

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

สมภพ พุค้ำ

๖๖ ๐๕ ๒๕๕๙

16 พ.ย. 2559

367136

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

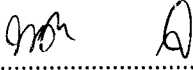
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

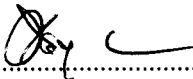
มิถุนายน 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

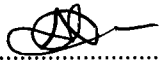
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ สมภพ พู่คำ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

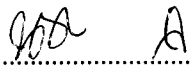
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

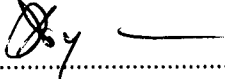
 อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.นคร ละลอกน้ำ)

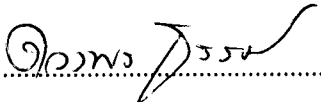
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพงษ์ หกสุวรรณ)

 กรรมการ
(ดร.นคร ละลอกน้ำ)

 กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ)

 กรรมการ
(ดร.ดวงพร ธรรมะ)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

 คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ A เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2559

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษา
อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ ดร.คร ละลอกน้ำ ประธานวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์
ดร.พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพงศ์ หกสุวรรณ
ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์ ดร.ดวงพร ธรรมะ กรรมการสอบ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้
แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของ
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และได้กรุณาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้าง
เครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏใน
บรรณานุกรม

คุณค่าทั้งหลายที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูแก่เวทีแต่บิดา
มารดา และบูรพาจารย์ที่เคยอบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

สมภพ ฟู่คำ

52920573: สาขาวิชา: เทคโนโลยีการศึกษา: กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา)

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน/ ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

สมภพ พู่คำ: การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา (A DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON BASIC ELECTRONICS FOR GRADUATE STUDENTS EDUCATIONAL TECHNOLOGY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: นคร ละลอกน้ำ, ปร.ด., พงศ์ประเสริฐ หกสุวรรณ, กศ.ด. 106 หน้า. ปี พ.ศ. 2559.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90 2) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) กำหนดลักษณะและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4) ทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ 5) วิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 2) แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ผลการวิจัย พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90 เท่ากับ 98.66/ 92.50 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. คะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมีความพึงพอใจในระดับ “ความพึงพอใจมาก”

52920573: MAJOR: EDUCATIONAL TECHNOLOGY; M.Ed. (EDUCATIONAL TECHNOLOGY)

KEYWORD: DEVELOPMENT OF COMPUTER/ BASIC ELECTRONICS FOR GRADUATE

SOMPOB FOOKHAM: A DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON BASIC ELECTRONICS FOR GRADUATE STUDENTS EDUCATIONAL TECHNOLOGY. ADVISORS COMMITTEE: NAKHON LALOGNUM, Ph.D., PONGPRASERT HOKSUWAN, Ed.D. 106 P. 2016.

The objective of this research were to 1) develop a Computer Assisted Instruction on Basic Electronics for Graduate Students Educational Technology to validate its efficiency based on 90/ 90 standard, 2) to compare the students achievement before and after learning with a Computer Assisted Instruction on Basic Electronics for Graduate Students Educational Technology 3) to examine the satisfaction of the students had studied with the Computer Assisted Instruction on Basic Electronics for Graduate Students Educational Technology.

The sample for this research were 40 for Graduate Students who studied on the 423231 Educational Technology Equipment Operation academic year 1/ 2014. The tools for this research were Computer Assisted Instruction on Basic electronics ,pretest ,posttest and satisfaction questionnaires. The statistics were analyzing by mean and t-test.

The research result revealed that the efficiency of the developed CAI was 98.66/ 92.50, and comparative of student's achievement, it was found that the average score of students had increased after using the developed CAI at the statistical significance of .01 level. And the satisfaction of the students who had studied with CAI was at high level with the average of 4.29.

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | จ |
| สารบัญ..... | ช |
| สารบัญตาราง..... | ฅ |
| สารบัญภาพ..... | ฉ |
| บทที่ | |
| 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| วัตถุประสงค์การวิจัย..... | 3 |
| สมมติฐานของการวิจัย..... | 3 |
| ขอบเขตการวิจัย..... | 4 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| ประโยชน์ของการวิจัย..... | 5 |
| กรอบแนวคิดการวิจัย..... | 6 |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 7 |
| การจัดการเรียนการสอนรายวิชา ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา..... | 7 |
| เนื้อหา ไฟฟ้า – อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 10 |
| บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 21 |
| การทดลองใช้และทดสอบประสิทธิภาพบทเรียน..... | 34 |
| รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D)..... | 37 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 42 |
| 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 45 |
| ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 45 |
| กำหนดลักษณะและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 45 |
| สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 47 |
| ทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน..... | 49 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 54 |

สารบัญ (ต่อ)

| บทที่ | หน้า |
|--|------|
| 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 57 |
| ตอนที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 57 |
| ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 60 |
| ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 63 |
| ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษาหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 64 |
| 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... | 66 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 68 |
| อภิปรายผล..... | 70 |
| ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้..... | 73 |
| ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป..... | 73 |
| บรรณานุกรม..... | 74 |
| ภาคผนวก..... | 79 |
| ภาคผนวก ก..... | 80 |
| ภาคผนวก ข..... | 82 |
| ภาคผนวก ค..... | 87 |
| ภาคผนวก ง..... | 92 |
| ประวัติผู้วิจัย..... | 101 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 1 เครื่องหมายมาตรฐานต่าง ๆ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควรทราบ..... | 34 |
| 2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยผู้เชี่ยวชาญ..... | 59 |
| 3 แสดงค่าประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า- อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 61 |
| 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 63 |
| 5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น..... | 64 |

สารบัญภาพ

| ภาพประกอบที่ | หน้า |
|---|------|
| 1 กรอบแนวคิดการวิจัย..... | 6 |
| 2 ลักษณะโครงสร้างอะตอมของไฮโดรเจน..... | 24 |
| 3 การแสดงอนุภาคของโปรตอนกับอิเล็กตรอนที่มีอนุภาคเหมือนและต่างกัน..... | 25 |
| 4 มัลติมิเตอร์ชนิด Digital Multimeter และ Analog Multimeter..... | 31 |

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความก้าวหน้าของวิทยาการและเทคโนโลยีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคม เศรษฐกิจ และการเมือง เรียกได้ว่าเป็นยุค “โลกาภิวัตน์ (Globalization)” การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาในลักษณะที่เป็นพลวัต (Dynamic) โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี มีผลอย่างมากต่อการเคลื่อนไหวและเปลี่ยนแปลงในหลาย ๆ ด้านในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยด้วย โดยเฉพาะด้านการศึกษาจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่ระบุไว้ในหมวด 3 ระบบการศึกษา ระบุไว้ในมาตรา 15 ว่าการจัดการศึกษามี 3 รูปแบบ คือ การศึกษาในระบบ การศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย สถานศึกษาสามารถจัดในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งหรือสามรูปแบบได้ โดยสามารถถ่ายโอนผลการเรียนในแต่ละรูปแบบได้และประสมประสานให้เป็นการศึกษาตลอดชีวิต (Life long education) และในหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา ระบุไว้ในมาตรา 22-30 สาระสำคัญโดยสรุปกล่าวถึงองค์ประกอบและกระบวนการของสังคมการเรียนรู้ซึ่งเป็นลักษณะของกระบวนการการเรียนรู้ในยุคสังคมข้อมูลข่าวสารที่ระบบการศึกษาจะต้องเป็นระบบเปิด ให้อิสระภาพ ความเสมอภาค และตอบสนองต่อความจำเป็น ความต้องการ ความถนัดและขีดความสามารถของผู้เรียน เน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มศักยภาพ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีส่วนร่วมกับสังคม (ครอบครัว ชุมชน ชาติ และสังคมโลก) จัดแหล่งเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้เทคโนโลยีอำนวยความสะดวกในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเอง การจัดตั้งนี้ต้องมีการออกแบบและพัฒนาระบบการสอนขึ้นมาใหม่ให้สามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ขยายแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ให้เพียงพอ และสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ได้ และในหมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ระบุไว้ในมาตรา 63-69 กำหนดหน้าที่ของรัฐในการจัดหา ส่งเสริม พัฒนา ระดมทุน และอุดหนุนการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอย่างเต็มที่ และมีการพัฒนาบุคลากรให้มีความพร้อม ทำให้มองเห็นแนวโน้มว่าเทคโนโลยีการศึกษาจะเข้ามาในระบบต่าง ๆ ระบบการศึกษาก็จะเปลี่ยนแปลงในหลายลักษณะ คือ 1) การศึกษารายบุคคล 2) การเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิต 3) การศึกษาเกิดขึ้นได้ทุกที่ ทุกเวลา 4) ปัจเจกบุคคลมีอิสระในการกำหนดการศึกษาของตน 5) การศึกษาดำเนินไปในลักษณะดำรงชีวิต จากที่กล่าวมาการสอนแบบมีชั้นเรียนปกติ

หรือแบบเผชิญหน้าที่ใช้กันส่วนใหญ่ในการจัดการเรียนการสอนในขณะนี้คงไม่เพียงพอต้องใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพราะสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน สามารถเรียนได้ทุกที่ (Any where) ทุกเวลา (Any time) และด้วยวิธีที่หลากหลาย (Any style) ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น โดยเฉพาะทางการศึกษาได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนอย่างกว้างขวาง โดยนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นวิธีการเรียนซึ่งใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อเสนอเนื้อหาได้หลายรูปแบบทั้งข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมถึงการทำกิจกรรมต่าง ๆ และมีการเสริมแรง ให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ได้ทันที สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้ (ถนอมพร เลาหงรัสแสงม, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับไชยยศ เรืองสุวรรณ (2553) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูงทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์กันได้ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์มีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่นักเรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที เป็นการช่วยเสริมแรงแก่นักเรียน ซึ่งบทเรียนจะมีทั้งตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบทำให้นักเรียนเรียนสนุกไปกับบทเรียน และสอดคล้องกับลาณี เลิศอุดมกิจไพศาล (2544) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการศึกษายุคใหม่ที่มีประสิทธิภาพมาก และยังมีข้อได้เปรียบเหนือสื่ออื่น ๆ ด้วยกันหลายประการ และสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบ พร้อมทั้งได้รับผลย้อนกลับ (Feedback) อย่างต่อเนื่องกับเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ จึงง่ายต่อการประเมิน และตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา ขณะเดียวกันผู้เรียนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้เรียนด้วยตนเอง โดยปราศจากข้อจำกัดด้านเวลา และสถานที่ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในลักษณะที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ได้เป็นอย่างดี และจากรายงานวิจัยของเจนศักดิ์ แสงคำเฉลี่ย (2547) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง มัลติมิเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 กรมอาชีวศึกษา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.9/91.9 และจากรายงานการวิจัยของชนวัฒน์ ฉลาดสกุล (2553) เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังบทที่ 1-2 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาได้เปิดสอนรายวิชา ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา (Educational technology equipment operation) ซึ่งเป็นวิชาเอกบังคับสำหรับนิสิตปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา รายวิชาดังกล่าวผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเพื่อเป็นพื้นฐานในการปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษาได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย จากข้อมูลผลการจัดการเรียนการสอนรายวิชาดังกล่าวนิสิตส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาวิชา เรื่องไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นอยู่มากเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน (สัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน, 2557) และนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาดังกล่าวมีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันเพราะมีทั้งนิสิตที่จบสายวิทย์-คณิตซึ่งจะมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมาแล้ว และสายศิลป์จะไม่มีพื้นฐานความรู้มาก่อน ทำให้เรียนรู้ได้ช้าและผลคะแนนต่ำ จากปัญหาข้างต้นจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีความจำเป็นต่อการพัฒนาสื่อที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ขยายแหล่งการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูล และศึกษาทักษะขั้นต้นด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าใจในเนื้อหาและทักษะในการฝึกปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

จากปัญหาและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อขยายแหล่งเรียนรู้และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหา เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90
2. คะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีความพึงพอใจระดับมาก

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตไว้ ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย เป็นรูปแบบวิจัยและพัฒนา
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ

ประชากร คือ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 130 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ทั้ง 3 ห้องเรียนมีพื้นฐานความรู้ไม่แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์จากผลการเรียนที่ผ่านมา

3. เนื้อหาสาระ เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีหัวข้อ ดังนี้

- 3.1 พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ
- 3.2 หน่วยปริมาณทางไฟฟ้าและการคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า
- 3.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและวงจรทางไฟฟ้า
- 3.4 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- 3.5 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
- 3.6 อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

- 4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- 4.2 แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

4.3 แบบศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5. ตัวแปรในการวิจัย

5.1 ตัวแปรต้น คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

5.2 ตัวแปรตาม คือ

5.2.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90

5.2.2 ผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

5.2.3 ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

6. เวลาดำเนินการวิจัย สิงหาคม พ.ศ. 2557-ธันวาคม พ.ศ. 2557

นิยามศัพท์

บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมการเรียนแบบบทเรียนการสอน (Tutorial instruction) มีการนำเสนอเนื้อหาที่ประกอบด้วย ข้อความ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ กิจกรรมโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน สามารถเรียนรู้ได้ตามความสนใจของผู้เรียน และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หมายถึง เนื้อหาสาระที่ประกอบด้วย หัวข้อ 1) พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ 2) หน่วยปริมาณทางไฟฟ้าและการคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า 3) สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและวงจรทางไฟฟ้า 4) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 5) ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ และ 6) อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง คะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90 ซึ่งเกณฑ์ 90/ 90 มีความหมาย ดังนี้

90 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังเรียน

90 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของผู้เรียนที่สามารถทำแบบทดสอบผ่าน

ทุกวัตถุประสงค์

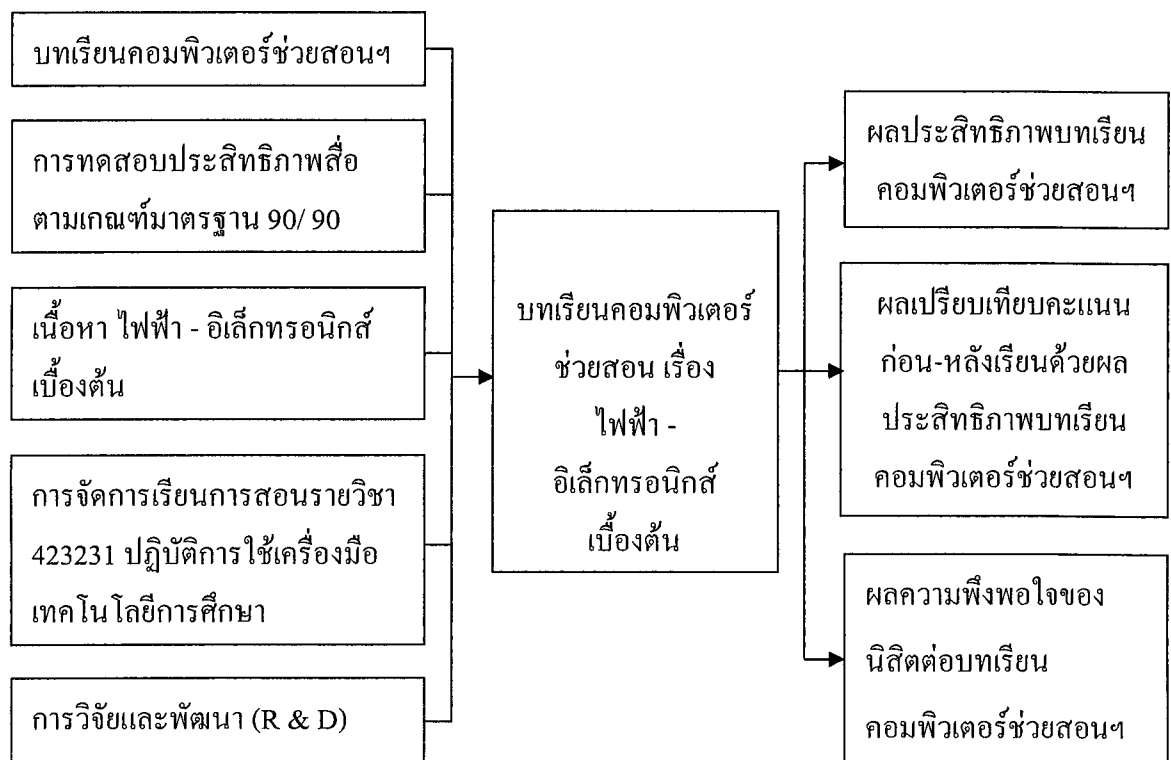
คะแนนแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน หมายถึง เป็นคะแนนที่วัดทั้งความรู้ ความเข้าใจในเรื่องไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยประเมินจากคะแนนข้อสอบ

ความพึงพอใจของผู้เรียน หมายถึง ความรู้สึกในทางบวกหรือลบของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ใช้สอบถามผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเนื้อหาอื่น ๆ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ผู้วิจัยศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในประเด็นต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนการสอนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา
2. เนื้อหา ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การทดลองใช้และทดสอบประสิทธิภาพบทเรียน
5. รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การจัดการเรียนการสอนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษาได้เปิดสอนรายวิชา ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา (Educational technology equipment operation) ซึ่งเป็นวิชาเอกบังคับ สำหรับนิสิตปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มีประมวลรายวิชา ดังนี้

1. รหัสวิชาและชื่อวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา
2. ระดับวิชา ปริญญาตรี
3. จำนวนหน่วยกิต 3(3-0-6) 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 3 ชั่วโมง ศึกษาด้วยตัวเอง 6 ชั่วโมง
4. คำอธิบายรายวิชา (Course description)

หลักการทํางานของเครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ระบบการฉาย ระบบการขยายเสียง ปฏิบัติการใช้วัสดุ และอุปกรณ์ เครื่องฉาย เครื่องเสียงและคอมพิวเตอร์ เน้นการฝึกปฏิบัติ ทักษะการใช้วัสดุและอุปกรณ์ได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกลำดับขั้นตอน

5. วัตถุประสงค์ทั่วไป

- 5.1 อธิบายความหมาย/ ความสำคัญของอุปกรณ์เทคโนโลยีการศึกษาได้ถูกต้อง
- 5.2 อธิบายหลักการทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถนำมาใช้ได้อย่างถูกต้องปลอดภัย

- 5.3 อธิบายหลักการและคุณลักษณะที่ดีของระบบฉาย ระบบขยายเสียง คอมพิวเตอร์
ได้อย่างถูกต้อง
- 5.4 อธิบายหลักการและสามารถใช้ซอฟต์แวร์วัสดุ อุปกรณ์เทคโนโลยีการศึกษา
ได้ถูกต้อง
- 5.5 สามารถวิเคราะห์อาการเสีย และแก้ไขเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์
เทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้นได้
- 5.6 สามารถประเมินเครื่องมือ/ วัสดุอุปกรณ์เทคโนโลยีการศึกษาได้ถูกต้อง
- 5.7 ดูแลรักษาและจัดเก็บเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์เทคโนโลยีการศึกษาได้ถูกต้อง
6. สถานภาพของวิชา วิชาเอกบังคับ
7. ชื่อผู้สอน คณาจารย์ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
8. กิจกรรมการเรียนการสอน
- 8.1 บรรยายโดยอาจารย์
- 8.2 สัมมนากลุ่มย่อย
- 8.3 การสาธิต
- 8.4 การฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง
9. สื่อการสอน
- 9.1 ใบงาน/ ใบกิจกรรม
- 9.2 ของจริง
- 9.3 ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง
10. การวัดและประเมินผล
- 10.1 ภาคทฤษฎี
- | | |
|--------------|-----|
| - สอบกลางภาค | 15% |
| - สอบปลายภาค | 15% |
- 10.2 ภาคปฏิบัติ
- | | |
|------------------------------|-----|
| - งานที่มอบหมาย | 25% |
| - ฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน | 20% |
| - สอบปฏิบัติการใช้เครื่องมือ | 20% |
- 10.3 จิตพิสัย (เข้าชั้นเรียน/ แต่งกาย/ มารยาทพื้นฐาน/ การส่งงาน/ ฯลฯ) 5%

11. เนื้อหารายวิชาพอสังเขป

- สัปดาห์ที่ 1 แนะนำการเรียน/ ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น1
- สัปดาห์ที่ 2 ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น2
- สัปดาห์ที่ 3 ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น3
- สัปดาห์ที่ 4 หลักการ และการใช้อุปกรณ์ประเภทฉาย
- สัปดาห์ที่ 5 การเลือกซื้อและการประเมินอุปกรณ์ประเภทฉาย
- สัปดาห์ที่ 6 ฝึกปฏิบัติการใช้ การเก็บและบำรุงรักษาอุปกรณ์ประเภทฉาย
- สัปดาห์ที่ 7 หลักการ และ การใช้อุปกรณ์ประเภทเสียง
- สัปดาห์ที่ 8 สอบกลางภาค
- สัปดาห์ที่ 9 ฝึกปฏิบัติการใช้ การเก็บและบำรุงรักษาอุปกรณ์ประเภทเสียง
- สัปดาห์ที่ 10 การประเมินและการเลือกซื้ออุปกรณ์ประเภทเสียงเสียง
- สัปดาห์ที่ 11 หลักการ และการใช้อุปกรณ์ประเภทคอมพิวเตอร์
- สัปดาห์ที่ 12 ฝึกปฏิบัติการใช้ การเก็บและบำรุงรักษาอุปกรณ์ประเภทคอมพิวเตอร์
- สัปดาห์ที่ 13 การประเมินและการเลือกซื้ออุปกรณ์ประเภทคอมพิวเตอร์
- สัปดาห์ที่ 14 นำเสนองานที่มอบหมาย
- สัปดาห์ที่ 15 ทบทวน/ สรุป
- สัปดาห์ที่ 16 สอบปลายภาค (ภาคปฏิบัติ)
- สัปดาห์ที่ 17 สอบปลายภาค (ภาคทฤษฎี)

รายวิชาดังกล่าวผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อเป็นพื้นฐานในการปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษาได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย จากข้อมูลผลการจัดการเรียนการสอนรายวิชาดังกล่าวนี้คิดส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจใน เนื้อหาวิชา เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นอยู่มากเนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน (สัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอน, 2557) และนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาดังกล่าวมีพื้นฐานความรู้ แตกต่างกันไปเพราะมีทั้งนิสิตที่จบสายวิทย์-คณิต ซึ่งจะมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับ ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้นมาแล้ว และสายศิลป์จะไม่มีพื้นฐานความรู้มาก่อน ทำให้เรียนรู้ได้ช้าและผลคะแนนต่ำ จากปัญหาข้างต้นจำเป็นต้องมีจำเป็นต้องมีการพัฒนาสื่อที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่าง บุคคลของผู้เรียน ขยายแหล่งการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูล และศึกษาทักษะขั้นตอน ด้วยตนเอง โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าใจใน เนื้อหาและทักษะในการฝึกปฏิบัติได้ดียิ่งขึ้น

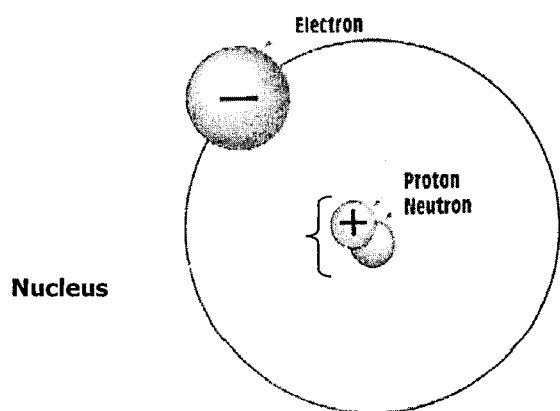
เนื้อหา ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1. พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

1.1 ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

ถ้าต้องการทราบว่าไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร ทุกคนคงนึกสมัยเราเรียนวิทยาศาสตร์ อาจารย์จะอธิบายถึง “สสาร” ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของธาตุต่าง ๆ (ธาตุตามธรรมชาติที่ค้นพบตอนนี้มีประมาณ 102 ชนิด) ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติมากมาย ตัวอย่างธาตุที่เรารู้จักโดยทั่วไป เช่น ทอง (Au) เงิน (Ag) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe)

สรุปว่าส่วนประกอบของสสาร คือ ธาตุ และในธาตุต่าง ๆ ก็จะมีประกอบไปด้วยอะตอม (Atom) มากมาย และในอะตอมเองก็จะประกอบไปด้วยอนุภาคเล็กมากที่ต้องอยู่รวมกัน 3 ชนิด คือ โปรตอน (Proton) มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (+) นิวตรอน (Neutron มีคุณสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า และอิเล็กตรอน (Electron) มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (-) โดยมีส่วนที่เป็นใจกลางของอะตอม เรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วย โปรตอนและนิวตรอน ส่วนอิเล็กตรอนนั้นจะโคจรรอบ ๆ นิวเคลียส ลักษณะโครงสร้างอะตอมของไฮโดรเจน (Hydrogen) ดังภาพประกอบที่ 2



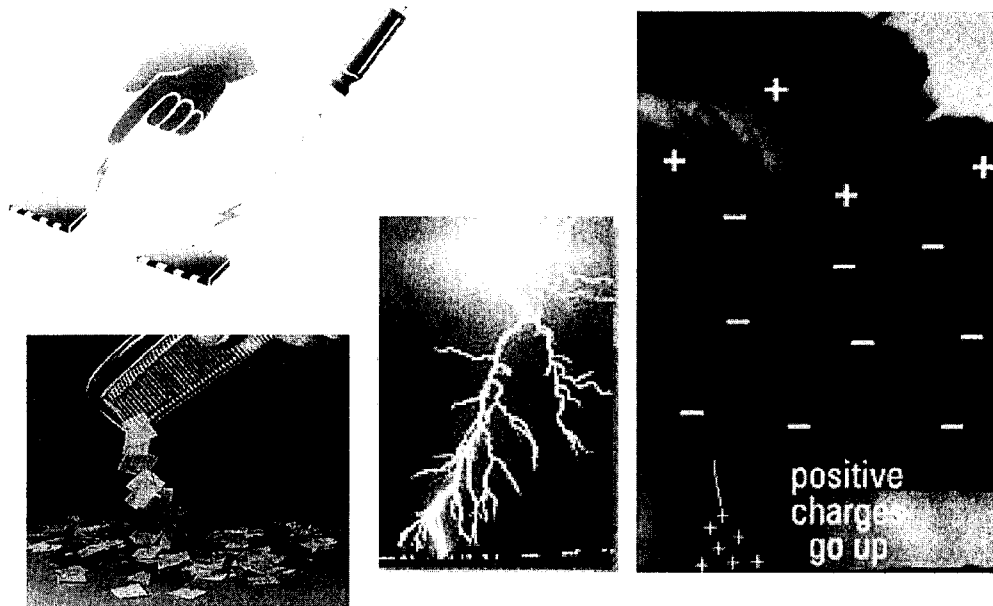
ภาพที่ 2 ลักษณะโครงสร้างอะตอมของไฮโดรเจน (Hydrogen)

จากภาพที่ 2 อิเล็กตรอนจะหมุนรอบตัวเองและรอบนิวเคลียสตามวงโคจร แต่ถ้าเมื่อใดมีแรงจากภายนอกที่มากกว่าแรงดึงดูดปกติมากกระทำกับอิเล็กตรอน ก็จะทำให้ อิเล็กตรอนหลุดจากวงโคจรได้ เรียกว่า “อิเล็กตรอนอิสระ” (Free electron) การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนไปในทิศทางเดียวกันลักษณะนี้เรียกว่า “กระแสไฟฟ้า”

1.2 ไฟฟ้าสถิต (Static electricity หรือ Electrostatic charges)

เป็นปรากฏการณ์ที่ปริมาณประจุไฟฟ้าขั้วบวกและขั้วลบบนผิววัสดุมีไม่เท่ากัน ปกติจะแสดงในรูปการดึงดูด, การผลักกันและเกิดประกายไฟ เช่น เกิดประกายไฟระหว่างร่างกายเรากับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือสามารถดูดกระดาษได้ ฟ้ายิ่ง ฟ้าย่ำ เป็นต้น ดังภาพประกอบที่ 3

สสารหรือวัตถุใดๆ สามารถแสดงอำนาจของประจุไฟฟ้าออกมาได้ ถ้าสสารหรือวัตถุนั้นมีอนุภาคอิเล็กตรอนมากกว่าอนุภาคโปรตอนสสารหรือวัตถุนั้นจะแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าลบ แต่ถ้าสสารหรือวัตถุนั้นมีอนุภาคโปรตอนมากกว่าอนุภาคอิเล็กตรอนสสารหรือวัตถุนั้นจะแสดงอำนาจประจุไฟฟ้าบวก



ภาพที่ 3 การแสดงอนุภาคของโปรตอนกับอิเล็กตรอนที่มีอนุภาคเหมือนและต่างกัน

1.3 การแบ่งสารทางไฟฟ้า การแบ่งสารทางไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

1.3.1 ตัวนำ เป็นสารที่อยู่วงนอกสุดประมาณ 1-3 ตัว เมื่อให้พลังงานเพียงเล็กน้อย จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรเคลื่อนที่ไปในชั้นสารได้ง่าย มีผลทำให้สารนั้นเป็นตัวนำได้ เช่น ทอง เงิน ทองแดง เหล็ก ฯลฯ เป็นต้น

1.3.2 ฉนวน เป็นสารอิเล็กทรอนิกส์ที่ชิดเกี่ยวกับอะตอมอื่น ๆ ทำให้อิเล็กตรอนอิสระน้อย จึงไม่เกิดการนำกระแส เช่น ฟลูออรีน พลาสติก พี.วี.ซี. ไมก้า ฯลฯ เป็นต้น

1.3.3 สารกึ่งตัวนำ เป็นสารที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุด 4 ตัว เมื่อได้รับอุณหภูมิสูงขึ้นจะเปลี่ยนสภาพเป็นสถานะตัวนำที่นำมาทำเป็นสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิกอน และเยอรมันเนียม

1.4 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ได้แก่ ไฟฟ้าเกิดจากการเสียดสี ไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี ไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี ไฟฟ้าเกิดจากความร้อน ไฟฟ้าเกิดจากแสงสว่าง ไฟฟ้าเกิดจากแรงกดดัน ไฟฟ้าเกิดจากสนามแม่เหล็ก

2 หน่วย ปริมาณทางไฟฟ้า และการคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า

2.1 หน่วย ปริมาณทางไฟฟ้า

2.1.1 มาตรฐานวัดหน่วยทางไฟฟ้า ในการใช้งานอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องทราบถึงหน่วย และปริมาณทางไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยวัดที่เป็นสากลเพื่อความสะดวกในการจำแนกชนิดของค่าที่วัด และแลกเปลี่ยนทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี หน่วยการวัดที่เป็นมาตรฐานสากลเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางปัจจุบัน คือ ระบบ "SI" หรือหน่วย เอสไอ (SI Unit) เป็นหน่วยระหว่างชาติ (System International of Unit)

2.1.2 ปริมาณทางไฟฟ้า ที่ควรทราบ คือ 1) กระแสไฟฟ้า (Electrical current) คือ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทิศทางเดียวกัน มีหน่วยเป็น Ampere อักษรย่อคือ " A " 2) แรงดันไฟฟ้า (Electrical voltage) เป็นแรงที่ทำให้อิเล็กตรอนเกิดการเคลื่อนที่ หรือแรงที่ทำให้เกิดการไหลของไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Volt ใช้อักษรย่อ V แรงดันกระแสไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ 1) ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct current) เป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ ได้เพียงทิศทางเดียว ใช้สัญลักษณ์ = 2) ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating current) เป็นการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากแหล่งจ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าใด ๆ โดยมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตลอดเวลา ใช้สัญลักษณ์ ~ 3) ความต้านทานไฟฟ้า (Resistance) เป็นการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าจะมีหน่วยวัดเป็นโอห์ม 4) ตัวนำไฟฟ้า (Conductors) วัสดุที่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านได้โดยง่ายหรือวัสดุที่มีความต้านทานต่ำ และ 5) ฉนวนไฟฟ้า (Insulators) วัสดุที่ซึ่งไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ หรือวัสดุที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูงซึ่งสามารถต้านทานการไหล ของกระแสได้ เช่น ไมก้า แก้ว พลาสติก เป็นต้น

2.1.3 การเปลี่ยนหน่วยทางไฟฟ้า ในการคำนวณทางไฟฟ้าจะมีการปรับหน่วยทางไฟฟ้าให้เป็นฐานเดียวกัน หรือไม่ก็เปลี่ยนให้ง่ายต่อการจำและการเขียน ดังตัวอย่าง

กรณีที่แปลงจากหน่วยเล็กไปหน่วยใหญ่ เช่น จากวัตต์ (W) ไปเป็นกิโลวัตต์ (kW)

- 1,000 วัตต์ (W) เท่ากับ 1 กิโลวัตต์ (kW)

| | |
|--|---------------------------------|
| วิธีทำ 1,000W/ 1,000W | เท่ากับ 1 kW |
| - 10,000 โวลต์ (V) | เท่ากับ กิโลโวลต์ (kV) |
| วิธีทำ 10,000V/ 1,000,000V | เท่ากับ 0.01MV |
| - 2,000 มิลลิแอมแปร์(mA) | เท่ากับ กิโลแอมแปร์ (kA) |
| วิธีทำ 2,000/ 1,000A | เท่ากับ 2 A |
| - 2,000 โอห์ม (Ω) | เท่ากับ กิโลโวลต์ ($k\Omega$) |
| วิธีทำ 2,000 Ω / 1,000 Ω | เท่ากับ 2 kW |
| กรณีที่แปลงจากหน่วยใหญ่ไปหน่วยเล็ก เช่น จิกะเฮิร์ตซ์(GHz) ไปเป็น เฮิร์ตซ์ (Hz) | |
| - 4 จิกะเฮิร์ตซ์ (GHz) | เท่ากับ กิโลเฮิร์ตซ์ (Hz) |
| วิธีทำ 4x1,000,000,000 Hz | เท่ากับ 4,000,000,000 Hz |
| - 12 กิโลโวลต์ (kV) | เท่ากับ กิโลโวลต์ (V) |
| วิธีทำ 12x1,000 V | เท่ากับ 12,000 V |
| - 2 ฟาร์ด (F) | เท่ากับ ไมโครฟาร์ด (μF) |
| วิธีทำ 2x1,000,000 μF | เท่ากับ 2,000,000 μF |
| - 0.001แอมแปร์(A) | เท่ากับ มิลลิแอมแปร์ (mA) |
| วิธีทำ 0.001x1,000 mA | เท่ากับ 1 mA |

2.2 การคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า

2.2.1 กฎของโอห์ม (Ohm's Law) ยอร์จ ซีมอน โอห์ม นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ค้นพบว่า กระแสไฟฟ้า แรงดันและความต้านทานจะมีความสัมพันธ์กัน คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและแปรผกผันกับค่าความต้านทานไฟฟ้า และในการคำนวณค่าแต่ละครั้งต้องทำการแปลงหน่วยของปริมาณไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องทั้งหมดให้อยู่ในหน่วยมาตรฐานก่อนจึงสามารถคำนวณได้ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากผลลัพธ์ที่คำนวณออกมาได้ สูตรการคำนวณ $E = I \times R$; $I = E / R$; $R = E / I$

เมื่อ I คือ กระแส มีหน่วยมาตรฐานเป็นแอมแปร์ (A)

R คือ ความต้านทาน มีหน่วยมาตรฐานเป็นโอห์ม (Ω)

E คือ แรงดัน มีหน่วยมาตรฐานเป็นโวลต์ (V)

2.2.2 ตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

ตัวอย่างที่ 1 เครื่องขยายเสียงมีความต้านทานขนาด 50 โอห์ม (Ω) กินกระแสไฟฟ้า 2,000 มิลลิแอมแปร์ (mA) จงคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง

วิธีทำ จากสูตร $E = I \times R$

ต้องแปลงหน่วยกระแสไฟฟ้าเป็นหน่วยมาตรฐานเป็นแอมแปร์ (A)

จะได้ $2,000 / 1,000 = 2 \text{ A}$

แทนค่า $E = 2 \text{ A} \times 50 \Omega$
 $= 100 \text{ V}$ ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 เครื่องรับโทรทัศน์มีแรงดันไฟฟ้า 0.22 กิโลโวลต์ (kV) กินกระแสไฟฟ้า 1.5 แอมแปร์ (A) จงคำนวณหาความต้านทานไฟฟ้าของเครื่องรับโทรทัศน์

วิธีทำ จากสูตร $R = E / I$

ต้องแปลงหน่วยแรงดันไฟฟ้าเป็นหน่วยมาตรฐานเป็นโวลต์ (V)

จะได้ $0.22 \times 1,000 = 220 \text{ V}$

แทนค่า $R = 220 \text{ V} / 1.5 \text{ A}$
 $= 146.666 \Omega$ ตอบ

2.2.3 กำลังไฟฟ้า (Electrical Power) เป็นอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า (W) ต่อเวลา (t) พุง่าย ๆ ก็คือ เป็นการป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าไปในโหลดเพื่อทำให้เกิดพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานแสงสว่าง, พลังงานความร้อน, พลังงานกล เป็นต้น มีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| สูตรการคำนวณ | เทียบกับสูตรกฎของโอห์ม |
| $P = E \times I$ | $P = (I \times R) \times I = I^2 R$ |
| $I = P / E$ | หรือ $P = E \times (E / R) = E^2 / R$ |
| $E = P / I$ | |

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยมาตรฐานเป็นวัตต์ (W)

I คือ กระแส มีหน่วยมาตรฐานเป็นแอมแปร์ (A)

E คือ แรงดัน มีหน่วยมาตรฐานเป็นโวลต์ (V)

R คือ ความต้านทาน มีหน่วยมาตรฐานเป็นโอห์ม (Ω)

2.2.4 ตัวอย่างการคำนวณกำลังไฟฟ้า (Electrical power)

ตัวอย่างที่ 3 เครื่องขยายเสียงมีแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ (V) กินกระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ (A) จงคำนวณหา กำลังไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียง

วิธีทำ จากสูตร $P = E \times I$

แทนค่า $P = 220 \text{ V} \times 5 \text{ A}$
 $= 1100 \text{ W}$ หรือ 1.1 kW ตอบ

ตัวอย่างที่ 4 เครื่องรับโทรทัศน์มีแรงดันไฟฟ้า 160 โวลต์ (V) มีความต้านทานขนาด 2 กิโลโอห์ม ($k\Omega$) จงคำนวณหากำลังไฟฟ้าของเครื่องรับโทรทัศน์

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ จากสูตร} \quad P &= E^2 / R \\ \text{ต้องแปลงหน่วยความต้านทานเป็นหน่วยมาตรฐานเป็นโอห์ม } (\Omega) \\ \text{จะได้} \quad 2 \times 1,000 &= 2,000 \Omega \\ \text{แทนค่า} \quad P &= (160)^2 / 2,000 \Omega \\ &= 12.8 \text{ W} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 5 หลอดไฟมีความต้านทานไส้หลอด 150 โอห์ม (Ω) กินกระแสไฟฟ้า 1,500 มิลลิแอมแปร์ (mA) จงคำนวณหากำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ จากสูตร} \quad P &= I^2 R \\ \text{ต้องแปลงหน่วยกระแสไฟฟ้าเป็นหน่วยมาตรฐานเป็นแอมแปร์ (A)} \\ \text{จะได้} \quad 1,500 / 1,000 &= 1.5 \text{ A} \\ \text{แทนค่า} \quad P &= (1.5)^2 \text{ A} \times 150 \Omega \\ &= 337.5 \text{ W} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

3.2.2.5 การคำนวณค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) เป็นปริมาณไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ไปทั้งหมด หรือเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าจ่ายให้ทั้งหมด โดยคิดจากพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในเวลา 1 วินาที (s) มีหน่วยหน่วยจูล (J) ใช้สัญลักษณ์ (W) เช่น หลอดไฟมีตัวเลขกำกับว่า 220V 100W มีความหมาย คือ 220V แสดงว่าหลอดไฟนี้ใช้กับไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ และ 100W แสดงว่าหลอดไฟนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า 100 จูล ในเวลา 1 นาที มีสูตรคำนวณ ดังนี้

$$W = Pt$$

| | | |
|-------|--------------------|-----------------------|
| เมื่อ | W คือ พลังงานไฟฟ้า | มีหน่วยเป็นจูล (J) |
| | P คือ กำลังไฟฟ้า | มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) |
| | t คือ เวลา | มีหน่วยเป็นวินาที (s) |

พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน มิได้ถูกคิดออกมาเป็นจูล (J) แต่จะคิดออกมาเป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt-hour, kWh) มันก็คือหม้อไฟฟ้าที่อยู่หน้าบ้านเรานั้นแหละ เรียกว่า กิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ (Kilowatt-Hour Meter) ซึ่งหมายถึง การใช้ไฟฟ้า 1,000 วัตต์ ใน 1 ชั่วโมง หรือคิดหน่วยเป็น 1 KW-h (1 Unit) สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\text{พลังงานที่ใช้ (W)} = \text{กำลังไฟฟ้า (P)} \times \text{เวลา (t)}$$

เมื่อ W คือ พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (kWh)

P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW)

t คือ เวลา มีหน่วยเป็นชั่วโมง (h)

และเรายังสามารถนำพลังงานไฟฟ้าไปคำนวณค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (Cost) โดยใช้สูตร

ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (Cost) = อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (Rate) X พลังงานไฟฟ้า (W)

หมายเหตุ อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (Rate) เป็นค่าไฟฟ้าที่เราต้องซื้อมาจากหน่วยงานที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกจำหน่าย ได้แก่ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง โดยกำหนดเป็นหน่วย 1 KW-h หรือ 1 Unit จะคิด Rate ประมาณ 3 บาท (แล้วแต่ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า)

ตัวอย่างที่ 6 หลอดไฟฟ้าขนาด 200 วัตต์ เปิดทิ้งไว้ 10.45 ชั่วโมง จงคำนวณพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (กำหนดให้อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเท่ากับ 3.50 บาท)

วิธีทำ จากสูตร $W = Pt$

แปลงหน่วยวัตต์ให้เป็นกิโลวัตต์และหน่วยนาที่ให้เป็นชั่วโมง ดังนี้

$200 \text{ W} = 200 / 1,000 = 0.2 \text{ kW}$ และ $45 \text{ นาที} = 45 / 60 = 0.75 \text{ ชั่วโมง}$

แทนค่า $W = 0.2 \text{ kW} \times 10.75 \text{ h}$
 $= 2.15 \text{ kWh}$ ตอบ

จากสูตร ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า (Cost) = อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (Rate) X พลังงานไฟฟ้า (W)

แทนค่า $= 2.15 \text{ kWh} \times 3.50$
 $= 7.525 \text{ บาท}$ ตอบ

3.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้า

3.3.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่เป็นของจริง เพราะการเขียนรูปอุปกรณ์ไฟฟ้าจริงลงไปแบบงานไฟฟ้านั้นกระทำได้ยากและอาจจะทำให้เกิดการสื่อความหมายผิดได้ ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อให้เป็นมาตรฐานซึ่งผู้ปฏิบัติงานด้านไฟฟ้าจะต้องรู้ความหมายของสัญลักษณ์ที่ชัดเจนและเข้าใจถูกต้อง มาตรฐานของสัญลักษณ์ด้านไฟฟ้าที่ประเทศไทยคุ้นเคยและใช้งานทั่วไปมีดังนี้ 1) สัญลักษณ์มาตรฐานการออกแบบของประเทศเยอรมัน: DIN (Deutsches institut fur normung) 2) สัญลักษณ์มาตรฐานทางไฟฟ้านานาชาติของทวีปยุโรป: IEC (International electrotechnical commission)

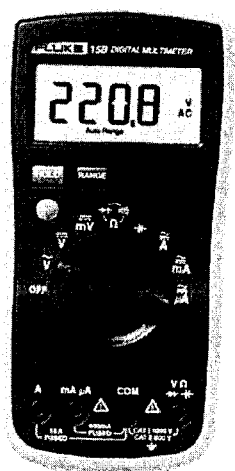
3) สัญลักษณ์มาตรฐานการออกแบบของประเทศสหรัฐอเมริกา: ANSI (American national Standard institute) 4) สัญลักษณ์มาตรฐานระบบของหน่วยมาตรฐานนานาชาติ: SI (System international of unit)

3.3.2 วงจรไฟฟ้า (Electrical circuit) เป็นการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในรูปวงจรปิดทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้น วงจรไฟฟ้าสามารถต่อได้หลายแบบ ได้แก่ วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series electrical circuit) วงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel electrical circuit) วงจรไฟฟ้าแบบผสม (Series-parallel electrical circuit)

3.4 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์มีมากมาย แต่ที่ต้องใช้เป็นประจำ สะดวก ไม่ยุ่งยาก และราคาไม่แพงเห็นจะเป็นเครื่องมือวัดที่เรียกว่า มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เพราะเป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถวัดปริมาณทางไฟฟ้าได้หลายอย่าง ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน มัลติมิเตอร์มีทั้งชนิดแสดงผลด้วยตัวเลข (Digital multimeter) และชนิดแสดงผลด้วยเข็ม (Analog multimeter)

ดั่งภาพที่ 4



ชนิด Digital multimeter



ชนิด Analog multimeter

ภาพที่ 4 มัลติมิเตอร์ชนิด Digital Multimeter และ Analog Multimeter

3.5 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์

การทำงานเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าขาดความระมัดระวังจะทำให้ได้รับอันตรายต่อชีวิต และเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ได้ เนื่องจากร่างกายส่วนใดส่วนหนึ่งเข้าไปสัมผัสกับวงจรไฟฟ้า คุณสมบัติของกระแสไฟฟ้าโดยทั่วไปจะต้องไหลและแทรกซึมเข้าหาสื่อที่เป็นตัวนำต่าง ๆ เช่น โลหะ ดิน น้ำ เป็นต้น เมื่อร่างกายของเราเข้าไปสัมผัสส่วนที่มีกระแสไฟฟ้ารั่วไหล จะทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตเราได้ ซึ่งระดับความรุนแรงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ ปริมาณของกระแสไฟฟ้า ระยะเวลาที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกาย และ ความต้านทานของร่างกายของผู้ถูกกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

3.5.1 อันตรายจากไฟฟ้า สาเหตุที่ทำให้ได้รับอันตรายจากไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 กรณี คือ

3.5.1.1 กระแสไฟฟ้าไหลเกิน (Over current) คือ สภาวะของกระแสที่ไหลผ่านตัวนำจนเกินพิกัดที่กำหนด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือทรัพย์สินอื่นเกิดความเสียหาย อาจเกิดได้ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ

3.5.1.1.1 โหลดเกิน (Over load) เกิดขึ้นเมื่อนำอุปกรณ์ที่กินกำลังไฟสูงหลาย ๆ ชุดมาต่อในจุดเดียวกันทำให้กระแสไหลรวมกันเกินกว่าที่จะทน

3.5.1.1.2 การลัดวงจร (Short circuit) หรือเรียกกันทั่ว ๆ ไปว่าไฟฟ้าช็อต เกิดจากการที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจากสายไฟฟ้าเส้นหนึ่งไปยังอีกเส้นหนึ่ง (ระหว่างสายที่มีไฟหรือสาย L: Line กับสายกลาง หรือสาย N: Neutral มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์) โดยไม่ผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือโหลดใด ๆ สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากฉนวนของสายไฟฟ้าชำรุด และมาสัมผัสกัน จึงมีความร้อนสูงมีประกายไฟ ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ถ้าบริเวณนั้นมีวัสดุไวไฟ

3.5.1.2 ไฟฟ้าดูด (Electric shock) คือ การที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายของมนุษย์ โดยบางส่วนของร่างกายจะมีสภาพเป็นตัวนำไฟฟ้า ความรุนแรงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแส เวลาและความต้านทานของร่างกาย

3.5.2 อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าในกรณีที่เกิด กระแสไฟฟ้าไหลเกิน (Over current) หรือ ไฟฟ้าดูด (Electric shock) ซึ่งทำให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตและเสียหายแก่ทรัพย์สินได้ ดังนั้นอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าจะช่วยลดอันตรายและความเสียหายได้ อุปกรณ์ที่ใช้กันทั่วไป คือ ฟิวส์ (Fuse) และ เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breakers)

3.5.2.1 ฟิวส์ (Fuse) คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จำกัดจำนวนกระแสที่ไหลในวงจร

เมื่อมีกระแสไหลเกินหรือเกิดการลัดวงจร มีลักษณะเป็นตัวนำไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยเส้นลวดทำมาจากโลหะชนิดอ่อน บรรจุอยู่ในอุปกรณ์ห่อหุ้ม สามารถที่จะหลอมละลายและตัดวงจรได้เมื่อใช้งานไฟฟ้ามากเกินไป

ฟิวส์ที่ใช้งานกันทั่วไปแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ ปลั๊กฟิวส์ (Plug fuse) มีอัตราทนกระแส 0-30 แอมป์ นิยมใช้ตามอาคารบ้านเรือนทั่วไป ดังภาพประกอบ 39 คาร์ทริดจ์ฟิวส์ (Cartridge fuse) ทนกระแสได้ตั้งแต่ 0-60 แอมป์ จะติดตั้งใช้งานร่วมกับเซฟตี้สวิตช์ ดังภาพประกอบ 40 และเบลคฟิวส์ (Blade fuse) มีอัตราทนกระแสมากกว่าฟิวส์แบบอื่นคือตั้งแต่ 70-600 แอมป์ เบลคฟิวส์จะติดตั้งบนขาหนีบสปริงมีทั้งแบบใช้ได้เพียงครั้งเดียว และแบบเปลี่ยนไส้ใหม่ได้ใช้ในระบบไฟฟ้าแรงสูง

3.5.2.2 เซอร์คิตเบรกเกอร์ (Circuit breakers) ทำหน้าที่เหมือนฟิวส์ คือ จำกัดจำนวนกระแสที่ไหลในวงจรเมื่อมีกระแสไหลเกินหรือเกิดการลัดวงจร นอกจากนี้เซอร์คิตเบรกเกอร์ยังสามารถทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิด-ปิดด้วยมือ และเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น โดยที่ไม่ทำให้ตัวเองขาดหรือชำรุด (สามารถรีเซ็ตตัวเองได้) เหมือนฟิวส์ และทุกครั้งที่เซอร์คิตเบรกเกอร์เปิดวงจรเราต้องหาสาเหตุว่าใช้งานกระแสไฟฟ้ามากเกินไปที่กำหนดหรือไม่ เกิดไฟดูด, ไฟรั่ว, ไฟช็อต, ไฟเกินหรือปัญหาที่จุดใด แล้วทำการแก้ไขปัญหาให้ได้ก่อนที่จะกดปุ่มรีเซ็ตให้วงจรไฟฟ้าทำงานใหม่ เซอร์คิตเบรกเกอร์ที่ใช้งานทั่วไป

3.5.3 การต่อลงดิน เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบความปลอดภัยทางไฟฟ้า เพราะเป็นการต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่านจุดศูนย์ (Neutral) ลงดิน (เพื่อไม่ให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า)

3.5.3.1 ประโยชน์ของการต่อลงดิน

- จำกัดแรงดันเกินของระบบไฟฟ้าเมื่อเกิดฟ้าผ่าหรือลดความรุนแรงกรณีสัมผัสกับสายแรงสูงโดยบังเอิญ
- เพื่อให้ส่วนโลหะที่ต่อถึงกันตลอดมีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
- เพื่อให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทำงานได้เร็วขึ้น
- เป็นทางผ่านให้กระแสรั่วไหลลงดินแทน
- ป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ หรือระบบไฟฟ้า

3.5.3.2 การต่อลงดินในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ระบบที่มีแรงดันต่ำกว่า 50 โวลต์ ระบบที่มีแรงดันระหว่าง 50-1000 โวลต์ ระบบที่มีแรงดัน 1000 โวลต์ขึ้นไป

3.5.3.3 การต่อลงดินที่เมนสวิตช์ (Service equipment grounding) เป็นการต่อโครงโลหะและสายศูนย์ที่เมนสวิตช์ลงดิน โดยเมนสวิตช์จะเป็นจุดรวมสายดินซึ่งประกอบด้วย

สายดินอุปกรณ์ (Equipment grounding conductor) สายที่มีการต่อลงดิน (Grounded conductor) สายต่อฝากหลัก (Main bonding jumper) และสายต่อหลักดิน (Grounding electrode conductors)

ในส่วนของ การต่อฝากหลักซึ่งเป็นการต่อโครงโลหะของเมนสวิตช์เข้ากับตัวนำที่มีการต่อลงดินที่อาจเป็นบัสบาร์สายดิน, บัสบาร์สายศูนย์ หรือสายศูนย์ มีจุดประสงค์เพื่อนำกระแสรั่วไหลที่อาจเกิดจากการเหนี่ยวนำที่เมนสวิตช์ลงดิน เพื่อป้องกันอันตรายแก่บุคคลที่ไปสัมผัส กับส่วนที่เป็นโลหะของเมนสวิตช์นั้น อีกทั้งยังนำกระแสลัดวงจรไปยังแหล่งจ่ายไฟเมื่อเกิดลัดวงจรขึ้นทางด้านโหลดอีกด้วย

3.5.3.4 การต่อลงดินกรณีที่เมนสวิตช์เป็นแผงคัทเอ๊าท์ เป็นการต่อสายดินออกจากสายนิวทรัลด้านไฟเข้า แล้วเดินสายนิวทรัล ไปพักไว้ที่ขั้วต่อสายดิน (สปลิตโบลต์) แล้วจึงเดินสายไปยังหลักดิน และสายอีกเส้นหนึ่งของระบบมาต่อที่จุดสปลิตโบลต์












3.5.3.5 การต่อลงดินกรณีที่แผงสวิตช์เป็นคอนซูมเมอร์ยูนิต (Consumer unit) เป็นการต่อสายดินออกจากสายนิวทรัลด้านไฟเข้าเช่นกัน จากนั้นให้เดินสายนิวทรัลไปพักไว้ที่ขั้วต่อสายดิน (บัสบาร์สายดิน) แล้วจึงเดินสายจากขั้วต่อสายดินอีกเส้นหนึ่งไปยังขั้วต่อสายนิวทรัลที่ระบุไว้ด้านล่างของเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ ส่วนสายที่ต่อกับหลักดิน (Ground rod) ให้เดินไปเชื่อมต่อกับสายนิวทรัลที่ขั้วต่อหลักดิน

การต่อลงดินทั้ง 2 กรณี (แผงคัทเอ๊าท์กับคอนซูมเมอร์ยูนิต) ให้ใช้หลักดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5/8 นิ้ว ความยาว 2.40 เมตร ตอกลงไปในดิน (มีความชื้นและดินแน่นพอควร) โดยการขุดหลุมกว้างประมาณ 30 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร เอาหลักดินตอกลงไปให้ปลายด้านบนอยู่สูงจากก้นหลุมประมาณ 15 เซนติเมตร แล้วต่อสายเข้ากับหลักดินโดยใช้แคลมป์ปู้รูปหัวใจ (Ground clamp) ชันให้แน่น แล้วจึงใช้ดินกลบหลุมให้เรียบร้อย





3.5.3.6 ขนาดสายดินของระบบ (System grounding conductor) ให้พิจารณาตามขนาดสายเมน (ทองแดง) เข้าอาคารซึ่งเป็นไปตามกฎของการไฟฟ้าทั้งการไฟฟ้า นครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

3.5.4 เครื่องหมายมาตรฐานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ควรทราบ เป็นเครื่องหมายที่แสดงบนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบและรับรองว่ามีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ และปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยทั่วไปที่ใช้กันในประเทศไทย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องหมายมาตรฐานต่าง ๆ ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควรทราบ

| เครื่องหมายมาตรฐาน | อักษรย่อ | รายละเอียด: ประเทศ |
|---|----------------|--|
|  | TISI (มอก.) | Thai Industrial Standards Institute: Thailand |
|  | CE | Conformite European Mark: สมาชิกในกลุ่ม EU (ยุโรป) |
|  | FCC | Federal Communications Commission: USA |
|  | UL | Underwriters Laboratories Inc.: USA |
|  | BBJ-SEP | Biuro Badawcze d/ s Jakosci: Poland |
|  | CEBEC | Comité Electrotechnique Belge Belgisch Elektrotechnisch Comité: Belgium |
|  | CSA | Canadian Standards Association: Canada |
|  | DEMKO | Danmarks Elektriske Materielkontrol: Denmark |
|  | KEMA | Naamloze Vennootschap tot Keuring van Electrotechnische Materialen: Netherlands |
|  | NEMKO | Norges Elektriske Materiellkontroll: Norway |
|  | SEMKO | Svenska Elektriska Materielkontrollanstalten: Sweden |

ตารางที่ 1 (ต่อ)

| เครื่องหมายมาตรฐาน | อักษรย่อ | รายละเอียด: ประเทศ |
|---|----------|--|
|  | SEV | Schweizerischer Elektrotechnischer Verein: Switzerland |
|  | UTE | Union Technique de l'Electricité: France |
|  | VDE | Verband Deutscher Elektrotechniker: Germany |
|  | ZIK | Zavod za Ispitivanje Kvalitete Robe: Croatia |

3.6 อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษาที่ใช้งานในปัจจุบันนี้ ล้วนมีส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ทั้งสิ้น ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้เครื่องเทคโนโลยีการศึกษาต้องทำความเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เสียก่อน ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมใช้กันทั่วไป ได้แก่ ความต้านทาน ตัวเก็บประจุ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ ไอซี หม้อแปลง สวิตช์ รีเลย์ เซลล์ไฟฟ้า สายไฟฟ้า เป็นต้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีนักวิชาการหลายท่านให้ความหมายไว้ สรุปได้ดังนี้

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2546, หน้า 1) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อนำไปช่วยการสอน โดยที่กิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ได้ใช้สื่อ หรือวิธีการสอนอื่นเป็นหลักอยู่แล้ว เช่น มีครูสอนในห้องเรียนเป็นหลักอยู่แล้ว ครูอาจนำสื่อนี้มาช่วยเสริมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่จำเป็น หรือต้องการทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ศึกษาเนื้อหาใหม่ เพื่อเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติ เพื่อเพิ่มพูนทักษะ หรือทดสอบความรู้นั่นเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545, หน้า 7-8) ได้ให้ความหมายว่า การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ (แต่ไม่ใช่เป็นครูผู้สอน) โดยการสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านการศึกษา ก็ได้เพื่อการเรียนรู้แบบต่าง ๆ ได้แก่ การสอน การฝึก สถานการณ์จำลอง เกม การค้นพบ และการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นการที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับโปรแกรมที่เสนอบทเรียนในลักษณะตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียง โดยผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งที่เร้าแล้ว มีการตอบสนอง โปรแกรมจะประเมินการตอบสนองของผู้เรียน และให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อเสริมแรง แล้วให้ผู้เรียนสนใจเรียนจนจบบทเรียน

ยีน กูว์รเวอร์ธ และสมชาย นำประเสริฐชัย (2546, หน้า 26) ได้ให้ความหมายว่า โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน”

มนต์ชัย เทียนทอง (2546, หน้า 3) กล่าวว่า บทเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ถูกจัดกระทำไว้อย่างเป็นระบบและมีแบบแผนโดยใช้คอมพิวเตอร์ นำเสนอและจัดการ เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนนั้นตามความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียน ไม่จำเป็นต้องมีทักษะและประสบการณ์ด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถเรียนรู้ได้

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2547, หน้า 7) ให้ความหมายว่า สื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว และวีดิทัศน์ เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะนำเสนอเนื้อหาที่ละหน้าจอภาพ เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา โดยมีเป้าหมายที่สำคัญ คือ การได้มาซึ่งบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวอย่างที่ดีของสื่อการศึกษา ในลักษณะตัวต่อตัว ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบ พร้อมทั้งได้รับผลป้อนกลับ (Feedback) อย่างสม่ำเสมอกับเนื้อหา กิจกรรมต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เกี่ยวข้องกับการเรียน เป็นอย่างดี สามารถที่จะประเมินและตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา

Spencer, Donald D (1977, p. 50) ได้สรุปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ ให้เป็นกระบวนการเรียนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียน ขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง สามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนในเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ซึ่งนำมาใช้กับ ไมโครคอมพิวเตอร์ และนำมาช่วยสอน มีเนื้อหา และรูปแบบที่บรรจุในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก เสียง ซึ่งมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของผู้ออกแบบ โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญคือสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียน ให้เกิดความต้องการเรียนรู้ และยังตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ หรือการโต้ตอบ พร้อมทั้งได้รับผลย้อนกลับ (Feedback) อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเรียนด้วยตนเอง โดยปราศจากข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

อูไรพร สมเล็ก (2552) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 4 ประการ ดังนี้

1. สารสนเทศ (Information) หมายถึง เนื้อหาสาระถูกเรียบเรียงมาอย่างดี พร้อมทั้งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ การนำเสนออาจเป็นไปในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้ ทางตรงได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ เช่น การอ่าน การจำ ทำความเข้าใจ ผีคูณ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม และการจำลอง

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ ลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อประเภทหนึ่ง จึงได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลให้ได้มากที่สุด

3. การโต้ตอบ (Interaction) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียนกับคอมพิวเตอร์ เป็นการเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุด ก็คือเปิดโอกาสให้ผู้ได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันที หมายรวมไปถึงการที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ จะต้องมีการทดสอบ หรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

สงบ ลักษณะ (2532, หน้า 5) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า

1. การเรียนโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Learning by computer) มีลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยในการเรียน โดยเน้นการได้รับข่าวสารความรู้ความจริงจากคอมพิวเตอร์แบบตรงไปตรงมา เป็นลักษณะของ CAI-Tutor

2. การเรียนกับคอมพิวเตอร์ (Learning with computer) ลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์จะอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ทั้งในแง่การปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับคอมพิวเตอร์

และการเลือกสรรระบบ โปรแกรม ที่จะช่วยสนองความต้องการทางการเรียน เช่น การฝึกที่ตรงระดับความสามารถและแสดงผล (Individualized drill and feedback) การแก้ปัญหาโดยใช้ขั้นตอนต่าง ๆ ไปพร้อมกันกับการบันทึก และการประมวลของคอมพิวเตอร์ (Simulation mode) โดยอาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเอง หรือจากโปรแกรมแหล่งอื่น ๆ

3. การเรียนผ่านทางคอมพิวเตอร์ (Learning through computer) ลักษณะการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน อยู่ในการควบคุมจัดการโดยผู้เรียนทั้งหมด โดยผู้เรียนจะเป็นผู้วางโปรแกรมขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเอง แนวทางหนึ่ง คือ การเรียนรู้โดยอาศัยยุทธศาสตร์การค้นพบด้วยตนเอง (Discovery learning) ที่เสนอโดยนักจิตวิทยา Bruner หรือแนวการเรียนด้วยการค้นหา (Inquiry learning) โดยอาศัยความพร้อมของคลังข้อมูลจริง และข้อมูลจำลอง ถนนอมพร เลหาจรัสแสง (2547 หน้า 8-10) ได้กล่าวถึงลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ดังนี้

1. สารสนเทศ (Information) หมายถึง เนื้อหาสาระที่ได้เรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใด ตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) คือ ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเน้นหลักที่ว่า แต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญาและความสนใจที่แตกต่างกัน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด

2.1 การควบคุมเนื้อหา จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใด หรือจะย้อนกลับมาในส่วนที่เป็นเนื้อหาที่ยังไม่ได้เรียน

2.2 ควบคุมลำดับการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใดก่อน-หลัง หรือสร้างลำดับของการเรียนด้วยตนเอง

3. การโต้ตอบ (Interaction) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างนักเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบที่ดีที่สุดคือ การเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มากที่สุด

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Unmediated feedback) แนวความคิดของสกินเนอร์ (Skinner) การให้ผลป้อนกลับแก่นักเรียนในทันที หมายถึง การที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีการทดสอบ หรือประเมินความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาสาระ หรือทักษะต่าง ๆ วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย

Hanafin and Peck (1988, p. 17-23) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรทำให้นักเรียนมีความรู้ ทักษะ และเจตคติตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และสามารถประเมินผลได้ด้วยตนเองว่าบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อหรือไม่
 2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรเหมาะสมกับลักษณะของนักเรียน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ
 3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนให้มากที่สุด และมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนรู้จากหนังสือ เพราะสามารถสื่อสารกับนักเรียนได้สองทาง
 4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีลักษณะการเรียนการสอนรายบุคคล นักเรียนสามารถเลือกเรียนตามหัวข้อที่สนใจได้ และสามารถข้ามบทเรียนที่ตนเองเข้าใจแล้วได้ ถ้าบทเรียน ใดที่ศึกษาแล้วไม่เข้าใจ ก็สามารถเรียนซ่อมเสริมจากข้อแนะนำได้
 5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน
 6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรสร้างความรู้สึทางบวกให้กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกเพลิดเพลินเกิดกำลังใจ
 7. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรสามารถแสดงผลย้อนกลับไปยังนักเรียนได้
 8. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรเหมาะกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน
 9. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรมีการประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนอย่างเหมาะสม โดยหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไป
 10. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรใช้คอมพิวเตอร์เพื่อเป็นแหล่งทรัพยากรทางการเรียนอย่างฉลาด
 11. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรได้รับการออกแบบที่เหมาะสมตามหลักการออกแบบ
 12. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรมีการประเมินทุก ๆ ด้าน เช่น การประเมินนักเรียน ประเมินประสิทธิภาพของนักเรียน ความสวยงาม ความตรงและเจตคติของนักเรียน
- สรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี ควรจะคำนึงถึงตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรสร้างความรู้สึทางบวกให้กับผู้เรียน โดยทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตอบสนองความแตกต่างส่วนบุคคลมากที่สุด และสามารถประเมินทุก ๆ ด้านของผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพ

ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันมีอยู่มากมายหลายรูปแบบ มีนักการศึกษาหลายท่านได้จัดแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

วีระพงษ์ แสงชูโต (2540) สรุปลักษณะต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากนักการศึกษาหลายท่านสรุปได้ 10 ประเภท ดังนี้

1. การฝึกฝนและการทำแบบฝึกหัดการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ ที่ต้องการกระทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง ครูต้องมีการสอนสั่งก่อนแล้วนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อให้เกิดความชำนาญในทักษะต่าง ๆ เช่น การสะกดคำ การทำแบบฝึกหัด เป็นต้น

2. การสอนแบบนี้จะเป็นการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทนครูในเนื้อหาหรือบางสิ่งบางอย่างในบทเรียน โดยจะมีคำนำเนื้อหา คำถาม การให้กำลังใจ แสดงผลการเรียนของนักเรียน เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือในการเรียนของตน การสอนแบบนี้สอดคล้องกับการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนจะเรียนหน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง ในการศึกษาบทเรียน นักเรียนอาจใช้เวลาเรียนไม่เท่ากัน ขึ้นกับอัตราการเรียนของแต่ละบุคคล เมื่อพบคำถาม ถ้าตอบถูกก็จะได้เรียนบทเรียนต่อไป ถ้าตอบผิดจะได้รับการแก้ไขโดยบอกว่าตอบผิดอย่างไร ให้กำลังใจและศึกษาจากคำอธิบายเพิ่มเติม แล้วให้โอกาสตอบคำถามอีกครั้ง นักเรียนจึงได้เรียนตามความสามารถของตนเองจริง ๆ

3. การเล่นเกม เกมที่นำมาประกอบการเรียนการสอนในการเรียนการสอน การใช้เกมช่วยให้สนุกสนาน การแข่งขันกันในเนื้อหาความรู้ใหม่ ๆ สามารถใช้กับหลายวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภาษาศาสตร์ ฯลฯ ส่วนคุณภาพของเกมนั้น ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของเกมว่า ตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนในเรื่องนั้นหรือไม่

4. การจำลองสถานการณ์ ในการจำลองสถานการณ์นั้น ถ้าพยายามให้ใกล้เคียงกับสภาพชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนจะได้คิดว่า ตัวเองอยู่ในสถานการณ์นั้นจริง อาจใช้ได้กับสถานการณ์หลายอย่างที่สภาพจริง

5. การสาธิต เป็นวิธีการหนึ่งที่ผู้สอนมักใช้เสมอในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โดยครูเป็นผู้สาธิตให้นักเรียนดู แต่การสอนด้วยคอมพิวเตอร์นั้น สามารถทำให้น่าสนใจมากกว่า เพราะสามารถสร้างภาพที่สวยงามตลอดทั้งสามารถใช้เสียงประกอบ ภาพอาจมีการเคลื่อนไหวและแสดงลำดับขั้นตอนได้อย่างชัดเจน จึงทำให้การสาธิตด้วยการใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

6. การสร้างบทสนทนา การสร้างบทสนทนาการเขียนโปรแกรมที่เหมาะสม จะสามารถทำให้บทสนทนาเป็นไปดังสภาพจริงสามารถใช้คำถามที่ซับซ้อนได้ รวมทั้งการอภิปรายโต้แย้ง

7. การบอกข่าวสาร การเก็บข้อมูลหรือข่าวสารไว้ในคอมพิวเตอร์นั้นสามารถค้นหาข้อมูลหรือข่าวสารที่ต้องการนั้นได้อย่างรวดเร็ว

8. การแก้ปัญหาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ผู้สอนต้องมีการสื่อสาร 2 ทาง คือ ผู้เรียนติดต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ก็จะแสดงผลออกมาทางจอภาพ หรือทางเครื่องพิมพ์ จึงเป็นไปตามลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา

9. การไต่ถาม การไต่ถามได้มีการประยุกต์เพื่อให้ไมโครคอมพิวเตอร์ตอบสนองเกี่ยวกับการตอบคำถาม โดยมีการเขียนคำถามและให้คำตอบที่เป็นตัวเลือกต่าง ๆ รวมทั้งคำตอบที่ถูกต้องไว้แล้วในลักษณะที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องรู้ถึงระบบของไมโครคอมพิวเตอร์

10. การทดสอบ การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อทดสอบนักเรียน โดยแสดงข้อสอบคำถามทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอมพิวเตอร์รับคำตอบ การตรวจให้คะแนน และประเมินผลการเรียนของนักเรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 245-248) แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 7 ประเภท ได้แก่

1. การฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นลักษณะบทเรียน โปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำ เพื่อทดสอบระดับความรู้ มีการให้คำถามที่ได้คัดเลือกจากการสุ่ม หรือออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อให้ให้นักเรียนตอบ มีการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไขได้

2. การจำลอง (Simulation) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นการจำลอง เพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการจำลองกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความจริงมาให้นักเรียนได้ศึกษานั้น

3. เกมเพื่อการสอน (Instruction game) การใช้เกมในการเรียนการสอน กำลังเป็นที่นิยมมาก เพราะทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา เป็นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภทกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน

4. การค้นพบ (Discovery) เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองมากที่สุด ด้วยการลองผิดลองถูก

5. การแก้ปัญหาต่าง ๆ (Problem solving) เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลมาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา และแก้ปัญหา

6. การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้ และความสามารถของผู้เรียน โดยตรงคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบ และทำการประมวลผลให้ทราบทันที เช่น การทดสอบความรู้พื้นฐาน การทดสอบ I.Q. เพื่อวัดความรู้ของนักเรียน

7. การสอน (Tutorial instruction) บทเรียนในแบบการสอน จะเป็นโปรแกรมเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบข้อความ ภาพ สี เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกันแล้วให้นักเรียนตอบคำถาม

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2547, หน้า 11-12) แบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด หรือไม่อย่างไร จะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน จะเรียงลำดับรูปแบบใด เพราะการเรียน โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัด จนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือผู้ที่เรียนไม่ทันคนอื่น ๆ มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียน อธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอ บทเรียนในรูปแบบของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริง และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-Solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำ เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้คือลดค่าใช้จ่าย ลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสุข สนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่า กำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ โดยข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) เป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการคำนวณผลสอบยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2538) ได้แบ่งลักษณะ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear program) คือ บทเรียนที่จัดลำดับการเรียนรู้จากการตอบสนองของผู้เรียนให้เหมือนกันหมดทุกคน หมายถึง บทเรียนที่มีการจัดระดับชั้น และหน่วยของบทเรียนตั้งแต่ง่ายไปหายาก ผู้เรียนต้องเริ่มจากกรอบ (Frame) แรกจนถึงกรอบสุดท้ายตามลำดับ จะข้ามกรอบใดไม่ได้ เนื่องจากสิ่งที่เรียนหน่วยย่อยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับหน่วยถัดไป

2. บทเรียนแบบแตกกิ่ง (Branching) คือ บทเรียนที่จัดลำดับการเรียนรู้ของผู้เรียนตามการตอบสนอง (Feedback) ของผู้เรียนแต่ละคน ทุกคนมีโอกาสเรียนตามความสามารถของตนเอง อาจจะมีกระบวนการ ไม่เหมือนกับกระบวนการเรียนรู้ของคนอื่น ๆ ซึ่งตรงกับแบบเส้นตรง คือให้มีการเรียงลำดับข้อความย่อย โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของข้อความย่อย ๆ เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง บทเรียนอาจจะบอกกับผู้เรียนให้ข้ามกรอบนี้ ไปเรียนกรอบต่อไปได้ แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง อาจต้องเรียนข้อความย่อยต่าง ๆ เพิ่มเติมก่อนที่ละก้าว การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับชั้น แต่ละกรอบจนไปถึงจุดสุดท้าย แต่อาจจะย้อนไปย้อนมาในกรอบต่าง ๆ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน บทเรียนแบบแตกกิ่งมี 3 แบบ คือ

แบบที่ 1 เมื่อตอบกรอบหลักผิด ก็จะแยกไปศึกษาคำอธิบายของคำตอบที่ผิด

แบบที่ 2 เมื่อตอบผิด ต้องมีการสอนซ่อมเสริมกัน แล้วอาจกลับไปเรียนกรอบที่ผ่านมาแล้ว

แบบที่ 3 เมื่อตอบผิด แยกไปเรียนซ่อมเสริมไม่ต้องกลับไปกรอบเดิม แต่ให้ไปยังกรอบต่อไปได้เลย

3. บทเรียนแบบผสม (Combination program) หมายถึง บทเรียน โปรแกรมที่ให้โอกาสการตอบสนองของผู้เรียน โดยมีทั้งแบบเส้นตรง และแบบแตกกิ่งในบทเรียนเดียวกัน โดยพิจารณาใช้แต่ละแบบในแต่ละตอนตามความเหมาะสม

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2544) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ ตามรูปแบบ โครงสร้างของ บทเรียนออกได้เป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบแนวเส้นตรง (Linear program) ประกอบด้วยกรอบบทเรียน ที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง และสร้างได้ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหา หรือกรอบคำถามเรียงต่อเนื่องกันไป ในทิศทางเดินทางเดียว ลักษณะรูปแบบข้างต้น ไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเพราะจัดเรียงเนื้อหาตายตัว ผู้เรียน ได้รับหรือเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงไม่เหมาะกับผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน

2. โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching program) บทเรียนลักษณะนี้ ได้รับความนิยมนอกจากผู้เรียนมากกว่ารูปแบบแนวเส้นตรง เพราะมีลักษณะที่ท้าทาย น่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพราะจะให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนตามลำดับความรู้ ความเข้าใจ และความสนใจของผู้เรียน

โครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง สามารถแบ่งเป็นหลายรูปแบบ ดังนี้

2.1 แบบซ้ำกรอบเดิม (Linear format with repetition) มีลักษณะ โครงสร้าง คล้ายแนวเส้นตรง ต่างกันที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง ก็จะได้ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูกต้อง โปรแกรมจะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายัง กรอบเนื้อหาเดิม อีกครั้งและถามคำถามเดิมซ้ำอีก โครงสร้างรูปแบบนี้ เหมาะกับบทเรียน คอมพิวเตอร์ประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝน และฝึกหัด เกมประกอบการเรียนการสอน สถานการณ์ จำลอง และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and skip format) บทเรียนลักษณะนี้ จะทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่าน จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้น ไปยังกรอบ เนื้อหา จุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้ จะมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่าง ระหว่างบุคคล โครงสร้างรูปแบบเหมาะสมต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ ฝึกฝน ฝึกหัด เกมประกอบการเรียน การสอนสถานการณ์จำลอง และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate frames) บทเรียนลักษณะนี้กำหนดผู้เรียน ไปยัง กรอบบทเรียนต่าง ๆ ตามระดับความสามารถ ความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้เรียน ได้รับ มีลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแนวเส้นตรง ผู้เรียนอาจข้าม กรอบไปได้หลาย ๆ กรอบบทเรียน ถ้าผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน บทเรียนอาจส่งผู้เรียน กลับมายังกรอบที่ผ่านมาแล้ว เพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ โครงสร้างบทเรียนรูปแบบนี้เหมาะ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝน ฝึกหัด เกมประกอบการเรียน

การสอน สถานการณ์จำลอง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.4 แบบเส้นทางเดินหลายทาง (Secondary tracks) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบบทเรียนในเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบบทเรียนเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 นอกจากนี้ทางเดินในระดับที่ 2 และ 3 ยังมีเส้นทางเดินมากกว่า 1 เส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใด หรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะให้เนื้อหารายละเอียดจากน้อยไปสู่มากตามลำดับโดยเนื้อหาในกรอบนี้เป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ขยายความหมายของบางคำให้ชัดเจนขึ้น โครงสร้างบทเรียนรูปแบบนี้ เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไฮเปอร์เท็กซ์และไฮเปอร์มีเดีย

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single remedial branch) บทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเนื้อหาในกรอบต่อไป หากตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม ก่อนจะไปเนื้อหากรอบต่อไป โครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝน และฝึกหัด

2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial loops) บทเรียนนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว แต่ต่างกันตรงที่แทนที่จะแตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียว แต่มีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิม โครงสร้างแบบนี้ เหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวน ความรู้ ฝึกฝน

2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple remedial branches) บทเรียนลักษณะเช่นนี้ ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูลแล้ว ตามด้วยกรอบคำถาม ที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงจะส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือก จะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือ ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะไปกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป ถ้าผู้เรียนตอบผิด บทเรียนก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริม ก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่ แบบนี้เหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝน และฝึกหัด

2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching frame sequences) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วย เนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่งได้ กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดง ข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็ข้อมูลที่ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหา และเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะ เป็นตัวกำหนดว่า จะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบถูก ก็จะไปยังกรอบเนื้อหา ต่อไป แต่ถ้าตอบผิดจะต้องไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิม เพื่อศึกษา และตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้น การตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหา ความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียนบางคนอาจผ่านทั้ง กรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริมเพียง บางกรอบ บทเรียนนี้เหมาะกับทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ผักผ่อน และฝึกหัด สถานการณ์จำลองและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound branches) บทเรียนรูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มี คำตอบใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถาม จะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ ตามพื้นฐาน ความรู้ ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล

สรุปได้ว่า รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายประเภท การนำคอมพิวเตอร์รูปแบบใดมาใช้งานนั้น ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ หลายประการ

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รูปแบบสำหรับพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้รับการยอมรับจากนัก การศึกษา มีหลายรูปแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงโมเดลแสดงขั้นตอนการออกแบบ ของ Roblyer; Hall และโมเดลแสดงขั้นตอนการออกแบบของ Alessi and Trollip (1991 อ้างถึงใน วุฒิชัย ประสารสอย, 2543, หน้า 28-39)

1. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer & Hall, (1985 อ้างถึงใน วุฒิชัย ประสารสอย, 2543, หน้า 28) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1.1 ขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดเป้าหมายการสอน วิเคราะห์รูปแบบการสอน

1.2 ขั้นตอนที่ 2 เป็นการออกแบบบทเรียน โดยเขียนเป็นผังงาน สร้างกรอบแสดง

เรื่องราวของบทเรียนว่าจะประกอบด้วยอะไรบ้าง มีข้อความ การเสริมแรง ผลป้อนกลับ การดำเนิน ขั้นตอนของเนื้อหา และการทบทวนการออกแบบ ก่อนนำไปสร้างโปรแกรมบทเรียน

1.3 ขั้นตอนที่ 3 เป็นการทดลองสร้างโปรแกรมบทเรียน มีการทดสอบการใช้ และแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

2. แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi; Trollip คล้ายคลึงกับ แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Roblyer; Hall แตกต่างตรงที่แบบจำลอง การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi and Trollip ได้รวมเอาการทดสอบการใช้บทเรียน ระหว่างผลิตไว้ และใช้เวลาให้มากในขั้นตอนการปรึกษาหารือการวางแผนออกแบบ มากกว่า ที่จะมุ่งเน้นเฉพาะแต่ขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Alessi and Trollip, 1991, p. 30 อ้างถึงใน วุฒิชัย ประสารสอย, 2543, หน้า 29-39) ดังนี้

2.1 ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)

2.1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine goals and objectives)

2.1.2 เก็บข้อมูล (Collect resources)

2.1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn content)

2.1.4 สร้างความคิด (Generate ideas)

2.2 ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design instruction)

2.2.1 ทอนความคิด (Elimination of ideas)

2.2.2 วิเคราะห์งานและคอนเซ็ปต์ (Task and concept analysis)

2.2.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary lesson description)

2.2.4 ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design)

2.3 ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart lesson)

2.4 ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create storyboard)

2.5 ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program lesson)

2.6 ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce supporting materials)

2.7 ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินผลและแก้ไขบทเรียน (Evaluation and revise)

โรเบิร์ต กาย (Robert Gagne) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอน 9 ขั้น ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ ขั้นตอนนี้เป็นการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนมีความต้องการจะเรียน โดยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเริ่มด้วยหน้านำซึ่งมีการใช้ภาพ สีสัน หรือภาพเคลื่อนไหว ต่าง ๆ เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน โดยมีเงื่อนไขว่า หน้านำเรื่อง การใช้ภาพ สีสัน ภาพเคลื่อนไหว จะต้องเกี่ยวข้องกับบทเรียนด้วย และที่นิยมทำกันมากก็คือ การแสดงชื่อของบทเรียน ชื่อผู้สร้าง บทเรียน แนะนำตัวนำเรื่อง (ที่อาจมี) ในบทเรียนหรือแนะนำเนื้อหาทั่วไปในบทเรียน เป็นต้น

2. บอกวัตถุประสงค์ คือ การบอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบเป้าหมายในการเรียนโดยรวมหรือสิ่งต่างๆ การบอกวัตถุประสงค์นี้ อาจจะอยู่ในรูปของวัตถุประสงค์กว้างๆ จนถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. ทบทวนความรู้เดิม การทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน ตามทฤษฎีโครงสร้างความรู้ (Schema theory) การรับรู้ (Perception) เป็นสิ่งสำคัญ ทำให้เกิดการเรียนรู้ การเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่ ถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น โดยปกติการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียน ทางเลือกในการเข้าถึงความรู้พื้นฐาน ในส่วนที่จำเป็น สำหรับที่จะรับรู้พื้นฐานนั้น ผู้ออกแบบควรจะใช้เวลาให้มากในการพิจารณาเนื้อหาของบทเรียน ว่าการประเมินความรู้ก่อนเรียน และการปูความรู้พื้นฐานนั้น มีความจำเป็นสำหรับเนื้อหา นั้นมากน้อยเพียงใด การพิจารณาตัดสินใจในส่วนนี้ จะมีผลในการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพ

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ การนำเสนอเนื้อหาใหม่โดยให้ตัวกระตุ้น (Stimuli) ที่เหมาะสม การเสนอเนื้อหาใหม่เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการสอน ทั้งนี้เพื่อให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบในการนำเสนอเนื้อหานั้นมีด้วยกันหลายลักษณะ ตั้งแต่ใช้ข้อความ ภาพนิ่ง ตาราง ข้อมูล กราฟ แผนภาพ กราฟิก ไปจนถึงการใช้ภาพเคลื่อนไหว

5. ซึ่งแนวทางการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การออกแบบให้บทเรียนนำเสนอเนื้อหา ควรจะใช้เทคนิคการกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เช่น การถามคำถามให้ผู้เรียนตอบ หรือใช้ภาพในการนำเสนอตัวอย่างต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ให้ผู้เรียนได้ทดลอง หรือมีการโต้ตอบกับตัวอย่างนั้นๆ จนผู้เรียนสามารถค้นพบแนวคิดด้วยตัวเอง

6. กระตุ้นการตอบสนอง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น การกระตุ้นให้เกิดการตอบสนอง จะอยู่ในรูปของกิจกรรมต่างๆ ที่ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และปฏิบัติในเชิงโต้ตอบ โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการให้ผู้เรียนแสดงถึงความเข้าใจในสิ่งที่กำลังเรียน

7. การให้ผลป้อนกลับ หรือให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียนเกี่ยวกับความถูกต้องระดับความถูกต้องของคำตอบนั้นๆ การให้ผลป้อนกลับเป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่ง ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง การให้ผลป้อนกลับนั้นนอกจากจะทำให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้อง มากน้อยเพียงใด ยังทำให้เกิดแรงจูงใจอีกด้วย เราสามารถแบ่งผลป้อนกลับเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะการปรากฏ (Appearance) ได้ดังนี้ 1) แบบไม่เคลื่อนไหว 2) แบบเคลื่อนไหว 3) แบบโต้ตอบ และ 4) แบบทำเครื่องหมาย

นอกจากนี้ เรายังสามารถแบ่งผลป้อนกลับตามธรรมชาติของเนื้อหา (Content) เป็น 2 ลักษณะ คือ ผลป้อนกลับพร้อมคำอธิบาย (Constructive Feedback) และผลป้อนกลับ

ไว้คำอธิบาย (Non-constructive feedback)

8. ทดสอบความรู้ การทดสอบความรู้ (Post-test) เป็นการประเมินว่า ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ตรงตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การทดสอบความรู้ นั้น อาจเป็นการทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจบวัตถุประสงค์หนึ่ง ซึ่งอาจเป็นช่วงระหว่างบทเรียน หรือจะอาจเป็นการทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนจบทั้งบทแล้วก็ได้ สิ่งจำเป็นในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้เวลาในการออกแบบการทดสอบความรู้ให้มาก เพื่อให้ได้มาซึ่งการทดสอบความรู้ที่เชื่อถือได้ (Valid) ผู้ออกแบบควรที่จะหลีกเลี่ยงข้อจำกัดเรื่องความยืดหยุ่นของ โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการสร้างแบบทดสอบ ขณะเดียวกันก็ควรพยายามใช้ข้อ ได้เปรียบของ โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โปรแกรมที่มีลักษณะที่ช่วยในการสร้างแบบทดสอบ

9. การจำและนำไปใช้ สิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทน ในการจำข้อมูลความรู้ใด ข้อมูลความรู้หนึ่งนั้น คือการทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน (Meaningful context) การทำให้เกิดบริบทที่มีความหมายต่อผู้เรียน หมายถึงทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าข้อมูลความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ไปนั้นมีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลความรู้เดิม คือประสบการณ์ที่ผู้เรียนมีความคุ้นเคยอย่างไร ดังนั้นผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะนำเสนอการสรุปแนวคิดที่สำคัญ ซึ่งครอบคลุมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลความรู้ใหม่ กับข้อมูลความรู้เดิมของผู้เรียน รวมทั้งการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือบริบทอื่น ๆ ที่แตกต่างไปจากตัวอย่างที่ใช้ในบทเรียนด้วย นอกจากนี้ยังควรจัดให้มีคำแนะนำเกี่ยวกับแหล่งความรู้เพิ่มเติมอีกด้วย

สรุปได้ว่า ขั้นตอนการออกแบบการสอน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 9 ขั้นตอน คือ ดึงดูดความสนใจ บอกวัตถุประสงค์ ทบทวนความรู้เดิม การเสนอเนื้อหาใหม่ ซึ่งแนวทางการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระตุ้นการให้ผลป้อนกลับ หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังผู้เรียน ทดสอบความรู้ ขั้นตอนการจำ นำไปใช้ ขั้นตอนการออกแบบการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้ง 9 ขั้นตอน ไม่ใช่ขั้นตอนที่ตายตัว แต่มีความยืดหยุ่นในตัวของมัน กล่าวคือ ผู้ออกแบบไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับตายตัวที่ได้กำหนดไว้ และไม่จำเป็นต้องใช้ครบทั้งหมด โดยผู้ออกแบบสามารถนำขั้นตอนการออกแบบการสอน ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 9 ขั้น นี้ไปใช้เป็นหลัก และดัดแปลงให้สอดคล้องกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนในเนื้อหาหนึ่ง ๆ

การทดลองใช้และทดสอบประสิทธิภาพบทเรียน

เมื่อทำการผลิตสื่อชนิดต่างขึ้นมาแล้ว ผู้ผลิตจำเป็นต้องทำการประเมินผลสื่อที่ผลิตขึ้นมาเสียก่อนที่จะนำไปใช้ในสภาพจริงต่อไป การประเมินผลบทเรียน ก็คือการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนนั่นเอง (Developmental testing) ซึ่งก็คือ การนำบทเรียนนั้น ๆ ไปทดลองใช้ (Try out) โดยการนำไปใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำไปสอนจริง (Trial run) ต่อไป ผู้ผลิตบทเรียนจำเป็นต้องทดสอบประสิทธิภาพเพราะสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้ 1) เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมามีคุณภาพ 2) เพื่อให้แน่ใจได้ว่าบทเรียนสามารถทำให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างแท้จริง และ 3) เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่าเมื่อผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก ๆ แล้วสามารถใช้ได้เป็นอย่างดี คู่มากับการลงทุน

The 90/90 Standard เป็นเกณฑ์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมสำหรับการหาค่าประสิทธิภาพของสื่อประเภทที่เรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล เช่น แบบเรียนโปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ทั้งนี้ เกณฑ์ประสิทธิภาพ The 90/90 Standard มีพื้นฐานมาจาก Mastery Learning ที่มีความเชื่อว่า คนแต่ละคนมีความแตกต่างกัน และคนทุกคนมีความสามารถที่เรียนรู้ได้ เพียงแต่ว่าหากคนคนนั้นได้รับเวลาที่เพียงพอในการศึกษาจนกว่าเขาคนนั้นจะบรรลุถึงจุดหมายการเรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ นั่นหมายความว่า สื่อประเภท แบบเรียนโปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงจำเป็นต้องจัดให้ผู้เรียนใช้เรียนรู้ด้วยตนเอง มิใช่ครูเอาเข้าไปสอนให้เรียนไปพร้อม ๆ กันในชั้นเรียน

เปรี๊ยะ กุมุท (2519) กล่าวไว้ว่า สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งของการสอนแบบโปรแกรม ก็คือ บทเรียนโปรแกรมที่เขาสร้างกันขึ้นนั้น เขาสร้างขึ้นด้วยจุดมุ่งหมายที่เฉพาะเจาะจง ต่อไปเขาก็อยากทราบว่าจุดมุ่งหมายต่าง ๆ เหล่านั้น บทเรียนสามารถทำให้บรรลุไปได้เพียงใดหรือไม่ ก็ต้องมี การทดสอบกัน ในการทดสอบผลของการใช้บทเรียนโปรแกรมนี้ ได้มีผู้นำเอาเทคนิคการวัดผลหลายอย่างมาใช้ และเทคนิคที่ใช้กันมากที่สุดวิธีหนึ่งก็คือเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard)

90 ตัวแรก เป็นคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ซึ่งหมายถึงนักเรียน ทุกคน เมื่อสอนครั้งหลังเสร็จ ให้คะแนนเสร็จ นำคะแนนมาหาค่าร้อยละให้หมดทุกคะแนนแล้ว หาค่าร้อยละเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ถ้าบทเรียน โปรแกรมถึงเกณฑ์ ค่าร้อยละเฉลี่ยของกลุ่มจะต้องเป็น 90 หรือ สูงกว่า

90 ตัวที่สอง แทนคุณสมบัติที่ว่า ร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมดได้รับผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายแต่ละข้อ และทุกข้อของบทเรียนโปรแกรม นั้น สมมุติว่าบทเรียนทั้งหมด วัดทุกจุดมุ่งหมายด้วยข้อสอบจำนวน 10 ข้อ และเราทดสอบนักเรียน 100 คน ด้วยข้อทดสอบนี้ ท่านเปรี๊ยะ กุมุท บอกว่า เราจะไม่นยอมให้นักเรียนทำข้อไหนผิดเลยได้ 90 คน หรือมากกว่า

ที่ทำผิดบ้างข้อจะต้องมีจำนวนไม่เกินร้อยละ 10 หรือ 10 คน ถ้าเกิดมีการทำผิดในบางข้อขึ้นเกินกว่าร้อยละ 10 จะต้องมีการแก้ไขข้อนั้น ๆ เสียใหม่ แล้วทำการทดสอบบทเรียนอีก เมื่อท่านบอกว่า เราแน่ใจว่า ตามลักษณะของผู้เรียนที่กำหนด คะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่มอย่างน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 90 และไม่มีคนทำผิดในข้อหนึ่ง เกินกว่าร้อยละ 10 แล้ว ท่านควรตกลงใจได้แล้วว่า บทเรียนที่เขียนขึ้นได้สำเร็จเรียบร้อยลงแล้วและสามารถนำไปใช้ได้ต่อไป

สรุปได้ว่าว่า 90 ตัวแรก เป็นคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่มซึ่งหมายถึงนักเรียนทุกคน เมื่อสอนครั้งหลังเสร็จให้คะแนนเสร็จ นำคะแนนมาหาค่าร้อยละให้หมดทุกคะแนนแล้วหาค่าร้อยละเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม ถ้าบทเรียนโปรแกรมถึงเกณฑ์ ค่าร้อยละเฉลี่ยของกลุ่มจะต้องเป็น 90 หรือสูงกว่า (เปรื่อง กุมุท, 2519, หน้า 129)

90 ตัวที่สองแทนคุณสมบัติที่ว่า ร้อยละ 90 ของนักเรียนทั้งหมด ได้รับผลสัมฤทธิ์ตามความมุ่งหมายแต่ละข้อ และทุกข้อของบทเรียน โปรแกรมนั้น (เปรื่อง กุมุท, 2519, หน้า 129)

วิธีการคำนวณค่าประสิทธิภาพ

1. สร้างตารางบันทึกผลการสอบหลังเรียนกระบวนการใช้สื่อที่เรียนรู้ด้วยตนเองจะจบลงเมื่อผู้เรียนได้นำสื่อไปเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลจนจบ และอาจจะเรียนหลายรอบในคราวเดียวกันก็ได้ จนผู้เรียนมั่นใจว่ามีความรอบรู้ในเรื่องนั้น ๆ อย่างเพียงพอแล้ว ก็จะต้องมาผ่านการทดสอบด้วยแบบทดสอบหลังเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาไว้แล้ว (ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน) เมื่อผู้เรียนได้ผ่านการทดสอบจนครบ นำผลการทำข้อสอบของผู้เรียนแต่ละคนมาบันทึกลงในตารางบันทึกผลการสอบหลังเรียน ซึ่งตารางบันทึกผลการสอบนี้จะต้องแยกหมวดหมู่ของข้อสอบตามแต่ละวัตถุประสงค์เพื่อสะดวกต่อการพิจารณาการผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์การเรียนรู้

2. ตรวจสอบผลการสอบของผู้เรียนแต่ละคนดำเนินการตรวจผลการสอบว่าผู้เรียนแต่ละคนได้คะแนนจากการสอบหลังเรียนคนละกี่คะแนน

3. พิจารณาผลการสอบว่าผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่าใดดำเนินการพิจารณาผู้เรียนเป็นรายบุคคลทีละวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าผู้เรียนคนแรกมีผลการสอบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ 1 หรือไม่ หากผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็พิจารณาวัตถุประสงค์ที่ 2 ต่อไป หากไม่ผ่านก็พิจารณาผู้เรียนคนใหม่ต่อไป แต่ถ้าผ่านก็พิจารณาวัตถุประสงค์ที่ 3 ต่อไป เช่นนี้จนครบทุกวัตถุประสงค์ หากผู้เรียนมีผลการสอบ “ผ่าน” ทุกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมก็จะเริ่มนับผู้เรียน คนนั้นเป็นคนที่ 1 กระทำลักษณะเช่นนี้กับผู้เรียนทุกคน ทีละคนเรื่อยไปจนครบ ก็จะทำให้ได้จำนวนผู้เรียนที่ผ่านทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อนำไปคำนวณค่าประสิทธิภาพ 90 ตัวหลัง ต่อไป

4. คำนวณประสิทธิภาพสูตรที่ใช้คำนวณ

$$90 \text{ ตัวแรก} = \{(\sum X / N) \times 100\} / R$$

90 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผลการทดสอบที่ผู้เรียนแต่ละคน ทำได้ถูกต้องจาก

การทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพครั้งนี้

R หมายถึง จำนวนคะแนนเต็ม ของแบบทดสอบหลังเรียน

$$90 \text{ ตัวหลัง} = (Y \times 100) / N$$

90 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของผู้เรียนที่สามารถทำแบบทดสอบผ่านทุกวัตถุประสงค์

Y หมายถึง จำนวนผู้เรียนที่สามารถทำแบบทดสอบผ่านทุกวัตถุประสงค์

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพครั้งนี้

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ มีขั้นตอน ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1: 1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน/ฝึกอบรม 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อนปานกลาง และเด็กเก่ง (เป็นการสะท้อนการเรียนรู้ที่แท้จริง) ซึ่งระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน (ชอบ หงุดหงิด ไม่เข้าใจ งง ฯลฯ) ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ (กิจกรรมต่าง ๆ) แบบทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณค่าประสิทธิภาพหากค่าไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น (คะแนนที่ได้ในการทดสอบประสิทธิภาพขั้นนี้จะต่ำกว่าเกณฑ์มาก)

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1: 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน/ฝึกอบรม 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนอ่อนปานกลาง และเด็กเก่ง) ซึ่งระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน (ชอบ หงุดหงิด ไม่เข้าใจ งง ฯลฯ) ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ (กิจกรรมต่าง ๆ) แบบทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณค่าประสิทธิภาพ หากค่าไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น (คะแนนที่ได้ในการทดสอบประสิทธิภาพขั้นนี้จะเพิ่มขึ้นเกือบเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้)

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1: 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน/ฝึกอบรม 1 คนทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น (ปกติใช้กับผู้เรียน 30-40

คน แต่ถ้าในโรงเรียนขนาดเล็กก่อนๆ โลมให้ใช้กับนักเรียน 15 คนขึ้นไป) ซึ่งระหว่างทดสอบ ประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน (ชอบ หงุดหงิด ไม่เข้าใจ งง ฯลฯ) ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ (กิจกรรมต่าง ๆ) แบบทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณค่าประสิทธิภาพ หากค่าไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรม ระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับ นักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติจะทดสอบประสิทธิภาพในชั้นนี้ไม่เกิน 3 ครั้งก็จะได้ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ด้วยเหตุนี้ขั้นทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1: 100

รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) และการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research)

รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D)

การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนาเป็นรูปแบบงานวิจัยที่มีความสำคัญสำหรับการพัฒนา นวัตกรรม ศาสตราจารย์ ดร.ชัยงค์ พรหมวงศ์ ให้แนวคิดไว้ ดังนี้

ลักษณะการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and development-R & D) ทางการศึกษา เกิดจากความต้องการพัฒนานวัตกรรมในรูปแบบ การศึกษาระบบ กระบวนการวิธีการ แนวปฏิบัติและสิ่งประดิษฐ์ที่จะขยายองค์ความรู้ใหม่ทางการศึกษา ก่อนนำ นวัตกรรมไปใช้ในการจัดการศึกษาทั้งในระบบโรงเรียน นอกโรงเรียน และการศึกษาตาม อุตสาหกรรมวิจัยที่จะนับเป็น R & D จะต้องเกี่ยวข้องกับ “ของใหม่” และต้องจัดอยู่ในลักษณะ ดังต่อไปนี้ (NIFU Nordic Institute for Studies in Innovation, Research and Education, 2008)

การรวบรวมข้อมูลที่ดำเนินการโดยภาครัฐเพื่อบันทึกปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ทางชีววิทยาและทางสังคมเพื่อประโยชน์สาธารณะที่รัฐมีทรัพยากรและมีอำนาจใน ดำเนินการ อาทิ การรังวัดแผนที่ ภูมิอากาศ สมุทรศาสตร์ และการสำรวจดาวตก ฯลฯ การรวบรวมและวิเคราะห์ ข้อมูลที่เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ R & D เช่นการปลิวของฝุ่นกัมมันตภาพรังสีของโรงงาน ปฏิกรณ์นิวเคลียร์ การดำเนินการและการตีความข้อมูล การสำรวจและบันทึกข้อมูลประชากร การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เป็นถือเป็น R & D แต่การวิจัย เพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป เช่น การสุ่มตัวอย่างผู้ว่างงาน หรือการวิจัยการตลาด ไม่เป็น R & D

การศึกษาทฤษฎีใหม่หรือตัวแปรใหม่ที่มีผลกระทบหรือมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ขององค์กรในระดับต่าง ๆ เช่น ทางเศรษฐกิจระดับภูมิภาคและระดับชาติ การพัฒนาแบบจำลอง (Model) เพื่อพัฒนาหรือปรับปรุงนโยบายสาธารณะ ถือเป็น R & D แต่การวิจัยที่เกี่ยวนโยบายหรือ

การประเมินโครงการ การดำเนินงานของกระทรวง ทบวง กรม และสถาบันการศึกษาไม่เป็น R & D
 การวิจัยของนักศึกษาปริญญาเอกที่มุ่งพัฒนาระบบ แบบจำลองใหม่ ๆ ถือเป็นส่วนของ R & D แต่กิจกรรมการศึกษาและการฝึกอบรมบุคลากรไม่ถือเป็น R & D
 การบริหารและการจัดการ ถือเป็น R & D เป็นกิจกรรม R & D
 กิจกรรมนิเทศโครงการหรือกิจกรรมใด ๆ ถือเป็น R & D หากเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ R & D
 กิจกรรมหรือ โครงการวิจัยของสถาบันหรือองค์กรที่มีหน้าที่ดำเนินการ R & D ถือเป็น R & D กิจกรรมนอกนั้นไม่ถือเป็น R & D เช่น การเก็บข้อมูลทางวิทยาศาสตร์หรือทางเทคนิค การทดสอบ การควบคุมคุณภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่เป็นส่วนหนึ่งของโครงการหรือกิจกรรม R & D
 การทดสอบหรือตรวจสอบทางการแพทย์ที่กระทำเป็นประจำ เช่น การตรวจเลือดไม่เป็น R & D แต่การตรวจเลือดเพื่อทดสอบยาเป็น R & D
 ความหมายของการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา สรุปได้ดังนี้
 เป็นงานสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นอย่างมีระบบ เพื่อเพิ่มคลังแห่งองค์ความรู้ที่ครอบคลุมความรู้ของมนุษย์ วัฒนธรรมและสังคม และการใช้คลังความรู้เหล่านี้เพื่อสร้างแนวทางใหม่ในการจ้องค์ความรู้ไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์
 เป็นกิจกรรมแสวงหาความรู้ใหม่ที่ธุรกิจและอุตสาหกรรมใช้สำหรับค้นหาข้อค้นพบใหม่ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่หรือกระบวนการใหม่ หรือเพื่อการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ถือเป็นวิธีการที่ธุรกิจใช้ในการสร้างความเจริญด้วยการสร้างผลิตภัณฑ์และกระบวนการใหม่เพื่อขยายงานให้กว้างขวางขึ้น
 เป็นกิจกรรมการค้นคว้าเพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการ หรือเพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือขั้นตอนที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น เพื่อพัฒนาองค์กรให้เติบโตขึ้นตอนการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่เพื่อปรับปรุงหรือขยายการดำเนินงาน

โดยสรุป การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา เป็นการวิจัยเพื่อหาคำตอบเกี่ยวกับคุณภาพและประสิทธิภาพต้นแบบชิ้นงานนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นใหม่ เพื่อให้ได้สาระสรุประบบ กระบวนการวิธีการ แนวปฏิบัติและสิ่งประดิษฐ์ที่จะขยายองค์ความรู้ใหม่ทางการศึกษาก่อนนำนวัตกรรมไปใช้ในการจัดการศึกษาทั้งในระบบ โรงเรียน นอกโรงเรียน และการศึกษิตตามอัธยาศัย

ประเภทการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนาจำแนกตามระดับการวิจัย

ประเภท การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา ตามระดับการวิจัยจำแนกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ การวิจัย

เชิงวิจัยและพัฒนา พื้นฐาน การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์และ การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา เพื่อพัฒนาการทดลอง มีรายละเอียด ดังนี้

การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนาพื้นฐาน (Basic R & D) เป็นการวิจัยทดลองหรือทดสอบหลักการและทฤษฎีใหม่ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ทางการศึกษา เพื่อเป็นพื้นฐานอธิบายปรากฏการณ์ ข้อเท็จจริงสังเกตได้ โดยมีได้มีเป้าหมายในการประยุกต์ใช้ในอนาคต

ตัวอย่าง

- การวิจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ของระยะทางและขนาดตัวอักษรที่ปรากฏบนกระดานดำ ป้ายนิเทศ หรือจอภาพ

- การวิจัยเพื่อกำหนดรูปแบบพฤติกรรมสำหรับการทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียน

- การวิจัยเพื่อกำหนดองค์ประกอบการเรียนการสอนแบบภควันตภาพ (Ubiquitous learning)

การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ (Applied R & D) เป็นการวิจัยหาคำตอบจากการทดลองหรือทดสอบหลักการและทฤษฎีเพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่ที่จะนำไปประยุกต์ในโครงการที่จะพัฒนาขึ้น เช่น การจัดทำโครงการสร้างศูนย์ความรู้ชุมชน ต้องการวิจัยเพื่อหาคำตอบที่จำเป็นสำหรับดำเนินโครงการที่มีประสิทธิภาพ อาทิ 1) สัดส่วนและขนาดห้องสำหรับเก็บชุดการเรียนการสอน คู่มือรายบุคคล (Individual booth) และจำนวนห้องหรือชั้นหนังสือหรือเอกสารที่จำเป็นต่อผู้ใช้ 2) จำนวนหนังสือ ชุดการเรียนการสอน สื่อเดี่ยว และอุปกรณ์ที่จะเป็นสำหรับให้บริการตามสัดส่วนกับจำนวนนักเรียน 3) สภาพแวดล้อมทางกายภาพและการจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการศึกษด้วยตนเอง เป็นต้น

การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา เพื่อพัฒนาการทดลอง (Experimental R & D) เป็นการวิจัยเพื่อการออกแบบ พัฒนาและสร้างหรือปรับปรุงนวัตกรรมการศึกษาใหม่เพื่อให้ได้ต้นแบบชิ้นงานนวัตกรรม (Innovative prototype) สารสรุป ระเบียบ ระบบ กระบวนการ วิธีการและสิ่งประดิษฐ์เพื่อนำมาใช้ทางการศึกษาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ มี 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรม 2) สำรวจความต้องการเกี่ยวกับนวัตกรรม 3) ร่างกรอบแนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรม 4) สอบถามความเห็นผู้เชี่ยวชาญ 5) ยกร่างต้นแบบชิ้นงานนวัตกรรม 6) ทดสอบประสิทธิภาพและหรือรับรองต้นแบบชิ้นงานนวัตกรรม และ 7) ปรับปรุงและเขียนรายงานการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1: ศึกษาองค์ความรู้หรือเนื้อหาสาระเกี่ยวกับต้นแบบชิ้นงาน (Study the Body of Content) โดยวิจัยเอกสารจากการทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์ผู้รู้/ ผู้ทรงคุณวุฒิและการศึกษาดูงาน

ขั้นที่ 2: ประเมินความต้องการต้นแบบชิ้นงาน (Assess needs for the innovative prototypes) เพื่อหองค์ประกอบ (Components) ป้อนเข้า กระบวนการ (Procedure) ขั้นตอน (Logical steps) และรายละเอียด (Specifications)

ขั้นที่ 3: พัฒนารอบแนวคิดต้นแบบชิ้นงาน (Develop conceptual framework) โดยเขียนกรอบแนวคิดที่ประกอบด้วยทฤษฎีและหลักการ (Theories and principles) องค์ประกอบ (Components) ของนวัตกรรม กระบวนการ (Process) การทำงานของนวัตกรรม ขั้นตอนตามลำดับ (Logical steps) และรายละเอียด (Specification) ของนวัตกรรม

ขั้นที่ 4: ถามความเห็นผู้เชี่ยวชาญ (Seek Experts' Opinions) เป็นการนำกรอบแนวคิดนวัตกรรมไปขอความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้วิธีส่งแบบสอบถาม (Via questionnaire) ใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi technique) หรือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Focus group)

ขั้นที่ 5: ร่างต้นแบบชิ้นงาน (Draft the innovative prototype) เป็นการพัฒนาต้นแบบชิ้นงานของนวัตกรรมตามลำดับขั้นคือ การออกแบบชิ้นงาน (Design and develop the prototype) และเขียนรายละเอียดนวัตกรรม (Write the details of the prototype)

ขั้นที่ 6: รับรองและทดสอบต้นแบบชิ้นงาน (Verify or test the prototype) เป็นการนำร่างนวัตกรรมไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพตาม 2 ขั้นตอน คือ (1) การทดลองใช้เบื้องต้น (Tryout) และทดลองใช้จริง (Trial run)

ในกรณีที่เป็นวัตกรรมขนาดใหญ่ที่ต้องใช้เวลาพัฒนาหรือลงทุนสูง ก็อาจให้ ผู้ทรงคุณวุฒิ 3-5 คนรับรอง (Verification by experts)

หลังจากการทดลองใช้หรือรับรองจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว ก็ต้องเขียนรายงานผลการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ขั้นที่ 7: ปรับปรุงและเขียนรายงาน (Finalize the prototype and write final reports) เป็นการเขียนรายงานผลการวิจัยให้เป็นไปตามรูปแบบ (Stylebook) ขนาดและรูปแบบอักษร

โครงสร้างรายงานที่ต้องเป็นแบบหกบท (Six chapter format) เอกสารอ้างอิง/บรรณานุกรม และภาคผนวก

เงื่อนไขการสร้างนวัตกรรม

การสร้างนวัตกรรมต้องครอบคลุมสองขั้นตอนคือการออกแบบและการพัฒนา โดยมีเงื่อนไขสำคัญ คือ

ต้องมีกรอบในการพัฒนานวัตกรรมโดยอิงระบบ อาทิ CIPOF Model (C-Context, I-Input, P-Process, O-Output, and F-Feedback) โดยทาการวิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดองค์ประกอบด้านป้อนเข้า องค์ประกอบด้านกระบวนการ องค์ประกอบด้านผลลัพธ์ และ

องค์ประกอบด้านผลย้อนกลับ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2554) หรือ ADDIE Model (A-Analysis, D-Design, D-Development, I-Implementation, E-Evaluation) ด้วยการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมิน (Dick & Carey, 1996)

ต้องทบทวนวรรณกรรมอย่างทะลุปรุโปร่งเพื่อให้แน่ใจว่า สิ่งที่คุณวิจัยจะทำการวิจัยและพัฒนา นวัตกรรมหรือสิ่งใหม่นั้น ต้องเป็นนวัตกรรมที่ไม่ได้มีใครพัฒนาขึ้นมาก่อน เพื่อที่จะได้ ไม่แอบอ้างว่า ตนเป็นคนแรกที่พัฒนานวัตกรรมนี้ขึ้น หากพบว่า เป็นนวัตกรรมที่มีอยู่แล้วและ ประสงค์จะปรับเปลี่ยนให้ดีขึ้น ต้องดำเนินการตามขั้นตอนการปรับเปลี่ยนนวัตกรรม

ต้องดำเนินการพัฒนานวัตกรรมตามขั้นตอนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพ การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา ต้องยึดขั้นตอนนี้ในการวิจัยและทดสอบคุณภาพของนวัตกรรมด้วย แต่ต้องขอความเห็นชอบจากเจ้าของนวัตกรรม ยกเว้นนวัตกรรมนั้นพื้นที่ลิขสิทธิ์ที่กฎหมาย กำหนด แต่ต้องอ้างอิงเจ้าของนวัตกรรม ไม่แอบอ้างนำเป็นของตนเอง

เมื่อพัฒนานวัตกรรมและผ่านการวิจัยและพัฒนาแล้ว ต้องทำการเผยแพร่ นวัตกรรม หากต้องการจดสิทธิบัตรต้องดำเนินการก่อนที่จะมีการเผยแพร่

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เจนศักดิ์ แสงคำเฉลียง (2547) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง มัลติมีเดียร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 กรมอาชีวศึกษา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.9/ 91.9 และจากรายงานการวิจัยของ

ชนวัฒน์ ฉลาดสกุล (2553) เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง บทที่ 3-6 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าก่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ณัฐจิกานต์ มาลาสิงห์ (2555) ได้วิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาล 5 (วัดกลางวรวิหาร) เทศบาลนครสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 81.81/ 81.83 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 0.6107 นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียน

มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ประดิษฐ์ จันทร์แก้ว (2555) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี เรื่องเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 83.11/ 84.85 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/ 80 ที่กำหนด ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 0.7143 แสดงว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 71.43 ความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

ดันน์ (Dunn, 2002) ได้ทำการวิจัยการสำรวจผลกระทบของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการอ่านกับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติที่มีต่อนักเรียน ซึ่งเข้าเรียนใหม่ในระดับมัธยมศึกษา โดยทำการสำรวจผลกระทบของการสอนวิชาการอ่านแบบปกติ กับการสอนวิชาการอ่าน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อนักเรียนเกรด 9 ดังนั้น กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย จึงเป็นกลุ่มของนักเรียนในชั้นเรียนเกรด 9 จำนวน 141 คน ซึ่งลงทะเบียนเรียนในวิชาการอ่านมานานกว่า 2 ปี การวิจัยใช้แบบทดสอบของ Iowa testes of basic skills (ITBS) เป็นแบบทดสอบแบบก่อนและใช้ Tests of achievement and proficiency (TAP) เป็นแบบทดสอบแบบหลังนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 78 คน ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มควบคุม ซึ่งใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ในช่วงปีการศึกษา 1998-1999 และนักเรียนอีก 73 คน ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มทดลอง ซึ่งใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในช่วงปีการศึกษา 1999-2000 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีค่าคะแนนจากแบบทดสอบแบบหลังการทดลอง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แต่อย่างไรก็ตาม จากก่อนเรียนนักเรียนในกลุ่มทดลองซึ่งใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลการปฏิบัติงานด้านการอ่านที่ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุม จากการวิเคราะห์ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองนักเรียนหญิงสามารถแสดง ผลการปฏิบัติงานที่ดีกว่านักเรียนชาย มีผลการปฏิบัติงานที่ดีกว่านักเรียนชาย และนักเรียนหญิงในกลุ่มควบคุมอีกด้วย และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างคะแนนจากผลการปฏิบัติงานด้านการอ่านของนักเรียน จากแบบทดสอบของ ITBS ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน กับ TAP ซึ่งเป็นแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งจากนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากผลการวิจัย จึงสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการอ่าน คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนอีกวิธีหนึ่ง ซึ่งสามารถ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ในการอ่านจากการวัดด้วยข้อสอบมาตรฐาน

เอดิน (Aydin, 2005) ได้ศึกษา เรื่องการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยเรียนภาษาในการจัดการเรียนการสอนวิชาการอ่านเพื่อความเข้าใจ ทำให้เกิดพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ตลอดจนผู้เรียน

มีความพึงพอใจต่อการเรียน ซึ่งควรสนับสนุนให้ครูนำไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป
 งาม (Zhang, 2005, Web Site) ได้ ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยเรียนภาษากับการสอน โดยการบรรยายในชั้นเรียน วิชาทักษะการสื่อสาร
 ประชากรในการวิจัย เป็นนักเรียนจำนวน 108 คน นักเรียนในกลุ่มควบคุมกลุ่มหนึ่งจะถูกสอนโดย
 การเรียนรู้แบบเก่าการฟังบรรยายในชั้นเรียน และอีกกลุ่มหนึ่งให้มีการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนสามารถศึกษา เรียนรู้ด้วยตนเองได้ สรุปว่า การจัดการเรียนรู้
 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยเรียนภาษา ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น มีประสิทธิภาพ
 และประสิทธิผล ตลอดจนผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน

เมนโบร็อกเกอร์ (Menebroker, 2006) ได้วิจัยเรื่องผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์
 ช่วยสอน (CAI) ชุด Grammar on the Go เพื่อศึกษาว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ชุด Grammar on the Go สามารถช่วยเพิ่มระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นได้จริงหรือไม่ ซึ่งในบทเรียนแรกจะเป็นการสอน
 ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการสะกดคำที่เป็นพหูพจน์อย่างถูกต้อง จากนั้นก็จะเป็นบทเรียนที่สอนให้
 นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใส่เครื่องหมายวรรคตอนที่เป็นเอกพจน์ และใช้คำนามแสดงความเป็นเจ้าของ
 ที่เป็นพหูพจน์อย่างถูกต้อง ในบทเรียนสุดท้ายจะเป็นการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการใช้คำนาม
 พหูพจน์ และใช้คำนามแสดงความเป็นเจ้าของอย่างถูกต้อง กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียน 30 คน
 ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากชั้นเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 (CAI) ชุด Grammar on the Go เป็นเวลา 45 นาที ต่อวัน ตลอดช่วงระยะเวลา 4 วัน ผลการวิเคราะห์
 ข้อมูล จากแบบทดสอบก่อนการทดลองและหลังการทดลอง พบว่า ค่าคะแนนที่มีระดับสูงขึ้น
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ชุด Grammar
 on the Go และยังพบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามในส่วนที่แจกให้กับนักเรียนแล้ว
 ปรากฏผลที่ชัดเจนว่า ระดับแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนก็มีระดับที่เพิ่มสูงขึ้นอีกเช่นกัน

ไวท์ (White, 2007) ได้วิจัยการศึกษาผลกระทบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)
 ที่มีต่อการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ พบว่า ทักษะด้านภาษาอังกฤษของนักเรียนสามารถได้รับ
 การพัฒนาได้โดยใช้สื่อการเรียนประเภทโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่น่าดึงดูด และน่าสนใจ
 กลุ่มตัวอย่าง ยังได้รับการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลคะแนน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน
 ระหว่างเรียนและหลังเรียน และทำการวิเคราะห์เพื่อสรุปผลโดยใช้วิธีการจับคู่ค่าที่ (Paired *t-test*)
 สรุปได้ว่า ทักษะด้านภาษาของนักเรียนสามารถได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยใช้บทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาเอกสารและงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนได้รับความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้น ส่งผลให้เกิดความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาเรียน ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะเพิ่มขึ้น มีความคงทนในการเรียน มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนและผู้เรียน เพราะการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนการสร้างอย่างมีระบบ ประกอบกับการใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เหมาะสมสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน จึงเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับ
นิตยปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา เป็นการศึกษา และการวิจัย และพัฒนา (Research & Development: R & D) ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. กำหนดลักษณะและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. ทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสาร และเก็บรวบรวมข้อมูลนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์เอกสาร
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนการสอนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา
2. เนื้อหา ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การทดลองใช้และทดสอบประสิทธิภาพบทเรียน
5. รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลังจากศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำมา
กำหนดลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นต่อไป

กำหนดลักษณะและออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่นำเสนอหลายรูปแบบทั้งข้อความ
ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์มาผสมผสานกันในการนำเสนอ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ
มีความสะดวกตรงกับความต้องการ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
มีรายละเอียด ดังนี้

1. มีเมนูหลัก เพื่อให้ผู้เรียนเลือกใช้ ประกอบด้วยเมนูคำสั่งชี้แจงหรือคำแนะนำ เมนูวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เมนูเนื้อหาหลัก ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาแต่ละบท แบบฝึกหัดหลังเรียนแต่ละบท สรุป/ ทบทวนบทเรียนและ แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งการนำเสนอจะเป็นลักษณะข้อความ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์สรุปบทเรียนประกอบกับการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนแบบทันทีทันใด

2. ในขณะที่เรียน ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเมนูใดก่อนก็ได้ ซึ่งผู้เรียนสามารถควบคุมการนำเสนอเนื้อหาได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถเข้าสู่บทเรียน โดยใช้เมาส์และเป็นพิมพ์เป็นหลักในการเลือกเนื้อหาได้ตามต้องการ

3. ในขณะที่เรียน ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนต่อไปได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องศึกษาบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ให้จบเสียก่อน หรือสามารถที่จะขอความช่วยเหลือได้ตลอดเวลา เช่น การตอบสนองในการทำกิจกรรม มีการแสดงผลคะแนน โดยทันทีที่ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จ หรือทำข้อสอบเสร็จ

4. ในบทเรียนจะมีแบบทดสอบในบทเรียน ซึ่งเป็นการทดสอบระหว่างเรียนซึ่งอยู่ในตอนท้ายของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน

5. เมื่อผู้เรียนต้องการออกจากบทเรียน สามารถกระทำได้ตลอดเวลาตามต้องการและสามารถกลับยังเมนูหลักได้เมื่อต้องการ

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยใช้กระบวนการพัฒนาตามขั้นตอน ADDIE MODEL มีรายละเอียด ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) โดยการวิเคราะห์ผู้เรียนใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ประสบการณ์ ความต้องการของผู้เรียน และลักษณะเฉพาะ ได้แก่ 1) ความรู้และทักษะพื้นฐานของผู้เรียนในเนื้อหาไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 2) ทักษะ 3) ทักษะคิด วิเคราะห์ เนื้อหา/ งาน (Content/ Task analysis) เพื่อบรรยายลักษณะงานที่ต้องปฏิบัติ รวมถึงการบอกขั้นตอนรายละเอียดเพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนด เช่น การแยกกิจกรรมย่อย (งานย่อย) เขียนเป็นแผนภูมิวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดรายละเอียดย่อยในแต่ละงาน การวิเคราะห์การสอน (Instructional analysis) เพื่อให้ทราบว่าจะสอนอะไร? แค่นั้น? อย่างไร? จะเสนอเนื้อหาในแต่ละบทอย่างไร

2. ออกแบบ (Design) โดยการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน กำหนดตัวบ่งชี้ว่าการเรียนเป็นไปตามวัตถุประสงค์มีอะไรบ้าง กำหนดเนื้อหาอะไรบ้าง จะแบ่งและจัดลำดับเนื้อหาอย่างไรในครั้งนี้อย่างไร ผู้วิจัยได้ยึดหลักการออกแบบบทเรียนให้มีกิจกรรมการเรียนอย่างกระชั้นกระเฉง (Active participation) เช่น เชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ต้องนำไปใช้จริง มีการมอบหมายให้ทำกิจกรรมหลังศึกษาเนื้อหาทันที มีการนำเสนอเนื้อหาแบบค่อยเป็นค่อยไป ประมาณทีละเล็กทีละน้อย (Gradual approximation) เช่น แบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนย่อย ๆ เพื่อเรียนรู้ทีละส่วน จัดลำดับการเสนอเนื้อหาจากเรื่องง่าย ๆ ไปหาเรื่องยาก และมีการทบทวนเป็นระยะ ๆ มีการออกแบบให้ผู้เรียนพบกับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Success experience) โดยจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน และส่วนสำคัญอีกประการคือมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีทันใด (Immediate feedback) นอกจากนี้ยังมีการออกแบบวิธีการ/รูปแบบ/กลยุทธ์ใดบ้าง/ กิจกรรมใดบ้าง ควรใช้สื่อและเทคโนโลยีใดบ้าง มีวิธีการส่งผ่านเนื้อหาการสอนอย่างไร มีการออกแบบการวัดและประเมินอย่างไร

3. พัฒนา (Development) โดยดำเนินการตามที่ออกแบบไว้ก่อนนำไปใช้จริง ได้แก่สร้างเนื้อหาตามโครงที่ออกแบบไว้ สร้างแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ สร้างสื่อสำหรับถ่ายทอดเนื้อหา

4. นำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาแล้วไปทดสอบประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

5. ประเมินและปรับปรุง (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนตามวัตถุประสงค์โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียน

สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. กำหนดวัตถุประสงค์และเขียนรายละเอียดเนื้อหา (Script development) โดยการนำมาเขียนลงในเอกสารกรอบบทเรียนตามแผนภูมิกำหนดเนื้อหาที่ได้วางไว้ ซึ่งจะเป็นการสร้างต้นแบบของการนำเสนอก่อนการพัฒนาบทเรียนจริง โดยในแต่ละเฟรม ผู้วิจัยจะกำหนดเนื้อหาลงในกรอบบทเรียนในแต่ละหน้า และกำหนดทั้ง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพวิดีโอ รวมทั้งลำดับการนำเสนอ และการเชื่อมโยงเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีทั้งหมดลงในกรอบแต่ละกรอบอย่างละเอียด

2. จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard development) เมื่อได้กำหนดเนื้อหาลงในกรอบเสร็จแล้ว ผู้วิจัยได้นำกรอบบทเรียนที่ได้มาจัดเรียงลำดับการนำเสนอตามที่ได้ทำการวางแผนการนำเสนอ และออกแบบไว้ และเป็นไปตามแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาที่กำหนดไว้ โดยจะอยู่ในรูปของเอกสารทั้งหมด

3. ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content correctness examination) จากนั้นเป็นขั้นตอนของการตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และความสมบูรณ์ ของลำดับเนื้อหาที่จัดทำลงบนกรอบเนื้อหา เพื่อให้ทราบถึงการเรียบเรียงเนื้อหาว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์ และภาษาที่ใช้ถูกต้องเหมาะสม โดยผู้วิจัยได้นำไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาและแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ เพื่อให้ได้เนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. เขียนสคริปต์ (Script) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อให้เห็นลำดับก่อน-หลัง ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของหัวเรื่อง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง

5. จัดเตรียมทรัพยากร และส่วนประกอบด้านมัลติมีเดียต่าง ๆ อาทิเช่น ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวีดิโอประกอบเสียง ที่จะใช้ประกอบในแต่ละเฟรมของการนำเสนอบทเรียน โดยได้ศึกษาจากเนื้อหา ว่าให้แต่ละหน่วยการเรียนรู้จำเป็นต้องใช้สื่อใดในการนำเสนอเนื้อหาบ้างแล้วจัดหา หรือสร้างสื่อรวบรวม ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป ซึ่งสื่อที่จัดเตรียม และสร้างขึ้น

6. เลือกโปรแกรมในการจัดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมการที่จะสนองตอบต่อความต้องการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้ ในการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีหลายส่วนที่อาจดำเนินการจากหลายโปรแกรม ซึ่งในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ จะมีทั้งส่วนที่เป็นเนื้อหาที่เป็นรูปแบบตัวอักษรธรรมดา ภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และรูปแบบวีดิโอประกอบเสียง

7. การจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอนของการนำเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้มาดำเนินการจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งการดำเนินการนี้พิจารณาถึงระบบปฏิบัติการสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้เปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความเร็วของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้เปิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื้อที่ว่างของฮาร์ดดิสก์ ในการบรรจุบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบของตัวอักษร รูปแบบของไฟล์รูปภาพ ลักษณะของไฟล์เสียง และรูปแบบการส่งไฟล์ข้อมูลอื่นสู่ผู้เรียน

8. ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เกณฑ์การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ คือ 1) มีคุณวุฒิไม่ต่ำกว่าปริญญาเอก สาขาเทคโนโลยีการศึกษาหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 2 คน 2) มีประสบการณ์ด้านการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวน 3 คน

9. การสร้างแบบประเมินการตรวจสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ
ดำเนินการ ดังนี้

9.1 ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินโดยการรวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง
เพื่อกำหนดเป็นแนวทางการสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำ
แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนออาจารย์
ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบเนื้อหา และการใช้ภาษา ความสอดคล้องเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์
แล้วนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน

9.2 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบ
ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective
congruence: *IOC*) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาค่า *IOC* ดังนี้

9.2.1 ข้อคำถามที่มีค่า *IOC* ตั้งแต่ 0.6-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

9.2.2 ข้อคำถามที่มีค่า *IOC* ต่ำกว่า 0.6 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

9.3 การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา
(Index of item objective congruence: *IOC*) ใช้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

กำหนดคะแนนเป็น +1 มีความเห็นว่า สอดคล้อง

กำหนดคะแนนเป็น 0 มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ

กำหนดคะแนนเป็น -1 มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาดัชนีความสอดคล้อง

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

| | | | |
|-------|------------|---------|--------------------------------------|
| เมื่อ | <i>IOC</i> | หมายถึง | ดัชนีความสอดคล้อง |
| | $\sum R$ | หมายถึง | ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |
| | <i>N</i> | หมายถึง | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

ได้ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of
item objective congruence: *IOC*) อยู่ระหว่าง .65-1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้อง ถือว่าอยู่ใน
เกณฑ์ใช้ได้ไม่ต้องทำการปรับปรุง

ทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
เบื้องต้นได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) เพื่อหาข้อบกพร่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบเดี่ยว ดังนี้

1.1.1 สุ่มตัวอย่างนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

1.1.2 จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามผลการสอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัยที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยกำหนดเกณฑ์ผลการสอบ ดังนี้ คือ กลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนเก่ง 8-10 คะแนน กลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนปานกลาง 5-7 คะแนน และกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนอ่อน 0-4 คะแนน เมื่อกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดทำแบบทดสอบแล้ว นำคะแนนที่ได้ มาจัดเรียงลำดับคะแนน และเลือกตัวแทนนิสิตจำนวน 3 คน (เก่ง กลาง อ่อน) ไปทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างข้างต้น เพื่อจะได้ทราบการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนที่ออกแบบไว้ ว่าคุณผู้เรียนทำได้-ไม่ได้ ให้ความสนใจ ความเข้าใจ ความชอบ โดยผู้วิจัยได้สังเกต พูดคุยสอบถาม และบันทึกผลทั้งหมดไว้สรุปผลคะแนน คือ 91.11/ 33.33 มีรายละเอียด ดังนี้

- กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้

- ยังไม่คุ้นเคยกับการใช้เมนูต่าง ๆ

- ยังไม่เข้าใจแบบฝึกหัดและคำถามที่มอบหมายให้ทำบางหัวข้อ

- เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบแล้วสามารถรู้ผลการสอบทันที สังเกตเห็นผู้เรียน

มีความความกระตือรือร้น ใน ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มขึ้น

1.1.4 นำผลสรุปทั้งหมดปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ สรุปดังนี้

- อธิบายขั้นตอน และสาธิตการใช้เมนูต่าง ๆ ให้ชัดเจน สามารถเลือกดูหรืออ่านได้อย่างสะดวก

- เพิ่มคำอธิบาย และรายละเอียดต่าง ๆ ของการทำกิจกรรมที่มอบหมายให้ชัดเจน และหาตัวอย่างที่ชัดเจนมาประกอบเนื้อหาเพิ่มขึ้น เพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมในการทำกิจกรรม

1.2 ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบกลุ่ม เพื่อให้มั่นใจได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีข้อบกพร่อง ดังนี้

1.2.1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพ 98.33/ 80 นำผลที่ได้จากการทดลองมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้ผลคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย สรุปผลได้ ดังนี้

- กิจกรรมที่สอดคล้องระหว่างเนื้อหาบางช่วงมีข้อความไม่ชัดเจนทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจ

- เนื้อหาบางตอนมีการอธิบายประกอบน้อยเกินไป
- เนื้อหาบางช่วงเข้าใจยากเป็นนามธรรมมากเกินไป
- การเข้าถึงข้อมูลบางเรื่อง เช่น ภาพวิดิทัศน์ทำได้ช้า

1.2.2 นำผลสรุปทั้งหมดปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ สรุปได้ ดังนี้

- ตั้งข้อความใหม่ให้ชัดเจน และเพิ่มตัวอย่างประกอบเพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น
- เพิ่มรายละเอียดเนื้อหา และสรุปประเด็นให้เพื่อความเข้าใจ
- แยกข้อมูลในเรื่องที่มีปัญหาออกเป็นไฟล์ให้เล็กกลงแล้วทำการบีบอัดให้เล็ก เพื่อให้สามารถเปิดข้อมูลได้เร็วขึ้น

1.3 ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบภาคสนาม เพื่อให้มั่นใจได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีข้อบกพร่องสามารถนำไปทดลองใช้ได้จริง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพ 98.55/ 90 นำผลที่ได้จากการทดลองมาเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้ผลคะแนนเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

2. การทดลองใช้จริง (Trial run) เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วในขั้นการทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ลงเรียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน มีรายละเอียด ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

2. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน

2.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์และเนื้อหาเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2.2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของเนื้อหาสาระแต่ละเรื่อง/ ประเด็นเพื่อนำไปกำหนดสัดส่วนในการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์

2.3 กำหนดจุดประสงค์ของการทดสอบ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของการสอนแต่ละเรื่อง/ ประเด็นแล้วกำหนดอัตราส่วนของแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาของการสอนแต่ละเรื่อง/ ประเด็น

2.4 สร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแต่ละเรื่อง/ ประเด็น โดยออกเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาตรวจสอบและนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: *IOC*) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาค่า *IOC* ดังนี้

2.6.1 ข้อคำถามที่มีค่า *IOC* ตั้งแต่ 0.6-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

2.6.2 ข้อคำถามที่มีค่า *IOC* ต่ำกว่า 0.6 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

2.7 การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: *IOC*) ใช้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

| | | |
|-------------------|------------|-----------------|
| กำหนดคะแนนเป็น +1 | มีความเห็น | ว่า สอดคล้อง |
| กำหนดคะแนนเป็น 0 | มีความเห็น | ว่า ไม่แน่ใจ |
| กำหนดคะแนนเป็น -1 | มีความเห็น | ว่า ไม่สอดคล้อง |

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาดัชนีความสอดคล้อง

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

| | | | |
|-------|------------|---------|--------------------------------------|
| เมื่อ | <i>IOC</i> | หมายถึง | ดัชนีความสอดคล้อง |
| | $\sum R$ | หมายถึง | ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |
| | <i>N</i> | หมายถึง | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

ได้ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: *IOC*) อยู่ระหว่าง .65-1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้อง ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไม่ต้องทำการปรับปรุง

2.8 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับตัวแทนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน

2.9 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาความยากง่าย (*p*)

และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 กลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้สูตรของ จอห์นสัน และกิลฟอร์ด

2.10 เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.08 และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r).20 ขึ้นไป จำนวน 30 ข้อ ไว้ใช้ในการทดลอง

2.11 หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน

2.12 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ลงเรียนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน

การดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. **ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง**

1.1 **ขั้นเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง** ซึ่งประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และตารางเวลานัดหมายผู้เรียน

1.2 กำหนดระยะเวลาในการทดลอง

1.3 ติดต่อขออนุญาตใช้ห้องคอมพิวเตอร์

1.4 ติดต่อขออนุญาตผู้รับผิดชอบเพื่อนำกลุ่มตัวอย่างมาทดลองตามวันที่ได้กำหนดไว้

1.5 ทดสอบความพร้อมของห้องคอมพิวเตอร์ก่อนทดลองจริง

2. **ขั้นดำเนินการทดลอง** ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 **ปฐมนิเทศกลุ่มตัวอย่างที่จะเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** ซึ่งเป็นการชี้แจงการเรียน วิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การทำกิจกรรม ข้อกำหนด กฎเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและเรียนได้อย่างราบรื่น

2.2 **ทำการทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นกับกลุ่มตัวอย่าง**

2.3 **กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนและแจ้งคะแนนหลังทำแบบทดสอบเสร็จ**

2.4 **เก็บรวบรวมข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ต่อไป**

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาตัวบ่งชี้ และเกณฑ์มาตรฐานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แนวคิดการประเมินความพึงพอใจ เนื้อหาไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อกำหนดขอบข่ายข้อความให้ครอบคลุมตัวบ่งชี้ และเกณฑ์มาตรฐานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. สร้างข้อคำถามเกี่ยวกับการประเมินความพึงพอใจของนิสิตที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบเนื้อหา และการใช้ภาษา จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

3. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: *IOC*) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาค่า *IOC* ดังนี้

3.1 ข้อคำถามที่มีค่า *IOC* ตั้งแต่ 0.6-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

3.2 ข้อคำถามที่มีค่า *IOC* ต่ำกว่า 0.6 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

4. การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: *IOC*) ใช้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

| | | | |
|----------------|----|---------------|-------------|
| กำหนดคะแนนเป็น | +1 | มีความเห็นว่า | สอดคล้อง |
| กำหนดคะแนนเป็น | 0 | มีความเห็นว่า | ไม่แน่ใจ |
| กำหนดคะแนนเป็น | -1 | มีความเห็นว่า | ไม่สอดคล้อง |

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาดัชนีความสอดคล้อง

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

| | | | |
|-------|------------|---------|--------------------------------------|
| เมื่อ | <i>IOC</i> | หมายถึง | ดัชนีความสอดคล้อง |
| | $\sum R$ | หมายถึง | ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ |
| | <i>N</i> | หมายถึง | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

ได้ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: *IOC*) อยู่ระหว่าง .65-1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้อง ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ไม่ต้องทำการปรับปรุง

การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน โดยใช้ ค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546, หน้า 35) ดังนี้

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนความพึงพอใจ

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

ค่าระดับความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ, 2536)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ที่ทำถูกข้อนั้น

N แทน จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อสอบนั้นทั้งหมด

การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, หน้า 210)

$$D = \frac{R_u + R_L}{N}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_u แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่ง

R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน

N แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson, 1939 อ้างถึงใน ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543)

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

$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

เมื่อ r_t คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกต้องกับผู้เรียนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนผู้เรียน

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้สูตรทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) (เป็รื่องงุมุท, 2519, หน้า 129)

$$90 \text{ ตัวแรก} = \{(\sum X / N) \times 100\} / R$$

90 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน

$\sum X$ หมายถึง คะแนนรวมของผลการทดสอบที่ผู้เรียนแต่ละคน ทำได้ถูกต้องจากการทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพครั้งนี้

R หมายถึง จำนวนคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

$$90 \text{ ตัวหลัง} = (Y \times 100) / N$$

90 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของผู้เรียนที่สามารถทำแบบทดสอบผ่านทุกวัตถุประสงค์

Y หมายถึง จำนวนผู้เรียนที่สามารถทำแบบทดสอบผ่านทุกวัตถุประสงค์

N หมายถึง จำนวนผู้เรียนทั้งหมดที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการคำนวณประสิทธิภาพครั้งนี้

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบที (t -test) แบบกลุ่มสัมพันธ์กัน (t -test Dependent sample) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, หน้า 78)

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

| | | |
|--------------|-----|---|
| เมื่อ t | แทน | การตรวจสอบความแตกต่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน |
| $\sum D$ | แทน | ผลรวมความแตกต่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน แต่ละคน |
| $\sum D^2$ | แทน | ผลรวมความแตกต่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง |
| $(\sum D)^2$ | แทน | ผลรวมความแตกต่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน แต่ละคนทั้งหมดยกกำลังสอง |
| n | แทน | จำนวนกลุ่มตัวอย่าง |

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา นำเสนอผลการวิจัย แบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีองค์ประกอบ คือ คำแนะนำการใช้งาน วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาที่แบ่งหัวข้ออย่างชัดเจน เป็นลำดับ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน สรุปเนื้อหาหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ วิดีทัศน์สรุปเนื้อหาที่มีความซับซ้อน แบบทดสอบหลังเรียน และมีคุณลักษณะ ดังนี้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

1. การนำเสนอในบทเรียนจะอยู่ในรูปแบบมัลติมีเดีย มีการนำข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง มาช่วยในการอธิบายคำแนะนำต่าง ๆ พร้อมทั้งมีหน้าต่างเมนูปรากฏเป็นลำดับขั้นตอนเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการเลือกต่าง ๆ

2. มีการแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน

3. การเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน เช่น นำด้วยรายการวิดีโอ คำนาม และผู้เรียนสามารถที่จะเลือกบทเรียนได้ตามที่ต้องการ โดยมีการนำ ข้อความ เสียง รูปภาพ และ ภาพเคลื่อนไหวเข้ามาแทรกในบทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียน และมีการนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับก่อน-หลัง ดังนี้

3.1 พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

3.2 หน่วยปริมาณทางไฟฟ้าและการคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า

3.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและวงจรทางไฟฟ้า

- 3.4 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- 3.5 ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
- 3.6 อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ
4. มีสรุปเนื้อหาหลังจบในแต่ละเรื่องเพื่อให้ผู้เรียนจับสาระสำคัญของแต่ละบทเรียนได้
5. ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาในเรื่องอื่น ๆ ได้ในทันทีโดยไม่ต้องศึกษาในบทเรียนที่กำลังศึกษาอยู่นั้นให้จบเสียก่อน ศึกษาแต่ละเนื้อหาได้ตามต้องการ
6. ผู้เรียนสามารถเลือกย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหาได้อย่างสะดวกแค่คลิกไปที่หน้าหลักก็สามารถเข้าไปทบทวนตามที่ต้องการได้
7. มีแบบทดสอบความเข้าใจก่อนและหลังเรียน ก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มศึกษาเนื้อหาที่กำหนดจะมีการนำเสนอแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนและ เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่กำหนดเรียบร้อยแล้ว จะมีการนำเสนอแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice question) เป็นเครื่องมือวัดผล เพื่อเป็นการวัดความเข้าใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาอย่างน้อยเพียงใด และสามารถให้ผลย้อนกลับทันทีหลังทำแบบทดสอบเสร็จ
8. ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้งานสะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนหลายรูปแบบ การควบคุมเส้นทางการเรียนตามหัวข้อที่กำหนด และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่าง ๆ ได้ง่าย รูปแบบปฏิสัมพันธ์ เช่น การพิมพ์ การใช้เมาส์ มีการควบคุมทิศทางความเร็วช้าของบทเรียน
9. การให้ผลย้อนกลับเสริมแรง หรือให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูลย้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และแก้ปัญหา
10. มีคู่มือแนะนำการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อย่างละเอียด ชัดเจน

นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญรวมทุกด้านพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวม 4.48 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ “เหมาะสมมาก” ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
โดยผู้เชี่ยวชาญ

| รายการประเมิน | \bar{X} | SD | ระดับความคิดเห็น |
|--|-----------|-------|------------------|
| ด้านเนื้อหา | | | |
| เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| เร้าความสนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหาแต่ละเรื่อง | 4.4 | 0.547 | เหมาะสมมาก |
| ให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น (วัตถุประสงค์ เมนูหลัก ส่วนช่วยเหลือต่าง ๆ) | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมาก |
| โครงสร้างเนื้อหาเป็นลำดับ ชัดเจน | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในการเรียนรายวิชา | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา | | | |
| ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| มีสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| ด้านการใช้ภาษาสื่อความหมาย | | | |
| ใช้ภาษาต้องถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| สื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียน | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้ | | | |
| มีความยืดหยุ่นสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล | 3.8 | 0.836 | เหมาะสมมาก |
| ส่งเสริมการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| สามารถควบคุมลำดับการเรียน และแบบฝึกหัดได้ | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| ความยาวของการนำเสนอแต่ละหน่วยเหมาะสม | 3.8 | 0.836 | เหมาะสมมาก |
| กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ | 4.2 | 0.447 | เหมาะสมมาก |
| มีกลยุทธ์การประเมินผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| อย่างเหมาะสม และหลากหลาย | | | |
| กลยุทธ์การประเมินผล มีปริมาณเพียงพอที่จะสามารถ | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |

ตารางที่ 2 (ต่อ)

| รายการประเมิน | \bar{X} | SD | ระดับความคิดเห็น |
|---|-----------|-------|------------------|
| ด้านเนื้อหาออกแบบปฏิสัมพันธ์ | | | |
| ตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้ | | | |
| ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้งานสะดวก โต้ตอบกับผู้ใช้เรียนสม่ำเสมอ | 4.6 | 0.547 | เหมาะสมมากที่สุด |
| การควบคุมเส้นทางการเดินหนังสือ ชัดเจนถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่าง ๆ ได้ง่าย | 4.4 | 0.547 | เหมาะสมมาก |
| การให้ผลย้อนกลับทันที และการเสริมแรง | 3.2 | 0.447 | เหมาะสมปานกลาง |
| การให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูลย้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และแก้ปัญหา | 4.2 | 0.547 | เหมาะสมมาก |
| ด้านส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย | | | |
| ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน เหมาะสมสวยงาม | 3.6 | 0.894 | เหมาะสมมาก |
| ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษรมีความชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | 3.6 | 0.894 | เหมาะสมมาก |
| ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา | 3.6 | 0.894 | เหมาะสมมาก |
| มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และการสร้างภาพ | 3.6 | 0.894 | เหมาะสมมาก |
| คุณภาพเสียงดนตรีประกอบบทเรียน เหมาะสม ชัดเจน น่าติดตาม | 3.6 | 0.894 | เหมาะสมมาก |
| ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหวมีความสัมพันธ์กัน | 3.4 | 0.547 | เหมาะสมปานกลาง |
| รวม | 4.48 | 0.604 | เหมาะสมมาก |

จากตาราง พบว่า ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีค่าเฉลี่ยรวม 4.48 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ “เหมาะสมมาก”

**ตอนที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า -
อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**

จากการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นตามเกณฑ์
มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าประสิทธิภาพปฏิกิริยาเคมีของพืชมงคลช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

| วันที่/ ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ 1 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 2 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 3 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 4 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 5 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 6 | | | | | ผล (30) | การผ่านทุก วัตถุประสงค์ |
|-------------------|-------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 23 | ไม่ผ่าน |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 26 | ไม่ผ่าน |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |

ตารางที่ 3 (ต่อ)

| กมที่/ ชื่อที่ | วัตถุประสงค์ที่ 1 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 2 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 3 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 4 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 5 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 6 | | | | | ผลสอบ (30) | การผ่านทุก วัตถุประสงค์ |
|-------------------|-------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|--------------|----|----|----|-------------------|----|-------|----|----|-------------------|----|----|----|----|---------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 26 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 25 | ไม่ผ่าน | |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 38 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | AVG | | | | | | 29.60 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | STD | | | | | | 1.014 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 ค่าเฉลี่ย | | | | | | 98.66 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 ค่าเฉลี่ย | | | | | | 92.50 | | | | | | | | | |

จากตาราง พบว่า คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบหลังเรียน รวมร้อยละ 98.66 และจำนวนร้อยละของผู้เรียนที่สามารถทำแบบทดสอบผ่าน ทดสอบประสงค์ รวมร้อยละ 92.50 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ผลต่างระหว่างคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

| ลักษณะของคะแนน | กลุ่มตัวอย่าง | คะแนนเฉลี่ย | SD | ΣD | ΣD^2 | t |
|----------------|---------------|-------------|-------|------------|--------------|----------|
| ทดสอบก่อนเรียน | 40 | 14.566 | 2.979 | 613 | 12,965 | 10.129** |
| ทดสอบหลังเรียน | 40 | 29.60 | 1.741 | | | |

**ค่า t มีนัยสำคัญที่ระดับ .01 df = 39 t = 2.71

จากตาราง พบว่า ผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หมายความว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยให้คะแนนการตอบแบบประเมิน แล้วหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์การแปรความหมายของค่าเฉลี่ยแต่ละข้อ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ผลการศึกษาคความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

| ข้อ | รายการประเมิน | \bar{X} | SD | ระดับความพึงพอใจ |
|-----|---|-----------|------|------------------|
| 1 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียนแล้วสนุก | 4.40 | 0.82 | มาก |
| 2 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าสนใจ | 4.35 | 0.59 | มาก |
| 3 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง | 4.55 | 0.60 | มากที่สุด |
| 4 | ผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอิสระในการเรียนรู้และสามารถย้อนกลับมาเรียนใหม่ได้ตามความสนใจ | 4.65 | 0.49 | มากที่สุด |
| 5 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการแบ่งเนื้อหาที่ชัดเจนเข้าใจง่าย | 4.05 | 0.89 | มาก |
| 6 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาที่อ่าน | 4.10 | 0.79 | มาก |

ตารางที่ 5 (ต่อ)

| ข้อ | รายการประเมิน | \bar{X} | SD | ระดับ ความพึงพอใจ |
|-----|---|-----------|------|----------------------|
| | แล้วเข้าใจง่ายได้ความรู้ | | | |
| 7 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียงเรียงเป็นลำดับ จากง่ายไปหายาก | 4.10 | 0.97 | มาก |
| 8 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยฝึกให้ผู้เรียน เป็นคนมีความรับผิดชอบมากขึ้นบทเรียน | 3.95 | 0.83 | มาก |
| 9 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้นักเรียน เรียนรู้เนื้อหาไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นได้ง่าย สะดวก สบาย | 4.35 | 0.67 | มาก |
| 10 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเรียนได้ ทั้งคนเรียนรู้เร็วและคนเรียนรู้ได้ช้า | 4.35 | 0.81 | มาก |
| 11 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้นอกเวลา เรียนได้ | 4.50 | 0.61 | มากที่สุด |
| 12 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เรียนรู้ ได้หลายรูปแบบทำให้ไม่น่าเบื่อ | 4.40 | 0.68 | มาก |
| 13 | การออกแบบตัวอักษรและสีสันทันในบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าสนใจ | 4.10 | 0.72 | มาก |
| 14 | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ทราบ ความก้าวหน้าในการเรียนของตนเองได้ทันที | 4.00 | 0.65 | มาก |
| 15 | คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้นิสิตเข้าเรียนได้ตาม ต้องการและความสามารถของตนเอง | 4.45 | 0.69 | มาก |
| | ภาพรวม | 4.29 | 0.74 | มาก |

จากตาราง 5 พบว่า ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นในภาพรวมอยู่
ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.29$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 3 ลำดับแรก ดังนี้
ผู้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มีอิสระในการเรียนรู้และสามารถย้อนกลับมาเรียนใหม่

ได้ตามความสนใจ ($\bar{X} = 4.65$) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.55$) และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้เรียนนอกเวลาเรียนได้ ($\bar{X} = 4.50$) และค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีความรับผิดชอบมากขึ้นบทเรียน ($\bar{X} = 3.95$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา และทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) มีขั้นตอนในการดำเนินการ สรุปผลได้ ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง หัวข้อต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2) การทดลองใช้และทดสอบประสิทธิภาพบทเรียน 3) เนื้อหา ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 4) การจัดการเรียนการสอนรายวิชา 423231 ปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา 5) รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and development: R & D) 6) งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อนำมากำหนดลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นต่อไป

2. กำหนดลักษณะและออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

2.1 ลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีองค์ประกอบ คือ คำแนะนำการใช้งาน วัตถุประสงค์ การเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาที่แบ่งหัวข้ออย่างชัดเจนเป็นลำดับ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน สรุปเนื้อหาหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ วิดีทัศน์สรุปเนื้อหาที่มีความซับซ้อน แบบทดสอบหลังเรียน และมีคุณลักษณะรายละเอียดดังภาคผนวก ค

2.2 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้วิจัยใช้กระบวนการพัฒนาตามขั้นตอน ADDIE MODEL คือ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) ออกแบบ (Design) 3) พัฒนา (Development) 4) นำไปใช้ (Implementation) 5) ประเมินและปรับปรุง (Evaluation)

3. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 กำหนดวัตถุประสงค์และเขียนรายละเอียดเนื้อหา (Script development)

3.2 จัดทำลำดับเนื้อหา (Storyboard development)

3.3 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา (Content correctness examination)

3.4 เขียนสคริปต์ (Script) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เพื่อให้เห็นลำดับ ความสัมพันธ์เชื่อมโยงของหัวเรื่อง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง

3.5 จัดเตรียมทรัพยากร และส่วนประกอบด้านมัลติมีเดียต่าง ๆ

3.6 เลือกโปรแกรมในการจัดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.7 จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามทีออกแบบและจัดเตรียมไว้ข้างต้น

3.8 ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ทำการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

4. ทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) เพื่อหาข้อบกพร่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้แก่ ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

2. การทดลองใช้จริง (Trial run) เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้สูตรทดสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (The 90/90 Standard) (เป็รื่องกุมท, 2519, หน้า 129)

2. วิเคราะห์ผลคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ *t-test* (Dependent)

3. วิเคราะห์ผลการศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษาต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สรุปผลได้ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีองค์ประกอบ คือ คำแนะนำการใช้งาน วัตถุประสงค์ การเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาที่แบ่งหัวข้ออย่างชัดเจนเป็นลำดับ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน สรุปเนื้อหาหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ วิดีทัศน์สรุปเนื้อหาที่มีความซับซ้อน แบบทดสอบหลังเรียน และมีคุณลักษณะ ดังนี้ (รายละเอียดดังภาคผนวก ง)

1.1 การนำเสนอในบทเรียนจะอยู่ในรูปแบบมัลติมีเดีย มีการนำข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง มาช่วยในการอธิบายคำแนะนำต่าง ๆ พร้อมทั้งมีหน้าต่างเมนูปรากฏเป็นลำดับขั้นตอนเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในการเลือกต่าง ๆ

1.2 มีการแจ้งวัตถุประสงค์ของการเรียน

1.3 การเข้าสู่เนื้อหาบทเรียน เช่น นำด้วยรายการวิดีโอ คำถาม และผู้เรียนสามารถที่จะเลือกบทเรียนได้ตามที่ต้องการ โดยมีการนำ ข้อความ เสียง รูปภาพ และ ภาพเคลื่อนไหวเข้ามาแทรกในบทเรียนเพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียน และมีการนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับก่อน - หลัง

- 1.4 มีสรุปเนื้อหาหลังจบในแต่ละเรื่องเพื่อให้ผู้เรียนจับสาระสำคัญของแต่ละบทเรียนได้
- 1.5 ผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาในเรื่องอื่น ๆ ได้ในทันทีโดยไม่จำเป็นต้องศึกษาในบทเรียนที่กำลังศึกษาอยู่นั้นให้จบเสียก่อน ศึกษาแต่ละเนื้อหาได้ตามต้องการ
- 1.6 ผู้เรียนสามารถเลือกย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหาได้อย่างสะดวกแค่คลิกไปที่หน้าหลักก็สามารถเข้าไปทบทวนตามที่ต้องการได้
- 1.7 มีแบบทดสอบความเข้าใจก่อนและหลังเรียน ก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มศึกษาเนื้อหาที่กำหนดจะมีการนำเสนอแบบทดสอบความเข้าใจก่อนเรียนและ เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาที่กำหนดเรียบร้อยแล้ว จะมีการนำเสนอแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเป็นการวัดความเข้าใจว่าผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงใด และสามารถให้ผลย้อนกลับทันทีหลังทำแบบทดสอบเสร็จ
- 1.8 ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้งานสะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนหลายรูปแบบ การควบคุมเส้นทางการเรียนตามหัวข้อที่กำหนด และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่าง ๆ ได้ง่าย รูปแบบปฏิสัมพันธ์ เช่น การพิมพ์ การใช้เมาส์ มีการควบคุมทิศทางความเร็วช้าของบทเรียน
- 1.9 การให้ผลย้อนกลับเสริมแรง หรือให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูลย้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และแก้ปัญหา
- 1.10 มีคู่มือแนะนำการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อย่างละเอียด ชัดเจน
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90 เท่ากับ 98.66/ 92.50 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน
3. คะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. การศึกษาความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีความพึงพอใจในระดับ “ความพึงพอใจมาก”

การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนิสิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา สามารถอภิปรายผลในประเด็นต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น มีประสิทธิภาพ 98.66/ 92.50 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/ 90 (The 90/ 90 Standard) เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบเพราะมีการศึกษาเอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จิตวิทยาการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื้อหาไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น คุณลักษณะผู้เรียนนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อกำหนดองค์ประกอบและลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ และในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอน มีการแก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำของเชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพ โดยขั้นการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน คือ ทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) และการทดลองใช้จริง (Trial run) มีการแก้ไขปรับปรุงจนมั่นใจได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ไม่มีข้อบกพร่องสามารถนำไปทดลองใช้ได้จริง นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่นำเสนอข้อมูลทั้งข้อความ (Text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพวีดิทัศน์ (Video) และมีเสียง (Audio) อธิบายประกอบ และใช้สื่อหลากหลายรูปแบบ มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนหลายรูปแบบให้ผลย้อนกลับทันทีทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น ทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้น สนใจในการเรียนเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับของเสวาลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545 หน้า 33-35) กล่าวว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้สะดวก นำเสนอได้ทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงได้พร้อมกัน เข้าถึงและถ่ายโอนข้อมูลได้ง่าย จัดเก็บได้สะดวกเพราะเป็นไฟล์ดิจิทัล เวลาอ่านก็เชื่อมโยงไปได้ทุกที่ตามความต้องการทั้งตัวอักษร ภาพ และเสียง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและกระตือรือร้น สนใจในการเรียนมากยิ่งขึ้นส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ เจนศักดิ์แสงคำเจียง (2547) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง มัลติมีเตอร์ วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 กรมอาชีวศึกษา พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.9/ 91.9 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับ ปริญญา อินทรา (2556) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.15/ 83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/ 80
2. ผลคะแนนทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ ครั้งนี้ได้เน้นการออกแบบให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างกระชับกระเฉง (Active

participation) เช่น เชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้ศึกษามาแต่ละบท มีแบบฝึกหัดให้ฝึกเป็นระยะหลังเรียนจบในแต่ละเรื่อง มีการนำเสนอเนื้อหาแบบค่อยเป็นค่อยไป ประมาณทีละเล็กละน้อย (Gradual approximation) เช่น แบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนย่อย ๆ เพื่อเรียนรู้ทีละส่วน จัดลำดับการฝึกอบรมจากเรื่องง่าย ๆ ไปหาเรื่องยาก และมีการทบทวนเป็นระยะ ๆ มีการออกแบบให้ผู้เรียนพบกับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Success experience) โดยจัดประสบการณ์หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน ไม่ให้ทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดที่ยากเกินไป และส่วนสำคัญประการคือมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีทันใด (Immediate feedback) โดยมีการแจ้งให้ทราบว่าแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ให้ทำหลังเรียนถูกหรือผิด เฉลยแบบฝึกปฏิบัติหรือแบบทดสอบ และมีการเสริมแรงทันที สอดคล้องกับ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2545) สรุปว่าเงื่อนไข 4 ประการที่เอื้อต่อเรียนรู้ คือ 1) เรียนรู้ทีละน้อยตามลำดับขั้น (Gradual approximation) 2) ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีทันใด (Immediate feedback) 3) มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระตือรือร้น (Active participation) 4) ได้รับประสบการณ์ที่เป็นผลสำเร็จและมีความภาคภูมิใจ (Success experiences) และยังสอดคล้องกับ วชิระ วิชชุพันธ์ (2550) ได้สรุปเกี่ยวกับประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการนำไปใช้ทางการศึกษา ดังนี้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามความสามารถ ความสนใจ และจำกัดเรื่องเวลา ไม่เบื่อหน่ายจากการเรียน บทเรียนสามารถนำเสนอได้ทั้งข้อความ ภาพ สี สัน และเสียง มีความน่าสนใจ ผู้เรียนสามารถประเมินผลความก้าวหน้าได้โดยอัตโนมัติ ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เรียนมาแล้ว ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากการที่ต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง เพราะบทเรียนบังคับให้ผู้เรียนรู้ก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นได้ และไม่สามารถแอบดูคำตอบได้ก่อน

3. ความพึงพอใจของนิสิตปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมีความพึงพอใจในระดับ “ความพึงพอใจมาก” เป็นเพราะการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นสื่อการสอนที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกันได้กับคอมพิวเตอร์ เสมือนการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่เรียนอยู่ในห้องปกติ ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง เามาเรียนและทบทวนเวลาไหนก็ได้ และสามารถทราบความก้าวหน้าทางการเรียนของตนเองทันที จึงทำให้นักเรียนรู้สึกพึงพอใจ และชอบการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสอดคล้องกับ ทิศนา แจมมณี (2548, หน้า 52) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนได้รับผลที่ตนพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลที่ผู้เรียนพึงพอใจ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสอดคล้องกับ วรณี ลิ้มอักษร (2546) กล่าวว่า การจูงใจเป็นการกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมด้วยความเต็มใจ เมื่อมีการกระทำหรือได้ปฏิบัติตามเงื่อนไขแล้วก็จะได้รับสิ่งตอบแทนตามที่บุคคลต้องการ โดยผู้รับมีความพึงพอใจ

ตามมาด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ วูล์แมน (Wolman, 1973 อ้างถึงใน สุรัตน์ บาตรดี, 2553, 57) กล่าวว่า ความพึงพอใจว่าเป็นความรู้สึกมีความสุข เมื่อคนเราได้รับผลสำเร็จตาม จุดมุ่งหมาย (Goals) ความต้องการ (Wants) หรือแรงจูงใจ (Motivation)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมีเนื้อหา เหมาะสำหรับนิสิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาที่ขาดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องพื้นฐานความรู้ ด้านเรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ซึ่งนิสิตสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไป ทบทวนความรู้ ความเข้าใจได้ตามความสะดวก ตามความต้องการ และความสามารถของตนเอง

1.2 การเข้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ผู้เรียนต้องศึกษาคู่่มือแนะนำการใช้อย่างละเอียดจะทำให้สามารถเข้าใช้บทเรียนฯ เกิดประสิทธิภาพ สูงสุด

1.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น นิสิตควรแบ่ง เวลาศึกษาอย่างต่อเนื่อง และควรศึกษาเนื้อหาในแต่ละบทให้ครบถ้วน พร้อมทำแบบฝึกหัดท้ายบท ให้สมบูรณ์ และควรทำแบบทดสอบหลังเรียนทันทีเพื่อให้ได้ผลการประเมินที่ถูกต้อง สมบูรณ์

1.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น อยู่ในรูปไฟล์ ดิจิตอล สามารถเผยแพร่ได้ง่ายและรวดเร็วสำหรับนิสิตสนใจจะนำไปศึกษาด้วยตนเอง

1.5 ผู้เรียนที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ควรมีพื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์บ้าง เช่น การเปิดไฟล์ต่าง ๆ การบันทึก การใช้อุปกรณ์เสียง/ ภาพ นอกจากนี้ควรอ่านวัตถุประสงค์ก่อนเรียนให้เข้าใจและทำกิจกรรมต่าง ๆ แบบทดสอบ ในบทเรียน ตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในคู่มือ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการ ปฏิสัมพันธ์หลายรูปแบบเพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียน

2.2 ควรมีการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น พัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่ (Gagne) หรือตามแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL)

2.3 ควรมีการวิจัยพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาอื่นเกี่ยวกับการฝึก ปฏิบัติการใช้งานเครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา เช่น การวางระบบและปรับตั้งภาพ/ เสียงใน ห้องประชุม/ ห้องเรียน ฯลฯ

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กิดานนท์ มลิทอง. (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิดานนท์ มลิทอง. (2548). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- คำพันธ์ แสงสังข์. (2551). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระ (เพิ่ม) คอมพิวเตอร์ เรื่อง โปรแกรมนำเสนอผลงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จิรศักดิ์ คำทองสุข. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี (คอมพิวเตอร์) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การใช้โปรแกรม Microsoft Office Word 2007*. สมุทรปราการ: โรงเรียนวัดราษฎร์บูรณะ.
- เจนศักดิ์ แสงคำเฉลียง. (2547). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง มัลติมีเดีย วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 กรมอาชีวศึกษา*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, บัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *เอกสารการสอนชุดวิชา เทคโนโลยีการสอน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2554). *การวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://www.nifu.no/en/institutes/test/>
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2553). *การพัฒนาโปรแกรมบทเรียน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ณัฐจิกานต์ มาลาสิงห์. (2555). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี*. เข้าถึงได้จาก <http://www.vcharkarn.com/vcafe/183865>

- ณัฐริย์ พุกพบสุข. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การจดจำคำศัพท์และหน้าที่ของปุ่มต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้โปรแกรม Paint สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ยะลา : โรงเรียนเทศบาล 5 (บ้านตลาดเก่า).
- ดารุณี มัดลาปะโท. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2547). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ดวงกลมโปรดักชั่น.
- ทศนา เขมมณี. (2548). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนวัฒน์ ฉลาดสกุล. (2553). การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวิชาการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง บทที่ 1-2 แผนกวิจัยและฝึกอบรม คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- นัฐติยา สอนสุภาพ. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบหลักและการใช้คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- นาถวัฒน์ เยี่ยมแสงทอง. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดชัยพฤกษ์มาลา (นทสิริราษฎร์บำรุง). วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นุชบา นุ่มคุ้ม. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สาระที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ ช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์คอมพิวเตอร์, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2544). E-learning: การเรียนรู้ในสังคมแห่งการเรียนรู้. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์ 16(1), 1-15.

- บุรณะ สมชัย. (2542). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- ประดิษฐ์ จันทร์แก้ว. (2555). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้
 ภาษาอังกฤษ. เข้าถึงได้จาก <http://www.kroobannok.com/pradits>
- ประสิทธิ์ ดีแป้น. (2550). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอมพิวเตอร์
 เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.
 วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปริญญา อินทรา. (2556). การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องวงจร
 อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร
 อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา,
 บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- เปรี๊ยะ กุมุท. (2519). การวิจัยสื่อและนวัตกรรมการสอน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร
 วิโรฒประสานมิตร.
- เพชฌัญญู กิจระการ. (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา.
 วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 7(12), 44-45.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 8).
 กรุงเทพฯ: แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2546). เทคโนโลยีการศึกษาทางไกล. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มยุรี ปะวันนา. (2554). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ส่วนประกอบของ
 คอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต,
 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มะลิวัลย์ คชโคตร. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้
 ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี รายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง ข้อมูล.
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- มิตร สกุลจร. (2552). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทคโนโลยี กลุ่มสาระ
 การเรียนรู้ภาษาอังกฤษและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.
 วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย,
 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- เย็น ภู่วรรณ และสมชาย นำประเสริฐชัย. (2546). *ไอซีทีเพื่อการศึกษาไทย*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลาณี เลิศอุดมกิจไพศาล. (2544). *Authorware6*. กรุงเทพฯ: SPC Book.
- วชิระ วิชชุพันธ์. (2550). *คู่มือการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กำแพงเพชร: สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร.
- วชิระ อินทร์อุดม. (2546). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน: ทฤษฎี หลักการและการออกแบบ*. ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วรวิมล บุระวัณ. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง อุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบหลักของคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วรรณิ ลิ้มอักษร. (2546). *จิตวิทยาการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- วีระพงษ์ แสงชูโต. (2540). *การศึกษารวบรวมและวิเคราะห์งานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย: รายงานการวิจัย*. เชียงใหม่: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ. พรินติ้ง.
- สงบ ลักษณะ. (2533). *การเพิ่มคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนในการใช้หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- สมรัก ปิยะวาที. (2548). *Authorware 7.0 โปรแกรมสร้าง CAI Multimedia*. กรุงเทพฯ: เอช.เอ็น. กู๊ป.
- สรภัทร ยี่มนวล. (2555). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)*. เข้าถึงได้จาก <http://www.et.mine.utsunomiya.ac.jp/caihomepage/main.html>
- สุรัตน์ บาตรดี. (2553). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย เรื่อง เทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- สำนักงาน, คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน. (2538). *คู่มือครูการดำเนินการสำรวจนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน.
- เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ. (2545). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องนวัตกรรมการสอนที่ยืดหยุ่นเป็นสำคัญ*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะครุศาสตร์, บัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำนวย เดชชัยศรี. (2555). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaicai.com/articles/cai/html>
- อุไรพร สมเล็ก. (2552). *คุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. เข้าถึงได้จาก <https://sites.google.com/site/ajyutt/khxmphiwtexr-chwy-sxn-cai>
- Aydin, S., Ozer, G., and Arasil, O. (2005). Customer loyalty and the effect of switching costs as a moderator variable. *Marketing Intelligence & Planning*. Vol, 2(23), 89-103.
- Dunn, Carol Ann. (2002). An Investigation of the Effects of Computer Assisted Reading Instruction Versus Traditional Reading Instruction on Selected High School Freshmen. *Dissertation Abstracts International*, 62(09), 3002-A.
- Gange', R. M., & Briggs, B. J. (1979). *Principle of Instructional Design*. New York: Holt, Rinchart and Winston.
- Holland, A. R. (2004). Computer-assisted instruction: Reading beyond games for comprehension skill development. *Masters Abstracts International*, 42(1), 46.
- Katz, S. H. (2001). Computer-assisted instruction of mayan numbers. *Masters Abstracts International*, 39(6), 1477.
- Mccoy, B. L. (2001). Web-supported sustained inquiry within a science learning cycle in a middle school classroom. *Dissertation Abstracts International*, 62(2), 539-A.
- Menebroker, K. (2006). Computer- assisted Instruction field test: Grammer on the Go, *Dissertation Abstracts International*, 44(03), 1136-A.
- Ndiforchu, J. C. (2004). The effect of CAI software on the basic abdication skill of second graaders. *Masters Abstracts International*, 42(4), 1106.
- Preciado, C. (2004). Computer-assisted instruction field test: System of equations. *Masters Abstracts International*, 43(1), 35.

- Robertson, J. A. (2005). An evaluation to determine the effectiveness of students in learning to add, subtract, multiply and divide integers using a CAI program. *Masters Abstracts International*, 43(1), 42.
- Rumelhart, D., & Ortony. (1997). *Toward an interactive model of reading: Attention and performance*. New Jersey: Erlbaum Associates.
- Spencer, D. D. (1977). *Computer dictionary*. (2nd ed.). Florida: Camelot.
- NIFU Nordic Institute for Studies in Innovation, Research and Education. (2008). Research Council of Norway, Ministry of Education and Research, EU, other contractors. Retrieved from <http://www.nifu.no/en/institutes/test/>
- White, A. (2007). A Global Projection of Subjective Well-being: A Challenge To Positive Psychology *Psychtalk*, 56(3), 17 - 20.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีการศึกษาและด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. อาจารย์ ดร.เอกวิทย์ โทปุรินทร์
ผู้ช่วยอธิการบดี
มหาวิทยาลัยบูรพา
2. อาจารย์ ดร.จิตติชัย รักบำรุง
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์ ดร.วิระพันธ์ พานิชย์
อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา
มหาวิทยาลัยบูรพา
4. อาจารย์ ดร.คำรัส อ่อนเฉวียง
หัวหน้างานเทคโนโลยีสารสนเทศและโสตทัศนศึกษา
โรงเรียนสาธิตพิบูลบำเพ็ญ
มหาวิทยาลัยบูรพา
5. อาจารย์ ดร.สมพล เข้มกำเนิด
ผู้อำนวยการศูนย์กิจกรรมผู้นำเยาวชนบ้านเพชรบูรพา (ศูนย์ประสานงานกลาง
แห่งชาติ) จังหวัด ชลบุรี

ภาคผนวก ข

แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนน

ให้+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

| ข้อที่ | ข้อคำถาม | ผลการพิจารณา | | |
|--------|--|--------------|---|----|
| | | +1 | 0 | -1 |
| | <u>ด้านเนื้อหา</u> | | | |
| 1. | เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | | | |
| 2. | เร้าความสนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหาแต่ละเรื่อง | | | |
| 3. | ให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น (วัตถุประสงค์ เมนูหลัก ส่วนช่วยเหลือต่าง ๆ) | | | |
| 4. | โครงสร้างเนื้อหาเป็นลำดับ ชัดเจน | | | |
| 5. | เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ | | | |
| 6. | เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน | | | |
| 7. | สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในการเรียนรายวิชาปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา | | | |
| 8. | ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน | | | |
| 9. | มีสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น | | | |
| | <u>ด้านการใช้ภาษาสื่อความหมาย</u> | | | |
| 10. | ใช้ภาษาต้องถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน | | | |
| 11. | สื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียน | | | |
| | <u>ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้</u> | | | |
| 12. | มีความยืดหยุ่นสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล | | | |
| 13. | ส่งเสริมการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | | | |
| 14. | สามารถควบคุมลำดับการเรียนรู้ และแบบฝึกหัดได้ | | | |
| 15. | ความยาวของการนำเสนอแต่ละหน่วยเหมาะสม | | | |
| 16. | กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ | | | |

| ข้อที่ | ข้อความ | ผลการพิจารณา | | |
|--------|--|--------------|---|----|
| | | +1 | 0 | -1 |
| 17. | มีกลยุทธ์การประเมินผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและหลากหลาย | | | |
| 18. | กลยุทธ์การประเมินผล มีปริมาณเพียงพอที่จะสามารถ ตรวจสอบความเข้าใจบทเรียนด้วยตนเองได้ | | | |
| | <u>ด้านเนื้อหาออกแบบปฏิสัมพันธ์</u> | | | |
| 19. | ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้งานสะดวก โต้ตอบกับผู้เรียนสม่ำเสมอ | | | |
| 20. | การควบคุมเส้นทางการเดินหนังสือ ชัดเจนถูกต้องตามหลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่าง ๆ ได้ง่าย | | | |
| 21. | การให้ผลย้อนกลับทันที และการเสริมแรง | | | |
| 22. | การให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูลย้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียน ได้วิเคราะห์ และแก้ปัญหา | | | |
| | <u>ด้านส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย</u> | | | |
| 23. | ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน เหมาะสมสวยงาม | | | |
| 24. | ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษรมีความชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | | | |
| 25. | ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา | | | |
| 26. | มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และการสร้างภาพ | | | |
| 27. | คุณภาพเสียง คนตรีประกอบบทเรียน เหมาะสม ชัดเจน น่าติดตาม | | | |
| 28. | ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหวมีความสัมพันธ์กัน | | | |

แบบประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ คะแนนที่กำหนดให้กับข้อคำถามที่เป็นมาตรฐานค่า มีดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

3 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเหมาะสมน้อย

1 คะแนน หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับเหมาะสมน้อยที่สุด

| ข้อที่ | ข้อคำถาม | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | <u>ด้านเนื้อหา</u> | | | | | |
| 1. | เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | | | | | |
| 2. | เร้าความสนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหาแต่ละเรื่อง | | | | | |
| 3. | ให้ข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็น (วัตถุประสงค์ เมนูหลัก ส่วนช่วยเหลือต่าง ๆ) | | | | | |
| 4. | โครงสร้างเนื้อหาเป็นลำดับ ชัดเจน | | | | | |
| 5. | เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ | | | | | |
| 6. | เนื้อหามีความถูกต้อง ครบถ้วน | | | | | |
| 7. | สอดคล้องกับการประยุกต์ใช้ในการเรียนรายวิชาปฏิบัติการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีการศึกษา | | | | | |
| 8. | ความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน | | | | | |
| 9. | มีสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมในเนื้อหาเกี่ยวกับไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น | | | | | |
| | <u>ด้านการใช้ภาษาสื่อความหมาย</u> | | | | | |
| 10. | ใช้ภาษาต้องถูกต้องเหมาะสมกับผู้เรียน | | | | | |
| 11. | สื่อความหมายได้ชัดเจน เหมาะสมกับผู้เรียน | | | | | |
| | <u>ด้านการออกแบบการจัดการเรียนรู้</u> | | | | | |
| 12. | มีความยืดหยุ่นสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล | | | | | |
| 13. | ส่งเสริมการพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ | | | | | |
| 14. | สามารถควบคุมลำดับการเรียนรู้ และแบบฝึกหัดได้ | | | | | |
| 15. | ความยาวของการนำเสนอแต่ละหน่วยเหมาะสม | | | | | |
| 16. | กลยุทธ์ในการถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ | | | | | |

| ข้อที่ | ข้อความ | ระดับความคิดเห็น | | | | |
|--------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 17. | มีกลยุทธ์การประเมินผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ อย่างเหมาะสม และหลากหลาย | | | | | |
| 18. | กลยุทธ์การประเมินผล มีปริมาณเพียงพอที่จะสามารถ ตรวจสอบความเข้าใจทเรียนด้วยตนเองได้ | | | | | |
| | <u>ด้านเนื้อหาออกแบบปฏิสัมพันธ์</u> | | | | | |
| 19. | ออกแบบปฏิสัมพันธ์ให้โปรแกรมใช้ง่ายสะดวก โต้ตอบกับ ผู้เรียนสม่ำเสมอ | | | | | |
| 20. | การควบคุมเส้นทางการเดินหนังสือ ชัดเจนถูกต้องตาม หลักเกณฑ์ และสามารถย้อนกลับไปยังจุดต่าง ๆ ได้ง่าย | | | | | |
| 21. | การให้ผลย้อนกลับทันที และการเสริมแรง | | | | | |
| 22. | การให้ความช่วยเหลือเหมาะสมตามความจำเป็น มีข้อมูล ย้อนกลับที่เอื้อให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์ และแก้ปัญหา | | | | | |
| | <u>ด้านส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย</u> | | | | | |
| 23. | ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน เหมาะสม สวยงาม | | | | | |
| 24. | ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษรมีความชัดเจน อ่านง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน | | | | | |
| 25. | ภาพกราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา | | | | | |
| 26. | มีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และการสร้างภาพ | | | | | |
| 27. | คุณภาพเสียงดนตรีประกอบบทเรียน เหมาะสม ชัดเจน | | | | | |
| 28. | น่าติดตามข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว มีความสัมพันธ์กัน | | | | | |

ข้อเสนอแนะ

.....
.....
.....

.....ลงชื่อผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

ภาคผนวก ก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คะแนนผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

แบบเดี่ยว จำนวน 3 คน

| คนที่ ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ 1 | | | วัตถุประสงค์ที่ 2 | | | วัตถุประสงค์ที่ 3 | | | วัตถุประสงค์ที่ 4 | | | วัตถุประสงค์ที่ 5 | | | วัตถุประสงค์ที่ 6 | | | ผลสอบ (30) | การผ่านทุก วัตถุประสงค์ | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|---|---|-------------------|---|---|-------------------|---|---|-------------------|----|----|-------------------|----|----|-------------------|----|-------|---------------|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 25 | ไม่ผ่าน |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 27 | ไม่ผ่าน |
| AVG | | | | | | | | | | | | | | | | | | 27.33 | | | | | | | | | | | | | |
| STD | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.04 | | | | | | | | | | | | | |
| 90 ดีมาก | | | | | | | | | | | | | | | | | | 91.11 | | | | | | | | | | | | | |
| 90 ดีถึง | | | | | | | | | | | | | | | | | | 33.33 | | | | | | | | | | | | | |

คะแนนผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

แบบกลุ่ม จำนวน 10 คน

| คนที่ ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ 1 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 2 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 3 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 4 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 5 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 6 | | | | | ผลตอบ (30) | การผ่านทุก วัตถุประสงค์ |
|-----------------|-------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|------------|---------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 27 | ไม่ผ่าน |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 28 | ไม่ผ่าน |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | AVG | 29.50 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | STD | 1.15 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 ค่าแรก | 98.33 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 ค่าหลัง | 80 | |

คะแนนผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

แบบสอบถาม จำนวน 30 คน

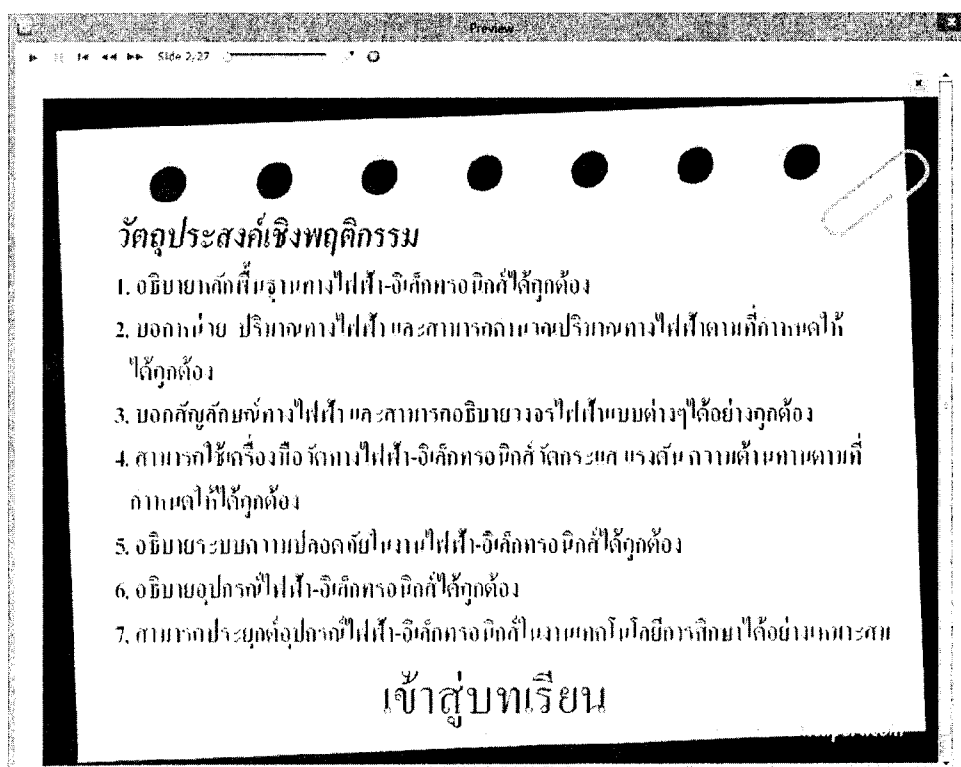
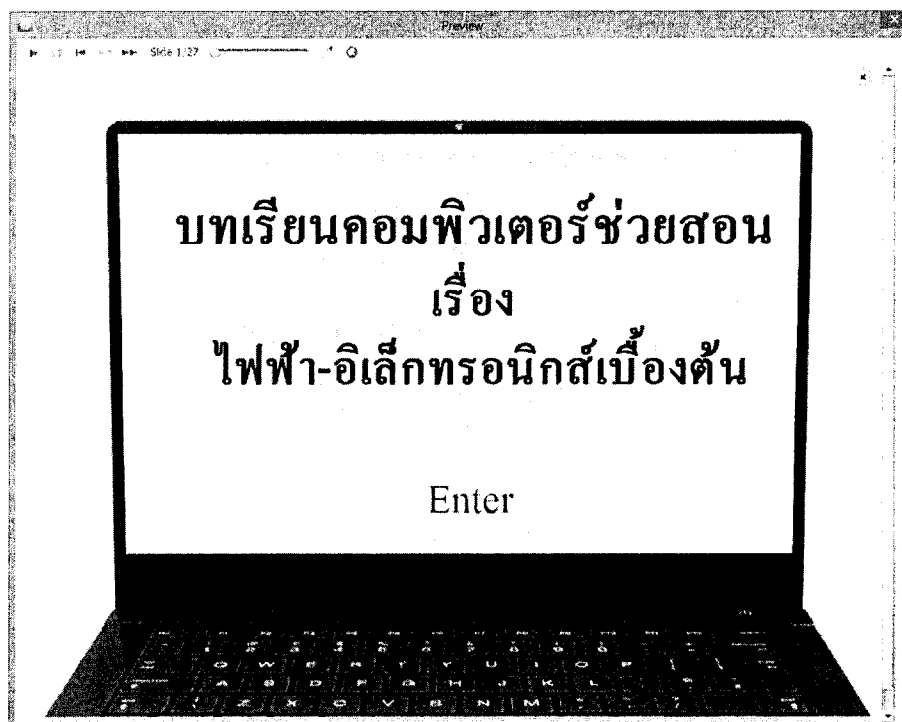
| ถามที่/ ข้อที่ | วัตถุประสงค์ที่ 1 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 2 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 3 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 4 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 5 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 6 | | | | | ผลตอบ (30) | การผ่านทุก วัตถุประสงค์ |
|-------------------|-------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|---------------|----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 26 | ผ่าน |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 26 | ไม่ผ่าน |

| วันที่/ ชื่อที่ | วัตถุประสงค์ที่ 1 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 2 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 3 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 4 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 5 | | | | | วัตถุประสงค์ที่ 6 | | | | | ผลสอบ (30) | การหาเหตุผล วัตถุประสงค์ |
|--------------------|-------------------|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|-------|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|-------------------|----|----|----|----|---------------|-----------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |
| 21 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 25 | ไม่ผ่าน |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 | ผ่าน |
| AVG | | | | | | | | | | | | | | | | | 29.56 | | | | | | | | | | | | | | | |
| STD | | | | | | | | | | | | | | | | | 1.01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 คะแนน | | | | | | | | | | | | | | | | | 98.55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 ตัวหนังสือ | | | | | | | | | | | | | | | | | 90 | | | | | | | | | | | | | | | |

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่อง ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

ตัวอย่าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

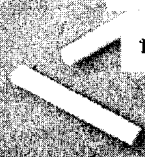


Preview

Slide 3/27

กรุณาเลือกบทเรียน

- บทที่ 1. พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ
- บทที่ 2. หน่วยปริมาณทางไฟฟ้า และการคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า
- บทที่ 3. สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า และวงจรไฟฟ้า
- บทที่ 4. เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
- บทที่ 5. ความปลอดภัยในงานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
- บทที่ 6. อุปกรณ์ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

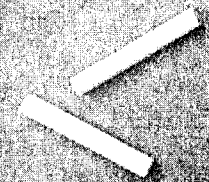


Preview

Slide 4/27

บทที่ 1. พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบ

- แบบทดสอบก่อนเรียน
- เนื้อหา
- แบบทดสอบหลังเรียน
- กลับหน้าหลัก



Preview


Slide 6/27

บทที่ 1 พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรรทราบ

1.1 ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร

ถ้าต้องการทราบว่าไฟฟ้าเกิดขึ้นได้อย่างไร ทุกคนคงนึกสมัยเราเรียนวิทยาศาสตร์ อาจารย์จะอธิบายถึง “สสาร” ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของธาตุต่างๆ (ธาตุตามธรรมชาติที่ค้นพบตอนนี้มีประมาณ 102 ชนิด) ซึ่งมีอยู่ตามธรรมชาติมากมาย ตัวอย่างธาตุที่เรารู้จักโดยทั่วไป เช่น ทอง (Au) เงิน (Ag) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe)

กลับหน้าหลัก หน้าต่อไป




Preview

Slide 6/27

บทที่ 1 พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรรทราบ

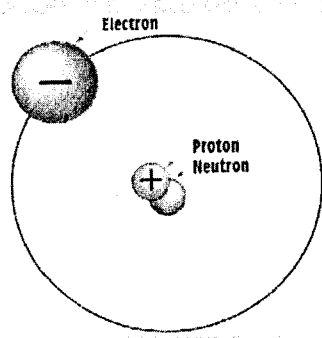
สรุปว่าส่วนประกอบของสสาร คือ ธาตุ และในธาตุต่างๆ ก็จะมีประกอบไปด้วยอะตอม (Atom) มากมาย และในอะตอมเองก็จะประกอบไปด้วยอนุภาคเล็กมากที่ต้องอยู่รวมกัน 3 ชนิด คือ โปรตอน (Proton) มีประจุไฟฟ้าเป็นบวก (+) นิวตรอน (Neutron) มีคุณสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า และอิเล็กตรอน (Electron) มีประจุไฟฟ้าเป็นลบ (-) โดยมีส่วนที่เป็นใจกลางของอะตอมเรียกว่า นิวเคลียส ซึ่งประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน ส่วนอิเล็กตรอนนั้นจะโคจรรอบๆ นิวเคลียส ลักษณะโครงสร้างอะตอมของไฮโดรเจน (Hydrogen) ดังภาพประกอบที่ 1

หน้าก่อน กลับหน้าหลัก หน้าต่อไป



Slide 6/27

บทที่ 1 พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรรอบ




Nucleus

Electron

Proton
Neutron

หน้าที่แล้ว กลับหน้าหลัก หน้าที่ต่อไป

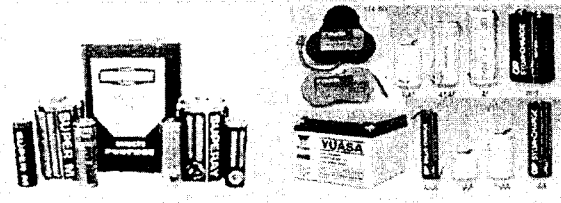


Slide 6/27


บทที่ 1 พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรรอบ

ไฟฟ้าเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมี ที่ผลิตขึ้นมาใช้งานจริงนั้นได้นำเอาหลักการของ วัตต์จากเซลล์ไปใช้งานโดยการสร้างเซลล์ไฟฟ้าที่ให้ศักย์ไฟฟ้าสูงมากขึ้นก็ให้แรงดันเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ และถ่าน เป็นต้น

ดิงภาพประกอบที่ 7



หน้าที่แล้ว กลับหน้าหลัก หน้าที่ต่อไป



Preview

Slide 5/27

แบบทดสอบก่อนเรียน

บทที่ 1.

พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรรทราบ

เริ่มทำแบบทดสอบ

กลับหน้าหลัก

Preview

Slide 5/27

แบบทดสอบ

- การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจากอะตอมหนึ่ง ไปสู่อะตอมหนึ่งหมายถึงข้อใด
 - การเกิดกระแสไฟฟ้าไหล
 - การเกิดพลังงานภายในอะตอม
 - อิเล็กตรอนวงนอกสุดหมุนรอบตัวเองจนหลุดจากนิวเคลียส
 - แรงดึงดูดระหว่างนิวเคลียสกับอิเล็กตรอนหายไป

Question 1 of 10

Clear Back Next ส่งคำตอบ

กลับหน้าหลัก

Preview

Slide 5/27

แบบทดสอบ

2. การที่วัตถุใดๆ แสดงอำนาจไฟฟ้าออกมาได้เพราะ

1. มีประจุไฟฟ้าสถิตอยู่
2. มีอิเล็กตรอนอยู่มากเกินไป
3. มีนิวตรอนอยู่น้อยเกินไป
4. มีโปรตอนสะสมอยู่รอบๆ วัตถุนั้น

Question 2 of 10

Clear Back Next ส่งคำตอบ

← กลับหน้าหลัก →

Preview

Slide 5/27

แบบทดสอบ

3. กระแสไฟฟ้าคือ

1. การเคลื่อนที่ของโปรตอนไปในทิศทางเดียวกัน
2. การรวมตัวกันระหว่างโปรตอนกับอิเล็กตรอน
3. การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระไปในทิศทางเดียวกัน
4. ความต่างศักย์แรงไฟฟ้า

Question 3 of 10

Clear Back Next ส่งคำตอบ

← กลับหน้าหลัก →

Preview

Slide 7/27

แบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 1. พื้นฐานไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรรทราบ

เริ่มทำแบบทดสอบ

กลับหน้าหลัก

Preview

Slide 7/27

แบบทดสอบ

5. ข้อใดเป็นฉนวน

1. ทองแดง
2. พลาสติก
3. เงิน
4. เกล็ด

Question 5 of 10

Clear Back Next ส่งคำตอบ

กลับหน้าหลัก

Slide 7/27

REVIEW

แบบทดสอบ

8. 'e' เป็นสัญลักษณ์ของข้อใด

1. โปรตรอน
2. อิเล็กตรอน
3. นิวตรอน
4. ไม่มีข้อถูก

Question 8 of 10

Clear Back Next ส่งคำตอบ

กลับหน้าหลัก