e = 1.6 x 10^-19 C)

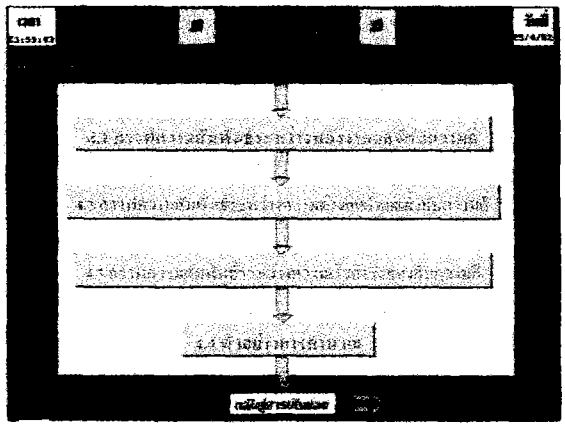

ตัวอย่างที่3 เมื่อให้แสงที่มีพลังงาน 2.0 eV ตกกระทบ
โลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์ระหว่าง
แคโทดกับแอโนดในหลอดหยุดยั้งโฟโตอิเล็กตรอนเท่ากับ
0.65 V ถ้าให้แสงซึ่งมีพลังงาน 4.0 eV ตกกระทบโลหะ
ชนิดเดียวกัน ต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่าไร

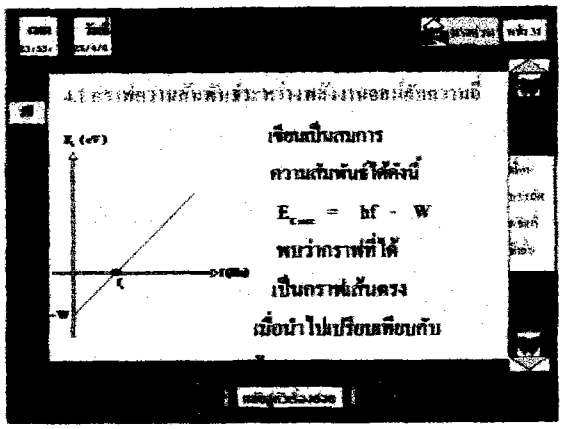

ตัวอย่างที่4 เมื่อฉายแสงความยาวคลื่น 400 นาโน ไปที่
แผ่นโลหะ ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนหลุดจาก
ผิวโลหะพอดี จงหาค่าพลังงานยึดเหนี่ยวของโลหะนี้


ตัวอย่างที่5 ทอมสันมีพลังงานยึดเหนี่ยว 4.56 eV จงหา
ความถี่ต่ำสุดของแสงที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนได้พอดี
เนื่องจาก b มีหน่วย J ต้องเปลี่ยนเป็นหน่วยeV
ด้วยค่า 1.6 x 10^-19 มาหาร (ดูหมายเหตุหน้า23)


ตัวอย่างที่6 โลหะชนิดหนึ่งมีความถี่เริ่มต้น4.7 x 10^14 Hz
ถ้าให้แสงความถี่7.4 x 10^14 Hz ตกกระทบโลหะ
จะเกิดโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานเท่าไร
จากสมการ2 E_max = hf - W
แต่ W = hf_0


1.ให้นักเรียนคลิกคลิกเม้าส์ตรงจอที่ถูกต้องที่สุด
2.นักเรียนสามารถคลิกคลิกตรงจอได้เพียง 1 ครั้ง




เขียนเป็นสมการ
ความสัมพันธ์ได้ดังนี้
E_max = hf - W
พบว่ากราฟที่ได้
เป็นกราฟเส้นตรง
เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับ

4.2กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยิ่งกับความถี่

จากสมการ $E_{k\,max} = hf - W$

เนื่องจาก $E_{k\,max} = eV_0$

เขียนใหม่ $eV_0 = hf - W$

นำ e หารตลอดจะได้

$V_0 = \frac{h}{e}f - \frac{W}{e}$

พบว่ากราฟที่ได้

4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วคำลังสองกับความถี่

จากสมการ $E_{k\,max} = hf - W$

เนื่องจาก $E_{k\,max} = \frac{1}{2}mv^2$

เขียนใหม่ $\frac{1}{2}mv^2 = hf - W$

นำ $\frac{2}{m}$ คูณตลอดจะได้

$v^2 = \frac{2}{m}hf - \frac{2}{m}W$

ตัวอย่างที่ จากผลการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก สามารถเขียนกราฟระหว่างศักย์หยุดยิ่งกับความถี่ของแสงดังรูป ค่านิจของแพลงค์คำนวณจากกราฟได้เท่าไร

เมื่อพิจารณาสามเหลี่ยม

ตัวอย่างที่ ในการศึกษาปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกของโลหะชนิดหนึ่ง สามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนกับความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ตกกระทบผิวโลหะดังรูป ถ้าให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่ $6 \times 10^{}$ Hz ตกกระทบผิวโลหะนี้ โฟโต-

ตัวอย่างที่10 จากผลการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก เขียนเป็นกราฟระหว่างความเร็วคำลังสองกับความถี่ของแสงได้ดังรูป พลังงานยึดเหนี่ยวมีค่าเท่าไร

กำหนด $m_e = 9.1 \times 10^{}$ kg

$h = 6.6 \times 10^{}$ J.s

แทนรูป $V = 3 \times 10^{}$ m/s

$f = 2 \times 10^{}$ Hz

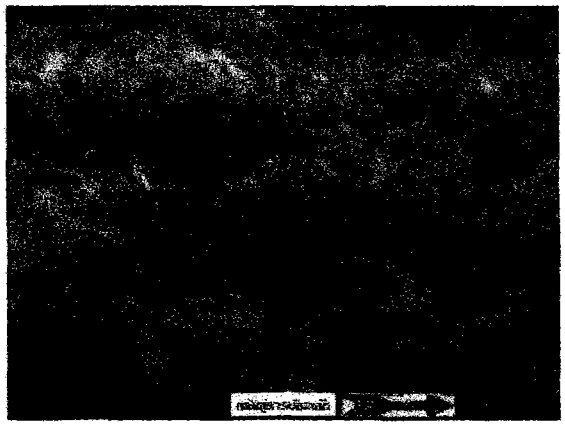
ความสัมพันธ์ระหว่าง

จบหน่วยการเรียนหน่วยที่4 แล้วนะ

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยที่

คำชี้แจง 1.ให้นักเรียนเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

2.นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ข้อละ 1 ครั้ง



เฉลยคำตอบ

ข้อ 1 ให้นักเรียนพิจารณาข้อความเกี่ยวกับการเกิดโฟโตอิเล็กตรอนต่อไปนี้

ก. การทำงานของหลอดไฟฟ้าแบบต่างๆ

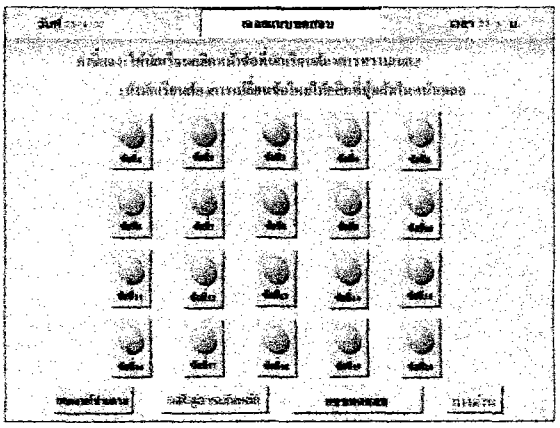
ข. หลักการทำงานของเครื่องรับโทรทัศน์

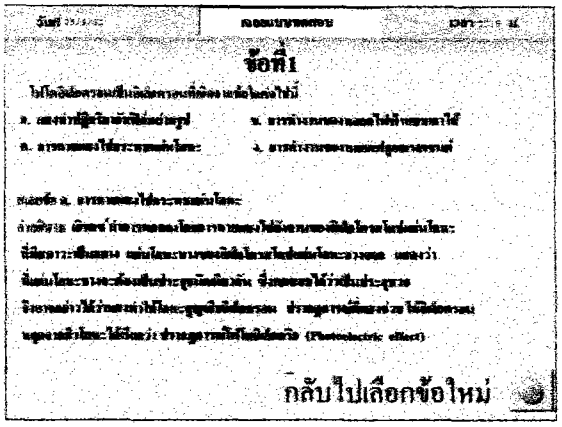
ค. การทำงานของไดโอดเปล่งแสง

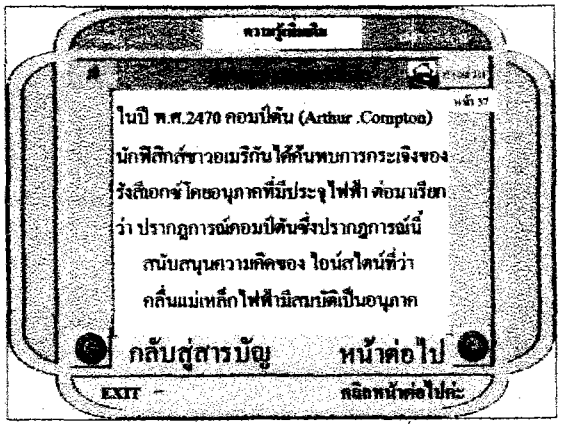
ง. การทำงานของเซลล์สุริยะ

คะแนนที่ได้ คะแนน

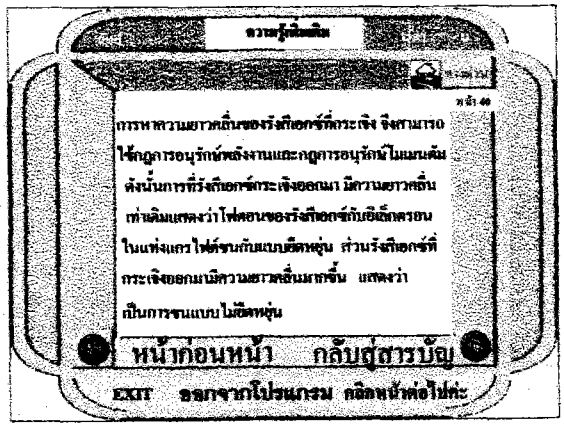
ผลคะแนนของคุณ
คะแนนที่ทำได้ 10 คะแนน
คิดเป็นร้อยละ 50
คะแนนที่ทำได้อยู่ในระดับ D



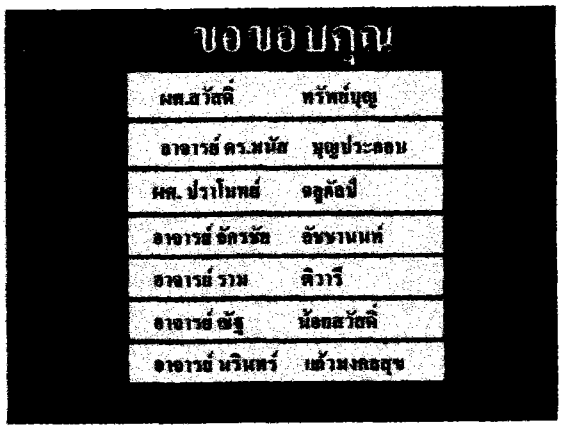

ข้อที่1
กลับไปเลือกข้อใหม่


ในปี พ.ศ.2470 คอมป์ตัน (Arthur .Compton)
นักฟิสิกส์ชาวอเมริกันได้ค้นพบการกระเจิงของ
รังสีเอกซ์โดยอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ต่อมาเรียก
ว่า ปรากฏการณ์คอมป์ตันซึ่งปรากฏการณ์นี้
สนับสนุนความคิดของ ไอน์สไตน์ที่ว่า
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีสมบัติเป็นอนุภาค
กลับสู่สารบัญ
หน้าต่อไป
EXIT
คลิกหน้าต่อไปค่ะ

คอมป์ตันพบว่า รังสีเอกซ์ที่กระเจิงออกจาก
แท่งแกรไฟต์ มีทั้งความยาวคลื่นเท่าเดิมและ
ความยาวคลื่นมากกว่าเดิม และพบว่ายิ่งรังสี
เอกซ์กระเจิงจากแนวเดิมมากความยาวคลื่น
ยิ่งมากขึ้น ผลการทดลองนี้ไม่สามารถอธิบาย
ได้ด้วยทฤษฎีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
หน้าก่อนหน้า
หน้าต่อไป
EXIT
คลิกหน้าต่อไปค่ะ


การหาความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์ที่กระเจิง จึงสามารถ
ใช้กฎการอนุรักษ์พลังงานและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม
ดังนั้นการที่รังสีเอกซ์กระเจิงออกมา มีความยาวคลื่น
เท่าเดิมแสดงว่าโฟตอนของรังสีเอกซ์กับอิเล็กตรอน
ในแท่งแกรไฟต์ชนกันแบบยืดหยุ่น ส่วนรังสีเอกซ์ที่
กระเจิงออกมามีความยาวคลื่นมากขึ้น แสดงว่า
เป็นการชนแบบไม่ยืดหยุ่น
หน้าก่อนหน้า
กลับสู่สารบัญ
EXIT
ออกจากโปรแกรม
คลิกหน้าต่อไปค่ะ

ขอขอบคุณ


ขอขอบคุณ
ผศ.สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ
อาจารย์ ดร.พนัส บุญประดอง
ผศ. ปราโมทย์ อลูลัยบ์
อาจารย์ อัครชัย อัษฎานนท์
อาจารย์ รวม ดิวารี
อาจารย์ ชัญ น้อยสวัสดิ์
อาจารย์ นรินทร์ แก้วมงคลสุข

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัย จำนวน 20 ข้อ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงในคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุด

นักเรียนสามารถบอกความหมายของโฟโตอิเล็กตรอนได้

1. โฟโตอิเล็กตรอนเป็นอิเล็กตรอนที่เกิดจากข้อใดต่อไปนี้

   ก. แสงทำปฏิกริยากับฟิล์มถ่ายรูป ข. การทำงานของหลอดไฟฟ้าแบบเผาไส้

   ค. การฉายแสงไปกระทบแผ่นโลหะ ง. การทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

นักเรียนสามารถบอกความหมายของความต่างศักย์หยุดยั้งได้

2. ข้อใดหมายถึงความต่างศักย์หยุดยั้งในการทดลองโฟโตอิเล็กตริก

   ก. ความต่างศักย์ที่พอดีทำให้กระแสในวงจรหยุดไหล

   ข. ความต่างศักย์ที่ทำให้โฟโตอิเล็กตรอนหยุดการเคลื่อนที่

   ค. พลังงานที่ต้านการเคลื่อนที่ของโฟโตอิเล็กตรอน

   ง. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน

นักเรียนสามารถอธิบายเหตุการณ์การเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในการทดลองได้

3. ข้อใดต่อไปนี้ที่กล่าวถึงปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก**ไม่ถูก**ต้อง

   ก. ค่าของกระแสขึ้นอยู่กับจำนวนโฟโตอิเล็กตรอน

   ข. การเพิ่มความต่างศักย์เพื่อพิ่มจำนวนโฟโตอิเล็กตรอน

   ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้กระแสเป็นศูนย์คือศักย์หยุดยั้ง

   ง. พลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอนเท่ากับผลต่างของพลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้กระแสเป็นศูนย์

4. ข้อใดต่อไปนี้ที่กล่าวถึงปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก**ไม่ถูก**ต้อง

   ก. โฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดทุกครั้งที่มีแสงกระทบผิวโลหะ

   ข. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับความถี่ของแสงที่มากระทบ

   ค. โลหะต่างชนิดกันต้องใช้ความถี่แสงต่างกันในการทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน

   ง. ความเข้มแสงมีผลต่อค่ากระแสในโฟโตเซล

5. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าใด

   1. ความเข้มแสง 2. ความยาวคลื่นแสง 3. ความถี่แสง 4. ความเร็วแสง

   ข้อใดถูกต้อง

   ก. ข้อ1 และข้อ2 ข. ข้อ1 และข้อ3 ค. ข้อ2 และข้อ3 ง. ข้อ1 และข้อ4

นักเรียนสามารถบอกความหมายของความถี่ขีดเริ่มได้

6. ข้อใดหมายถึงความถี่ขีดเริ่มในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

   ก. ความถี่ของโฟโตอิเล็กตรอน

   ข. ความถี่ของแสงที่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน

   ค. ความถี่ที่ทำให้โฟตอนมีพลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว

   ง. ถูกทุกข้อ

นักเรียนสามารถบอกความหมายของโฟตอนและฟังก์ชันงานได้

7. ฟังก์ชันงานของโลหะหมายถึงข้อใด

   ก. พลังงานระหว่างโลหะกับอิเล็กตรอน ข. พลังงานสูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน

   ค. พลังงานที่โฟตอนให้กับโลหะ ง. พลังงานยึดเกาะระหว่างอะตอม

นักเรียนสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ความต่างศักย์หยุดยั้ง ความถี่แสง และฟังก์ชันงาน และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้

8. เมื่อฉายแสงสีแดงความถี่ 4×10^{14} HZ ไปยังโลหะชนิดหนึ่งความต่างศักย์หยุดยั้งสำหรับสีแดงเป็น 0.5 โวลต์ แต่ถ้าเปลี่ยนใช้แสงสีม่วงความถี่ 7.5×10^{14} HZ ฉายไปยังโลหะนั้นจะต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งเพิ่มมากขึ้น โลหะนั้นจะมีพลังยึดเหนี่ยวเท่าไร

   ก. 5.00 eV ข. 3.25 eV ค. 2.42 eV ง. 1.15 eV

9. โลหะสังกะสีมีพลังงานยึดเหนี่ยว 4.3 eV จะต้องใช้โฟตอนที่มีความถี่เท่าไร ส่องไปที่สังกะสีถึงจะเกิดโฟโตอิเล็กตรอน

   ก. 1.04×10^{15} Hz ข. 2.68×10^{15} Hz ค. 6.49×10^{15} Hz ง. 6.67×10^{15} Hz

10. เมื่อฉายแสงความยาวคลื่น 400 nm ไปที่โลหะA ที่มีพลังงานยึดเหนี่ยว 2.04 eV ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์เท่าไร

    ก. 0.95 eV ข. 1.05 eV ค. 3.09 eV ง. 5.13 eV

11. เมื่อให้แสงที่มีพลังงาน 2.00 eV กระทบโลหะชนิดหนึ่ง ปรากฏว่าต้องใช้ความต่างศักย์หยุดยั้ง 0.65 โวลต์ จึงจะเกิดโฟโตอิเล็กตรอน ถ้าใช้แสงที่มีพลังงาน 4.00 eV กระทบโลหะชนิดนั้นจะใช้ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่าไร

    ก. 0.65 V ข. 1.35 V ค. 2.00 V ง. 2.65 V

นักเรียนสามารถบอกได้ว่าแสงแสดงสมบัติเป็นอนุภาคได้จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

12. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. แสงประกอบด้วยกลุ่มของพลังงาน
2. แสงจึงมีสภาพเป็นอนุภาคไม่ใช่คลื่น

ข้อใดถูกต้อง

ก. ข้อ1 และข้อ2 ถูก และข้อ2 เป็นเหตุผลของข้อ1

ข. ข้อ1 และข้อ2 ถูก แต่ข้อ2ไม่ใช่เหตุผลของข้อ1

ค. ข้อ1 ถูก

ง. ข้อ2 ถูก

นักเรียนสามารถนำปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

13. โลหะชนิดหนึ่งมีค่าพลังยึดเหนี่ยว 4.56 eV ถ้าฉายแสงที่มีพลังงาน 4.56 eV ไปกระทบโลหะนั้นจะเกิดอะไรขึ้น

ก. จะเกิดโฟโตอิเล็กตรอนหลุดออกมาทันที ข. โฟโตอิเล็กตรอนจะไม่หลุดออกมา

ค. โฟโตอิเล็กตรอนจะหลุดออกมาเมื่อรับแสงนาน ๆ ง. ข้อมูลไม่เพียงพอ

14. ถ้าโฟตอนของแสงที่ให้กับโลหะมีพลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนียวของโลหะจะเกิดเหตุการณ์

1. ไม่มีอิเล็กตรอนหลุดจากโลหะ 2. ไม่มีกระแสไหลในวงจร
3. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนมีค่าสูงสุด 4. แผ่นโลหะจะให้โฟโตอิเล็กตรอน

ข้อใดถูกต้อง

ก.1,2,3 และ4 ข. 1,2 และ4 ถูก ค. 1 และ3 ถูก ง. 2 และ 4 ถูก

นักเรียนสามารถนำปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาอธิบายสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

15. ข้อใดหมายถึงพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน

ก. พลังงานของโฟตอนที่เหลือจากการทำลายพลังงานยึดเหนี่ยว

ข. พลังงานของโฟตอนกับพลังงานยึดเหนี่ยวรวมกัน

ค. พลังงานของโฟตอนที่ทำลายพลังงานยึดเหนี่ยว

ง. ถูกทุกข้อ

นักเรียนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและความถี่ของแสง มาอธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

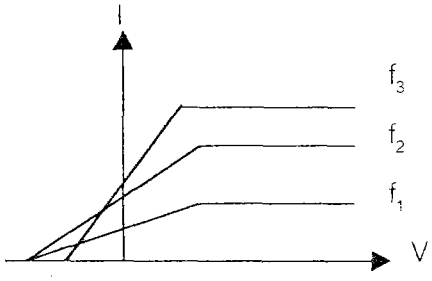
16. เมื่อฉายแสงที่มีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่ขีดเริ่มไปที่โลหะชนิดหนึ่ง ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ในข้อใด

ก. พลังงานยึดเหนี่ยวเพิ่มเป็น 2 เท่า ข. โฟโตอิเล็กตรอนเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

ค. ความต่างศักย์หยุดยั้งเพิ่มขึ้น 2 เท่า ง. พลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว

นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและความถี่ของแสงของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

17. เมื่อฉายแสงลำดับที่ 1, 2, และ 3 ซึ่งมีความถี่ f_1, f_2 และ f_3 และมีความเข้มแสง I_1, I_2 และ I_3 ตามลำดับปรากฏว่าได้กราฟความสัมพันธ์ดังรูป ข้อใดต่อไปนี้ กล่าวถูกต้อง



ก. แสงลำที่2 มีความถี่มากกว่าลำที่ 1

ข. แสงลำที่1 และลำที่2 มีสีเดียวกัน

ค. แสงลำที่3 มีความถี่มากที่สุด

ง. แสงลำที่1, 2 และ3 มีความเข้มแสงเท่ากัน

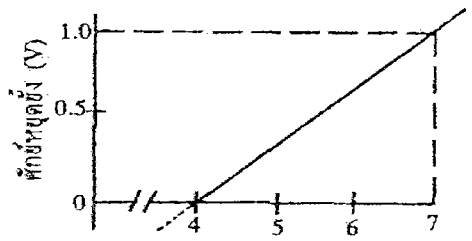
18. ในการทดลองโฟโตอิเล็กตริกเมื่อความถี่แสงที่ฉาย เพิ่มขึ้น ข้อใดกล่าว **ไม่ถูก**ต้อง

ก. ความต่างศักย์หยุดยั้งเพิ่มขึ้น ข. โฟโตอิเล็กตรอนมีพลังงานเพิ่มขึ้น

ค. โฟโตอิเล็กตรอนมีจำนวนเท่าเดิม ง. ความถี่ขีดเริ่มเพิ่มขึ้น

นักเรียนสามารถใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับความถี่แสง หาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

19. จากการทดลองโฟโตอิเล็กตริก ได้กราฟระหว่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่ของแสงดังรูป ความชันของกราฟจากการทดลองนี้ให้ค่านิจของพลังค์เท่าใด



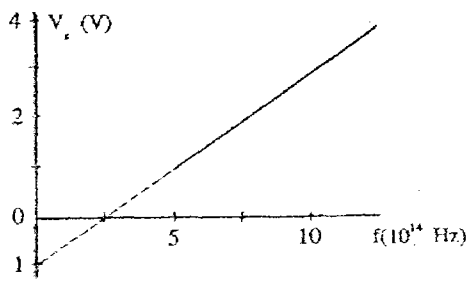
ก. 5.3×10^{-34} J.s

ข. 5.6×10^{-34} J.s

ค. 6.0×10^{-34} J.s

ง. 6.4×10^{-34} J.s

20. จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ไฟฟ้าหยุดยั้ง กับความถี่ของแสง ดังรูป ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง



ก. ความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากับ –1 V

ข. พลังงานจลน์สูงสุดเท่ากับ 1.6×10^{-19} J

ค. ความถี่ขีดเริ่มเท่ากับ 2.5 MHz

ง. พลังงานน้อยที่สุดทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอนเท่ากับ 1 eV

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียน

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนที่ 1

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดหมายถึงโฟโตอิเล็กตรอน

   ก. อิเล็กตรอนที่มีอยู่ในแสง ข. อิเล็กตรอนที่หลุดจากผิวโลหะโดยการฉายแสง

   ค. อิเล็กตรอนในอากาศ ง. อิเล็กตรอนที่มีประจุมากกว่าธรรมดา

2. อิเล็กตรอนหลุดจากผิวโลหะเมื่อได้รับพลังงานอะไร

   ก. พลังงานความร้อน ข. พลังงานแสง ค. พลังงานไฟฟ้า ง. ถูกทุกข้อ

3. โฟโตอิเล็กตรอนเกิดจากเหตุการณ์ในข้อใด

   ก. แสงอาทิตย์ไปกระทบแผ่นโลหะ ข. การทำงานของหลอดไฟฟ้าแบบเผาไส้

   ค. การเกิดปฏิกริยาของการเผาไหม้ ง. แสงทำปฏิกริยากับฟิล์มถ่ายรูป

4. เมื่อฉายแสงไปที่จานของอิเล็กโตรสโคป ทำให้แผ่นโลหะบางของอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะกางออกเพราะสาเหตุในข้อใด

   ก. แผ่นโลหะบางสูญเสียประจุบวก

   ข. แผ่นโลหะบางสูญเสียอิเล็กตรอน

   ค. แผ่นโลหะบางสูญเสียสภาวะที่เป็นกลาง

   ง. แผ่นโลหะบางสูญเสียประจุบวกหรืออิเล็กตรอนหรือเสียสภาวะที่เป็นกลาง

5. ทอมสันทราบได้อย่างไรว่ารังสีแคโทดที่เกิดจากโลหะต่างชนิดกัน แต่ให้อนุภาคชนิดเดียวกัน

   ก. อนุภาคเกิดการเบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กเหมือนกัน

   ข. อนุภาคในรังสีแคโทดที่เกิดจากโลหะต่างชนิดกันมีมวลเท่ากัน

   ค. อนุภาคในรังสีแคโทดที่เกิดจากโลหะต่างชนิดกันมีประจุเท่ากัน

   ง. อนุภาคในรังสีแคโทดที่เกิดจากโลหะต่างชนิดกันมีประจุต่อมวลเท่ากัน

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดเป็นความต่างศักย์ไฟฟ้าที่หมายถึง ความต่างศักย์หยุดยั้งในการทดลองโฟโตอิเล็กตริก
   ก. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่พอดีทำให้ไม่มีกระแสไหลในวงจร
   ข. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานจลน์ลดลง
   ค. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ทำให้จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนลดลง
   ง. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เท่ากับพลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน
2. ข้อใดหมายถึงพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน
   ก. พลังงานของโฟตอนที่ให้กับโลหะ
   ข. พลังงานยึดเหนี่ยวของโลหะนั้น
   ค. ผลต่างของพลังงานของโฟตอนกับพลังงานยึดเหนี่ยว
   ง. โฟตอนกับพลังงานยึดเหนี่ยวรวมกัน
3. ความถี่ขีดเริ่มในปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกคือข้อใด
   ก. ความถี่แสงที่ทำให้เกิดโฟตอนสูงสุด
   ข. ความถี่แสงที่ไม่ทำให้เกิดโฟโตอิเล็กตรอน
   ค. ความถี่ที่ทำให้โฟตอนมีพลังงานเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยว
   ง. ความถี่ที่ทำให้อิเล็กตรอนหลุดจากโลหะ
4. ข้อใดต่อไปนี้เป็นชื่อที่ใช้เรียกกลุ่มก้อนพลังงานของแสง
   ก. โฟตอน ข. โฟโต ค. ควอนตัม ง. ควอนตา
5. ผลสรุปที่สำคัญที่ได้จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกคือ
   ก. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีสมบัติเป็นอนุภาคด้วย
   ข. โฟโตอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นเมื่อแสงที่กระทบผิวโลหะมีความถี่สูง
   ค. พลังงานที่โลหะยึดอิเล็กตรอนไว้จะต่างกันตามชนิดของโลหะ
   ง. ความเข้มแสงมากจะทำให้กระแสไหลในวงจรมาก

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนที่ 3

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ถ้าความถี่ขีดเริ่มที่ใช้กับเหล็กมากกว่าความถี่ขีดเริ่มที่ใช้กับโพแทสเซียมแสดงว่า
   ก. เหล็กให้โฟโตอิเล็กตรอนได้ง่ายกว่าโพแทสเซียม
   ข. โพแทสเซียมมีพลังงานยึดเหนี่ยวมากกว่าเหล็ก
   ค. พลังงานจลน์สูงสุดของเหล็กมากกว่าโพแทสเซียม
   ง. เหล็กต้องใช้ความถี่แสงสูงกว่าโพแทสเซียมในการดึงอิเล็กตรอน
2. ส่องแสงความถี่ค่าหนึ่งไปกระทบโลหะ A และ B โฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดจากโลหะ 2 ชนิดนี้จะมีพลังงานจลน์เป็นอย่างไร
   ก. เท่ากันเพราะใช้ความถี่ในการทำลายพลังงานยึดเหนี่ยวเท่ากัน
   ข. เท่ากันเพราะมีความต่างศักย์หยุดยั้งเท่ากัน ค. ไม่เท่ากันเพราะเป็นโลหะต่างชนิดกัน
   ง. ไม่เท่ากันเพราะโลหะA และB ใช้ความถี่ขีดเริ่มไม่เท่ากัน
3. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก อธิบายว่าแสงเป็นอนุภาค เพราะเหตุใด
   ก. ความถี่ขีดเริ่มของแสงขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ
   ข. แสงแต่ละความถี่เป็นกลุ่มของพลังงานเรียกว่าโฟตอน
   ค. พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะ
   ง. การถ่ายเทพลังงานแสงให้อิเล็กตรอนในโลหะเป็นแบบ 1 : 1
4. เมื่อส่องแสง A ไปที่ผิวโลหะปรากฏว่าได้โฟโตอิเล็กตรอนออกมาจำนวนหนึ่งถ้านำแสง B ที่มีความถี่เท่าแสง A แต่มีความเข้มแสงเป็น 2 เท่า โฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเป็นตามข้อใด
   ก. พลังงานและจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเท่าเดิม
   ข. พลังงานเท่าเดิมแต่จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเป็น2เท่า
   ค. พลังงานเพิ่มเป็น2เท่า แต่จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเท่าเดิม
   ง. พลังงานและจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนเป็น2เท่า

5. ข้อใดกล่าว **ไม่ถูก**ต้อง

ก. กระแสอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับความเข้มแสง

ข. พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนขึ้นอยู่กับความเข้มแสง

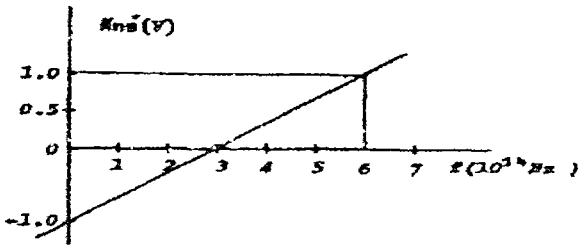
ค. ความต่างศักย์หยุดยั้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่แสงที่ตกกระทบ

ง. ความเข้มแสงที่เปลี่ยนไปไม่มีผลต่อความต่างศักย์หยุดยั้ง

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยการเรียนที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงในคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ผลการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก นักเรียนคนหนึ่งได้กราฟระหว่างศักย์ไฟฟ้าที่หยุดโฟโตอิเล็กตรอน และความถี่ของแสงที่ทดลองดังรูป ความยาวคลื่นแสงใดที่จะ**ไม่ทำให้เกิด**โฟโตอิเล็กตรอนในการทดลองนี้



ก. 900 nm

ข. 950 nm

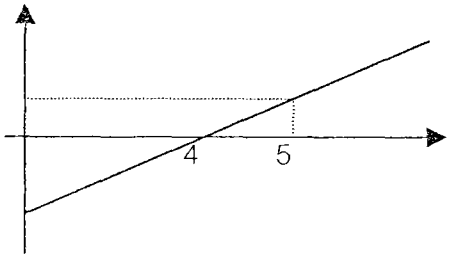
ค. 1,000 nm

ง. 1,100 nm

2. จากโจทย์ข้อ1 ถ้าฉายด้วยแสงความยาวคลื่น 600 nm จะได้อิเล็กตรอนที่มีพลังงานจลน์มากที่สุดเท่าไร

ก. 6.7×10^{-18} J ข. 7.6×10^{-18} J ค. 1.1×10^{-19} J ง 1.7×10^{-19} J

3. จากผลการทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกเขียนกราฟระหว่างความถี่ และความต่างศักย์หยุดยั้งได้ดังรูป ค่านิจของพลังค์เป็นเท่าไร



ก. 3.2×10^{-34} J.s

ข. 5.12×10^{-34} J.s

ค. 5.7×10^{-34} J.s

ง. 6.4×10^{-34} J.s

4. จากโจทย์ข้อ 3 ความถี่ขีดเริ่มมีค่าเท่าไร

ก. 1.32×10^{14} Hz ข. 3.20×10^{14} Hz ค. 4.00×10^{14} Hz ง. 5.00×10^{14} Hz

5. จากโจทย์ข้อ 3 พลังงานยึดเหนี่ยวของโลหะเป็นเท่าไร

ก. 2.05 J ข. 2.05×10^{-19} J ค. 1.32 J ง. 1.32×10^{-19} J

ใบคำถาม-คำตอบ

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนเขียนอธิบายคำตอบที่ถูกต้องที่ท้ายข้อคำถาม

1. **(หน่วยที่ 1 หน้า 3)** หนูๆ ช่วยคิดหน่อยทำไมแผ่นโลหะบางของอิเล็กโตรสโคปแผ่นโลหะจึงกางออก.....
2. **(หน่วยที่ 2 หน้า 7)** ตอบหน่อยจ้า ทำไมเข็มของไมโครแอมมิเตอร์ถึงเบนได้

   .....
3. **(หน่วยที่ 2 หน้า 9)** ตอบหน่อยได้ไหม เมื่อเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ให้มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าของกระแสที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

   .....
4. **(หน่วยที่ 2 หน้า 14)** ช่วยตอบด้วยค่ะ ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อจำนวนโฟโตอิเล็กตรอนอย่างไร.....
5. **(หน่วยที่ 2 หน้า 16)** เมื่อฉายแสงความถี่ต่ำกว่า 5.3×10^{14} Hz , เท่ากับ5.3×10^{14} Hz , มากกว่า 5.3×10^{14} Hz ไปที่โลหะโพแทสเซียม จำนวนโฟโตอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

   .....
6. **(หน่วยที่ 2 หน้า 16)** ความถี่ขีดเริ่มของโลหะโพแทสเซียม, โซเดียม และแบเรียมมีค่าเท่าไร

   .....
7. **(หน่วยที่ 1 หน้า 16)** เมื่อฉายแสงความถี่ 5.7×10^{14} Hz, 6.0×10^{14} Hz, 7.8×10^{14} Hz ไปที่โลหะโพแทสเซียม โฟโตอิเล็กตรอนมีการเคลื่อนที่ไปที่แอโนดอย่างไร เพราะเหตุใด

   .....
8. **(หน่วยที่ 1 หน้า 16)** เมื่อฉายแสงความถี่ 5.3×10^{14} Hz , 5.7×10^{14} Hz , 6.0×10^{14} Hz , 7.8×10^{14} Hz ไปที่โลหะโซเดียม เข็มของไมโครแอมมิเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด .....

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ภาคผนวก ข

- ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านวิชาการ)
- ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านคอมพิวเตอร์)
- ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน (กลุ่ม 3 คน)
- ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน (กลุ่ม 9 คน)
- ความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ตาราง 6 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านวิชาการ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 เนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์.	&	/ *			
1.2 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	&	/ *			
1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน...		* &		/	
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา.....	/ &	*			
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....		/ * &			
1.6 ความน่าสนใจของเนื้อหา.....	&	/ *			
1.7 เนื้อหาเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	/ &	*			
1.8 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน.....		/ * &			
1.9 ความต่อเนื่องของการนำเสนอเนื้อหา.....	&	*		/	
ด้านเนื้อหาและการนำเสนอโดยรวม	&	/ *			
2. ภาพ ภาษา และเสียงดนตรีประกอบบทเรียน					
2.1 ภาพประกอบตรงตามเนื้อหา.....	&	/ *			
2.2 ภาพประกอบสื่อให้เกิดจิตนาการได้.....	&	/ *			
2.3 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพกับปริมาณเนื้อหา.....		/ * &			
2.4 ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนเร้าความสนใจ...		/ &	*		
2.5 ภาษาที่ใช้ถูกต้อง.....	&	/ *			
2.6 ภาษาที่ใช้ทำความเข้าใจได้ง่าย.....	&	/ *			
2.7 เสียงดนตรีที่นำมาประกอบเหมาะสม.....	&	/ *			
ด้านภาพ ภาษา และเสียงดนตรีประกอบบทเรียนโดยรวม	&	/ *			

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
3. ตัวอย่างการคำนวณและแบบฝึกหัด					
3.1 ตัวอย่างการคำนวณสอดคล้องกับเนื้อหา...	/ * &				
3.2 ตัวอย่างการคำนวณชัดเจนเข้าใจง่าย.....	/ &	*			
3.3 ความชัดเจนของคำสั่งในแบบฝึกหัด.....	&	/ *			
3.4 ความชัดเจนของคำถามในแบบฝึกหัด.....	&	/ *			
3.5 รูปแบบของคำถามเหมาะสมกับเนื้อหา.....	/	* &			
3.6 ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเหมาะสมกับเนื้อหา.....	/ &	*			
ด้านตัวอย่างการคำนวณและแบบฝึกหัดโดยรวม	/ &	*			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	&	/ *			

หมายเหตุ / คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 อาจารย์จักรชัย ลัชชานนท์

* คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์

& คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์ราม ติวารี

ตาราง 7 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เชี่ยวชาญ (ด้านคอมพิวเตอร์)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 ความชัดเจนของเนื้อหา.....	/		*		
1.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน.....		/	*		
1.3 คำอธิบายการปฏิบัติในบทเรียนชัดเจน.....			* /		
1.4 ความต่อเนื่องของการนำเสนอเนื้อหา.....		/	*		
1.5 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมบทเรียน....	/				
1.6 ความเหมาะสมของวิธีโต้ตอบกับบทเรียน...	/	*	*		
ด้านเนื้อหาและการนำเสนอโดยรวม	/		*		
2. ภาพ ภาษาและเสียงดนตรีประกอบบทเรียน					
2.1 ภาพประกอบ ช่วยสื่อให้เกิดจิตนาการได้....	/		*		
2.2 ขนาดภาพที่ใช้เหมาะสม.....	/	*			
2.3 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพกับปริมาณเนื้อหา.....		/	*		
2.4 ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนเร้าความสนใจ...			* /		
2.5 ภาษาที่ใช้ถูกต้องและง่ายต่อความเข้าใจ...		/	*		
2.6 ความสอดคล้องระหว่างเสียงดนตรีกับภาพ.		*	/		
2.7 เสียงดนตรีในบทเรียนเหมาะสม.....		*	/		
ด้านภาพ ภาษา และเสียงดนตรีประกอบบทเรียนโดยรวม			* /		

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
3. การออกแบบจอภาพ					
3.1 แบบตัวอักษรที่ใช้นำเสนอเนื้อหาชัดเจน.....	/	*			
3.2 ขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน	/	*			
3.3 การเลือกใช้สีตัวอักษรเหมาะสม.....		* /			
3.4 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นจอ.....		* /			
3.5 จังหวะการปรากฏตัวอักษรเพื่อการนำเสนอ			* /		
3.6 การเน้นข้อความโดยใช้ตัวอักษรเหมาะสม..			* /		
3.7 การเน้นข้อความโดยใช้สีเหมาะสม.....			*	/	
ด้านการออกแบบจอภาพโดยรวม		* /			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	/		*		

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 อาจารย์ณัฐ น้อยสวัสดิ์

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์นรินทร์ แก้วมงคลสุข

ตาราง 8 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน (กลุ่ม 3 คน)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหา					
1.1 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....		ABC			
1.2 ความน่าสนใจของเนื้อหา.....		ABC			
1.3 เนื้อเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน....	ABC				
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนวิชาฟิสิกส์.....	ABC				
1.5 เนื้อหาทำความเข้าใจง่าย.....	BC	A			
ด้านเนื้อหาโดยรวม	BC	A			
2. ภาพ ภาษาและเสียงดนตรีประกอบบทเรียน					
2.1 ภาพประกอบสื่อให้เกิดจิตนาการได้.....	A C	B			
2.2 ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนเร้าความสนใจ...	A	BC			
2.3 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน.....	AB	C			
2.4 ภาษาที่ใช้ง่ายต่อความเข้าใจ.....	ABC				
2.6 ความสอดคล้องระหว่างเสียงดนตรีกับภาพ.		A C	B		
2.7 เสียงดนตรีในบทเรียนเหมาะสม.....		ABC			
2.6 เสียงดนตรีเร้าความสนใจ.....	C	AB			
ด้านภาพ ภาษาและเสียงดนตรีประกอบบทเรียนโดยรวม	A	BC			
3. การออกแบบจอภาพ					
3.1 แบบตัวอักษรที่ใช้นำเสนอเนื้อหาชัดเจน.....	ABC				
3.2 ขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน	ABC				
3.3 การเลือกใช้สีตัวอักษรเหมาะสม.....	AB	C			
3.4 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นจอ.....	BC	A			
3.5 จังหวะการปรากฏตัวอักษรเพื่อการนำเสนอ	AB	C			

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
3.6 การเน้นข้อความโดยใช้ตัวอักษรเหมาะสม..	AB	C			
3.7 การเน้นข้อความโดยใช้สีเหมาะสม.....	ABC				
ด้านการออกแบบเจอภาพโดยรวม	ABC				
4. การจัดการในบทเรียน					
4.1 คำอธิบายการปฏิบัติในบทเรียนชัดเจน.....	A C	B			
4.2 ความต่อเนื่องของการนำเสนอเนื้อหา.....	C	AB			
4.3 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมบทเรียน ได้ แก่ การใช้แป้นพิมพ์ , เม้าส์ และการหน่วงเวลา	ABC				
4.4 ความเหมาะสมของวิธีโต้ตอบกับบทเรียน...	BC	A			
ด้านการจัดการในบทเรียนโดยรวม	ABC				
5. ตัวอย่างการคำนวณและแบบฝึกหัด					
5.1 ตัวอย่างการคำนวณสอดคล้องกับเนื้อหา...	ABC				
5.2 ตัวอย่างการคำนวณชัดเจนเข้าใจง่าย.....	ABC				
5.3 ความชัดเจนของคำสั่งในแบบฝึกหัด.....	A	BC			
5.4 ความชัดเจนของคำถามในแบบฝึกหัด.....	AB	C			
5.5 รูปแบบของคำถามเหมาะสมกับเนื้อหา.....	BC	A			
5.6 ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเหมาะสมกับเนื้อหา.....	AB	C			
5.8 การรายงานผลเป็นข้อและสรุปคะแนนรวม.	ABC				
ด้านตัวอย่างการคำนวณและแบบฝึกหัดโดยรวม	ABC				
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	ABC				

หมายเหตุ A คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 นางสาวชนิตา บุญมาก

B คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 นางสาวอนินทิตา ปฏิสังข์

C คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 นางสาวฐิติวรรณ กุลนิติพันธ์

ตาราง 9 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ฉบับผู้เรียน (กลุ่ม 9 คน)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหา					
1.1 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา.....	9	12345678			
1.2 ความน่าสนใจของเนื้อหา.....	567	123489			
1.3 เนื้อเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน....		12345679	8		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนวิชาฟิสิกส์.....	3569	247	18		
1.5 เนื้อหาทำความเข้าใจง่าย.....		15679	2348		
ด้านเนื้อหาโดยรวม		12345679	8		
2. ภาพ ภาษาและเสียงดนตรีประกอบบทเรียน					
2.1 ภาพประกอบสื่อให้เกิดจิตนาการได้.....	57	1234869			
2.2 ภาพที่ใช้ประกอบบทเรียนเร้าความสนใจ	7	358	12469		
2.3 ภาพสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน.....	56	124789	3		
2.4 ภาษาที่ใช้ง่ายต่อความเข้าใจ.....	9	167	23458		
2.5 ความสอดคล้องระหว่างเสียงดนตรีกับภาพ.		123789	456		
2.6 เสียงดนตรีในบทเรียนเหมาะสม.....	8	2379	1456		
2.7 เสียงดนตรีเร้าความสนใจ.....		12356789	4		
ด้านภาพ ภาษาและเสียงดนตรีประกอบบทเรียนโดยรวม		12356789	4		
3. การออกแบบจอภาพ					
3.1 แบบตัวอักษรที่ใช้นำเสนอเนื้อหาชัดเจน....	13679	2458			
3.2 ขนาดตัวอักษรในการนำเสนอเนื้อหาชัดเจน	1367	2589	4		
3.3 การเลือกใช้สีตัวอักษรเหมาะสม.....	678	12345	9		
3.4 ความเหมาะสมของการเลือกใช้สีพื้นจอ.....	5678	2349	1		
3.5 จังหวะการปรากฏตัวอักษรเพื่อการนำเสนอ	8	1235679	4		
3.6 การเน้นข้อความโดยใช้ตัวอักษรเหมาะสม..	67	12389	45		
3.7 การเน้นข้อความโดยใช้สีเหมาะสม.....	67	12389	45		
ด้านการออกแบบจอภาพโดยรวม	67	123589	4		

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
4. การจัดการในบทเรียน					
4.1 คำอธิบายการปฏิบัติในบทเรียนชัดเจน.....	3679	845	12		
4.2 ความต่อเนื่องของการนำเสนอเนื้อหา.....	8	234679	15		
4.3 การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมบทเรียน ได้แก่ การใช้แป้นพิมพ์ , เม้าส์ และการหน่วงเวลา	5678	134	29		
4.4 ความเหมาะสมของวิธีโต้ตอบกับบทเรียน...	678	1259	34		
ด้านการจัดการในบทเรียนโดยรวม	678	123459			
5. ตัวอย่างการคำนวณและแบบฝึกหัด					
5.1 ตัวอย่างการคำนวณสอดคล้องกับเนื้อหา...	367	124589			
5.2 ตัวอย่างการคำนวณชัดเจนเข้าใจง่าย.....	1	36789	245		
5.3 ความชัดเจนของคำสั่งในแบบฝึกหัด.....	1	26789	345		
5.4 ความชัดเจนของคำถามในแบบฝึกหัด.....	8	1279	3456		
5.5 รูปแบบของคำถามเหมาะสมกับเนื้อหา.....	678	123459			
5.6 ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเหมาะสมกับเนื้อหา.....	578	123469			
5.7 การรายงานผลเป็นข้อและสรุปคะแนนรวม.	13678	2459			
ด้านตัวอย่างการคำนวณและแบบฝึกหัดโดยรวม	678	12349	5		
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	67	123489			

หมายเหตุ 1 คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 นายกิจจภณ อรุณโรจน์

2 คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 นายไมตรี พงศ์ทองผาสุข

3 คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 นางสาววิมาลัย รังสิโอภาส

4 คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 นางสาวชมพูนุท เจริญวุฒิลาภ

5 คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 นางสาวลัดดาวัลย์ โกวิทย์เจริญ

6 คือ ผู้ประเมินคนที่ 6 นางสาวชลิศา ณ นครพนม

7 คือ ผู้ประเมินคนที่7 นางสาววศินี วสุนธราสุข

8 คือ ผู้ประเมินคนที่8 นายปรีชา อยู่พลอยงาม

9 คือ ผู้ประเมินคนที่9 นายสมัชชา พานิชเจริญ

ตาราง 10 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					คะแนน	
		5	4	3	2	1	รวม	ร้อยละ
1.	คำสั่ง/คำชี้แจงช่วยให้นักเรียนเข้าใจการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7	23				127	84.67
2.	สามารถไปยังส่วนต่างๆ ของบทเรียนได้โดยสะดวก	12	18				132	88.00
3.	เนื้อหาบทเรียนเป็นไปตามลำดับและชัดเจน	13	17				133	88.67
4.	เนื้อหาบทเรียนเข้าใจได้ง่าย	8	18	4			124	82.67
5.	เนื้อหาบทเรียนเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	16	10	4			132	88.00
6.	ภาพเคลื่อนไหวช่วยสื่อให้เกิดจินตนาการและความเข้าใจในเนื้อหา	15	15				135	90.00
7.	การใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองเกี่ยวกับการทดลองดีกว่าการทดลองจริง	11	15	4			127	84.67
8.	สีตัวอักษรและสีภาพช่วยกระตุ้นความสนใจ	11	16	3			128	85.33
9.	เสียงดนตรีช่วยเร้าความสนใจและช่วยคลายความเครียด	14	14	2			132	88.00
10.	ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียน	5	25				125	83.33
11.	บทเรียนช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	12	15	3			129	86.00
12.	บทเรียนกระตุ้นให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	10	18	2			128	85.33

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					คะแนน	
		5	4	3	2	1	รวม	ร้อยละ
13.	พอใจเมื่อทราบผลคะแนนของการทำแบบฝึกหัด	9	18	3			126	84.00
14.	สามารถใช้บทเรียนนี้แทนการสอนของครูได้	7	18	3	2		120	80.00
15.	ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่องอื่น	11	16	3			128	85.33
รวม		805	1024	93	4		1926	85.60

หมายเหตุ ระดับความคิดเห็น 5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับความคิดเห็น 4 คือ เห็นด้วย

ระดับความคิดเห็น 3 คือ ไม่แน่ใจ

ระดับความคิดเห็น 2 คือ ไม่เห็นด้วย

ระดับความคิดเห็น 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ภาคผนวก ค

- ผลการประเมินความเหมาะสมของพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหา กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย
- ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบชุดที่ 1
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (แบบทดสอบชุดที่ 2)
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนรวมแบบทดสอบทุกหน่วยการเรียน ของกลุ่ม 9 คน
- คะแนนรวมแบบทดสอบทุกหน่วยการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

ตาราง 11 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหา กับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

หน่วยที่และพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหา (นักเรียนสามารถ)	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย	ข้อคิดเห็น	
		ใช่	ไม่ใช่
1. ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก			
1.1 บอกความหมายของโฟโตอิเล็กตรอนได้	ความรู้-ความจำ	ABC	
2. การทดลองปรากฏการณ์โฟโตอิเล็ตริก			
2.1 บอกความหมายของความต่างศักย์หยุดยั้งได้	ความรู้-ความจำ	ABC	
2.2 อธิบายเหตุการณ์การเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในการทดลองได้	ความเข้าใจ	ABC	
2.3 บอกความหมายของความถี่ขีดเริ่มได้	ความรู้-ความจำ	ABC	
2.4 บอกความหมายของโฟตอนและฟังก์ชันงานได้	ความรู้-ความจำ	ABC	
2.5 หาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานจลน์สูงสุดของโฟโตอิเล็กตรอน ความต่างศักย์หยุดยั้ง ความถี่แสง และฟังก์ชันงาน และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง เมื่อกำหนดสถานการณ์มาให้	ทักษะการคำนวณ	ABC	
2.6 บอกได้ว่าแสงแสดงสมบัติเป็นอนุภาคได้จากปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	ความเข้าใจ	ABC	
3. สรุปปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก			
3.1 นำปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกมาอธิบายสถาน - การณ์ ที่เกิดขึ้น	ทักษะการพยากรณ์	ABC	
3.2 สรุปเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏ การณ์โฟโต - อิเล็กตริก	ทักษะการลงความ - คิดเห็นจากข้อมูล	ABC	
3.3 ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและความถี่ของแสง มาอธิบายสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น	ทักษะการพยากรณ์	ABC	

ตาราง 11 (ต่อ)

หน่วยที่และพฤติกรรมการเรียนรู้ของเนื้อหา (นักเรียนสามารถ)	พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย	ข้อคิดเห็น	
		ใช่	ไม่ใช่
3.4 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงและความถี่แสงของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	ทักษะการลงความ - คิดเห็นจากข้อมูล	ABC	
4. กราฟความสัมพันธ์ต่างๆ ของปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก	ทักษะการคำนวณ	ABC	
4.1 ใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์หยุดยั้งกับความถี่แสง หาปริมาณที่เกี่ยวข้อง			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม		ABC	

หมายเหตุ A คือ ผู้ประเมินคนที่1 อาจารย์จักรชัย ลัชชานนท์

B คือ ผู้ประเมินคนที่2 ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกลัป์

C คือ ผู้ประเมินคนที่3 อาจารย์ราม ติวารี

ตาราง 12 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก"

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ค่าIOC	ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ค่าIOC
	- 1	0	+ 1			- 1	0	+ 1	
1.	ABC			1.00	21.	AC	B		0.67
2.	ABC			1.00	22.	ABC			1.00
3.	ABC			1.00	23.	BC	A		0.67
4.	ABC			1.00	24.	BC	A		0.67
5.	ABC			1.00	25.	ABC			1.00
6.	ABC			1.00	26.	ABC			1.00
7.	AC	B		0.67	27.	ABC			1.00
8.	AC	B		0.67	28.	AC	B		0.67
9.	ABC			1.00	29.	ABC			1.00
10.	ABC			1.00	30.	ABC			1.00
11.	ABC			1.00	31.	ABC			1.00
12.	ABC			1.00	32.	AC	B		0.67
13.	ABC			1.00	33.	ABC			1.00
14.	ABC			1.00	34.	AC	B		0.67
15.	ABC			1.00	35.	AC	B		0.67
16.	ABC			1.00	36.	AC	B		0.67
17.	ABC			1.00	37.	ABC			1.00
18.	AC	B		0.67	38.	ABC			1.00
19.	AC	B		0.67	39.	ABC			1.00
20.	AC	B		0.67	40.	ABC			1.00

หมายเหตุ A คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 อาจารย์จักรชัย ลัชชานนท์

B คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 ผศ.ปราโมทย์ ฉลูกัลป์

C คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์ราม ติวารี

ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบชุดที่ 1

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	0.88	0.00
2.	0.52 *	0.32 #
3.	0.20 *	0.16
4.	0.16	- 0.32
5.	0.46 *	0.60 #
6.	0.50 *	0.28 #
7.	0.78 *	0.20 #
8.	0.70 *	0.44 #
9.	0.64 *	0.48 #
10.	0.42 *	0.28 #
11.	0.60 *	0.48 #
12.	0.18	- 0.04
13.	0.40 *	0.16
14.	0.38 *	0.04
15.	0.58 *	0.52 #
16.	0.50 *	0.44 #
17.	0.56 *	0.72 #
18.	0.32 *	0.24 #
19.	0.40 *	0.08
20.	0.48 *	0.32 #

หมายเหตุ ข้อที่มีเครื่องหมาย * เป็นข้อที่มีความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2 – 0.8
ข้อที่มีเครื่องหมาย # เป็นข้อที่มีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (แบบทดสอบชุดที่ 2)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1.	0.80 *	0.40 #
2.	0.38 *	0.32 #
3.	0.60 *	0.48 #
4.	0.78 *	0.28 #
5.	0.64 *	0.32 #
6.	0.62 *	0.28 #
7.	0.38 *	0.20 #
8.	0.28 *	0.44 #
9.	0.62 *	0.52 #
10.	0.80 *	0.24 #
11.	0.56 *	0.40 #
12.	0.70 *	0.36 #
13.	0.36 *	0.48 #
14.	0.48 *	0.48 #
15.	0.34 *	0.28 #
16.	0.40 *	0.40 #
17.	0.54 *	0.36 #
18.	0.50 *	0.56 #
19.	0.34 *	0.28 #
20.	0.52 *	0.48 #

ค่าความเชื่อมั่น 0.82

หมายเหตุ ข้อที่มีเครื่องหมาย * เป็นข้อที่มีความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.2 – 0.8
ข้อที่มีเครื่องหมาย # เป็นข้อที่มีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

ตาราง 15 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนรวมแบบทดสอบทุกหน่วยการเรียนของกลุ่ม 9 คน

คนที่	คะแนนแบบทดสอบ				คะแนนรวม	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
	หน่วยที่ 1	หน่วยที่ 2	หน่วยที่ 3	หน่วยที่ 4		
1.	4	4	4	4	16	16
2.	4	5	5	4	18	19
3.	4	4	4	5	17	18
4.	5	4	4	4	17	19
5.	5	4	4	4	17	18
6.	4	5	4	5	18	16
7.	5	4	4	4	17	16
8.	5	4	4	5	18	16
9.	5	5	5	5	20	15

ตาราง 16 แสดงคะแนนรวมแบบทดสอบทุกหน่วยการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

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

ตาราง 17 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก"

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

ภาคผนวก ง

- คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

1. สมบัติและองค์ประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์

1.1 CPU ความถี่ 200 MHz ขึ้นไป

1.2 หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 100 MB (เนื้อที่ที่เหลือในฮาร์ดดิสส์)

1.3 แสดงผลที่ 800 x 600 จุด ที่ High Color 16 bits

1.4 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 95 หรือ Microsoft Windows 98

1.5 CD – ROM Drive ขนาด 16X ขึ้นไป

1.6 Sound Card

1.7 เมาส์

1.8 ลำโพงหรือหูฟัง

2. วิธีการติดตั้งโปรแกรมบทเรียนลงเครื่องคอมพิวเตอร์

2.1 ใส่แผ่น ซีดีรอม ในไดร์ซีดีรอม

2.2 ดับเบิ้ลคลิกที่ Mycomputer เพื่อเข้าสู่หน้าจอ Mycomputer

2.3 ดับเบิ้ลคลิกที่ ไดร์ซีดีรอม (CD-ROM drive)

2.4 หาโฟลดเดอร์ชื่อ Photoelectric แล้วดับเบิ้ลคลิก

2.5 หาไฟล์ชื่อ readme เพื่อศึกษาวิธีการติดตั้งโปรแกรมบทเรียน แล้วดำเนินการติดตั้งต่อไปดังนี้

2.5.1 หาไฟล์ชื่อ Setup แล้วดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอนชื่อ Setup

2.5.2 หน้าจอจะขึ้นภาพวิว 3 วินาที แล้วจะเข้าสู่หน้าจอ" ติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน"

2.5.3 ที่หน้าจอ "ติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" คลิกที่ Full-Install all files จะมีหน้าจอแสดงรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการติดตั้ง ให้คอยจนกว่าการติดตั้งเสร็จ

2.5.4 ถ้าคอมพิวเตอร์ของท่าน ไม่เคยลงไฟล์ชื่อ Photoelectric (ที่สร้างด้วย ToolBook II Instructor) มาก่อน โปรแกรมจะดำเนินการในข้อ 2.5.6ต่อไป แต่ถ้าคอมพิวเตอร์ของท่านเคยลงไฟล์ชื่อ Photoelectric (ที่สร้างด้วย ToolBook II Instructor) หน้าจอจะมีคำถาม The file C:\INSTRUCT\TB LODE.EXE already exits. Should it be replace? (หมายความว่า ต้องการให้ไฟล์ Photoelectric ใหม่ เข้าไปแทนที่ไฟล์Photoelectric เดิมหรือไม่) ให้คลิก Yes to all

2.5.5 รอโปรแกรมทำการติดตั้งต่อไป

2.5.6 หน้าจอจะแสดงกรอบแสดงข้อความถามว่า Do you want setup to create Program Manager group? (หมายความว่า ต้องการให้สร้าง Icon เพื่อใช้ในการเปิดโปรแกรม (บทเรียน) หรือไม่) ให้ตอบ YES โปรแกรมจะสร้างกรุ๊ฟโปรแกรมไอคอนชื่อ "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" ในโฟลดเดอร์ ชื่อ " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ที่ Start Menu

2.5.7 การติดตั้งเสร็จสมบรูณ์จะปรากฏข้อความว่า "ติดตั้งเสร็จสมบรูณ์" ให้คลิกที่ OK จบการติดตั้ง

2.5.8 ปิดหน้าจอการติดตั้งทั้งหมด

2.5.9 ตรวจสอบการติดตั้งด้วยการคลิกที่ START แล้วคลิกที่ PROGRAM หาโฟลดเดอร์ชื่อ"บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" คลิกที่โฟลดเดอร์นั้น ถ้าพบไอคอนที่ชื่อ " readme" และ "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" แสดงว่าการติดตั้งถูกต้องและเสร็จสมบรูณ์

2.5.10 ขณะติดตั้งโปรแกรม จะติดตั้งเฉพาะไฟล์ RUNTIME ที่ใช้ในการเปิดโปรแกรมเท่านั้น ไม่ได้ติดตั้งเข้าไปทั้งตัวโปรแกรม ดังนั้นการเปิดโปรแกรม (บทเรียน) ทุกครั้งต้องใส่แผ่น CD-ROM ทุกครั้ง

3. วิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง"ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก"

3.1. ใส่แผ่น CD- PROGRAM

3.2 คอยการทำงานของคำสั่ง AUTORUN ซึ่งโปรแกรมจะเปิดขึ้นมาทำงานเองโดยอัตโนมัติ

3.3 ถ้าคอมพิวเตอร์ปิดการทำงานของคำสั่ง AUTORUN สามารถเปิดใช้โปรแกรม (บทเรียน) ได้ดังนี้

3.3.1 คลิกที่ START แล้วคลิกที่ PROGRAM

3.3.2 คลิกที่โฟลดเดอร์ ชื่อ"บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" แล้วคลิกที่ Icon ชื่อ "ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก" โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำงานทันที

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวอัญชฎา พัวไพบูลย์
วันเดือนปีเกิด	27 กันยายน 2511
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	70/203 หมู่ 10 รามอินทรา 67 แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน กรุงเทพ 10230
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีนครสวรรค์
พ.ศ. 2534	กศ.บ. (วิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2536	ประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีวัสดุ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
พ.ศ. 2545	กศ.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ