

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

ปริญญานิพนธ์
ของ
วิภาภรณ์ อิมอารมย์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
เมษายน 2544
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
เรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก"

บทคัดย่อ

ของ

วิภาภรณ์ อิมอารมย์

624.5131078

624.5131078

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา

เมษายน 2544

วิภาภรณ์ อิ่มอารมย์. (2544). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา(ฟิสิกส์)). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ, ดร. มนัส บุญประกอบ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ที่สร้างขึ้นช่วยให้นักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำไปทดลองใช้สอนกับประชากรจำนวน 60 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโปรแกรมศิลป์ โรงเรียนบางบ่อ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างของจุดประสงค์ที่ 1 ถึงจุดประสงค์ที่ 6 ดังนี้ จุดประสงค์ที่ 1 จำนวน 36 คน จุดประสงค์ที่ 2 จำนวน 22 คน จุดประสงค์ที่ 3 จำนวน 35 คน จุดประสงค์ที่ 4 จำนวน 7 คน จุดประสงค์ที่ 5 จำนวน 25 คน และจุดประสงค์ที่ 6 จำนวน 36 คน ในขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม เมื่อได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 แล้ว ได้มีการนำบทเรียนไปทดลองสอนซ่อมเสริมด้วยตนเองโดยใช้เวลาประมาณ 15 คาบเรียน เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติ t – test Dependent Sample ผลของการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80 / 80
2. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจากการทดสอบหลังการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION FOR A REMEDY IN PHYSICAL AND
BIOLOGICAL SCIENCE ENTITLED ELECTRIC CIRCUITS AND
ELECTRICAL APPLIANCES

AN ABSTRACT
BY
VIPAPHORN IMAROM

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree in Science Education
at Srinakharinwirot University
April 2001

Vipaphorn Imarom. (2001). *Computer Assisted Instruction for a Remedy in Physical and Biological Science Entitled Electric Circuits and Electrical Appliances*. Master thesis, M.Ed. (Science Education(Physics)). Bangkok : Graduate School, Srinakharinrirot University. Advisor Committee : Asst. Prof. Sawat Supboon, Dr. Manat Boonprakob.

The purpose of this study was to develop a computer assisted instruction (CAI) lesson for a remedy in Physical and Biological Science entitled Electric Circuits and Electrical Appliances and to examine its efficiency. The subjects consisted of 60 Matayom Suksa V students in art program at Bangbo School, Amphoe Bangbo, Changwat Samut Prakarn, who did not pass purposive learning. They were 36 students at purposive learning 1, 22 students at purposive learning 2, 35 students at purposive learning 3, 7 students at purposive learning 4, 25 students at purposive learning 5, and 6 students at purposive learning 6. After developed a computer assisted instruction (CAI) lesson for a remedy at the 80/80 of efficient criteria, then it was used by the subjects within 15 periods. The subjects were tested after the lesson and then data were analyzed by t - test (dependant sample).

The results revealed that :

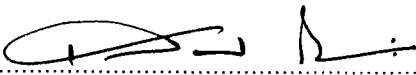
1. The computer assisted instruction (CAI) lesson for a remedy was at the 80/80 of efficient criteria.
2. Students 'achievement after remedy with computer assisted instruction (CAI) lesson was higher than before having remedy at .01 level.

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

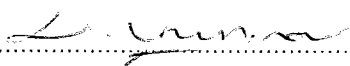
ของ
นางสาววิภาภรณ์ อิ่มอารมย์

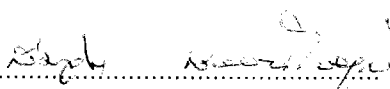
ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

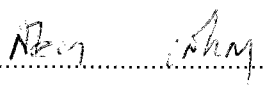

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. เสริมศักดิ์ วิศวลาภรณ์)
วันที่ 27 เดือน เมษายน พ.ศ. 2544

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์


..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ททรัพย์บุญ)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. มนัส บุญประกอบ)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(รองศาสตราจารย์สมจิต สวธนไพบุลย์)


..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา เล็กสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์เรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้กรุณาให้แง่คิดและคำตักเตือนแก่ผู้วิจัยในการดำเนินการและให้อิสระในการตัดสินใจอย่างเต็มที่ และ ดร. มนัส บุญประกอบ กรรมการวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาแนะนำแนวทางในการดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ สมจิต สวชนไพบุลย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา เล็กสกุล ที่กรุณาสละเวลารับเป็นกรรมการแต่งตั้งเพิ่มเติมในการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญซึ่งประกอบด้วย ดร. สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง จากโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ จากโรงเรียนสมุทรพิทยาคม อาจารย์สมกิจ กิจพูนวงศ์ จากสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา และอาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง จากโรงเรียนหลวงพ่อบ้านคลองด่านอนุสรณ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาส่วนตัวของแต่ละท่านเพื่อแนะนำและเสนอแนวทางในการแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจนอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

นอกจากนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ ผู้ช่วยผู้อำนวยการ คณะครู – อาจารย์ โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ เป็นกำลังใจและอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้กับผู้วิจัยจนกระทั่งงานวิจัยที่นำมาทดลองใช้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 2 ห้อง ที่ได้ให้ความร่วมมือด้วยการเชื่อฟังและตั้งใจต่องานที่ผู้วิจัยได้กระทำเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบริษัทโซควัฒนะ ที่กรุณาให้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเขียนงานวิจัยครั้งนี้ อาจารย์วรรณวิสา สุนทรสุข ที่ได้ช่วยสอนให้คำแนะนำและแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้ในการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และเพื่อน ๆ ทุกท่านที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของพ่อแม่และครูอาจารย์ทุกท่านผู้วางรากฐานทางการศึกษาให้กับผู้วิจัย

วิภาภรณ์ อิมอาร์มย์

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ.....	1
	ภูมิหลัง.....	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตการศึกษาค้นคว้า.....	4
	ขอบเขตเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน	
	ข้อเสริม.....	4
	ขอบเขตเกี่ยวกับการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน	
	ข้อเสริม.....	5
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	5
	เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง.....	5
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
	กรอบแนวคิดของการศึกษาค้นคว้า.....	8
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	8
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
	สาระที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	10
	ความหมายและประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	10
	บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	14
	ลักษณะการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	15
	คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	17
	การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	20
	การสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนข้อเสริม.....	28
	สาระที่เกี่ยวกับไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	33
	เนื้อหาโดยสรุปของวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่อง	
	อำนวยความสะดวก".....	33
	ไฟฟ้า.....	34
	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า.....	37
	การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล.....	39

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2(ต่อ)	การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน.....	40
	การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง.....	40
	สาระเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	42
	งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	43
	การสอนซ่อมเสริม.....	44
	ประเภทของการสอนซ่อมเสริม.....	45
	การจัดบริการการสอนเพื่อซ่อมเสริม.....	48
	องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการจัดการสอนเพื่อซ่อมเสริม.....	50
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	53
3	วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	58
	การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม.....	58
	การสร้างแบบประเมินคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม.....	59
	คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม.....	60
	การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม.....	63
	กลุ่มตัวอย่าง.....	63
	ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง.....	63
	ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	63
	แบบแผนการวิจัย.....	64
	เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการทดลอง.....	64
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	66
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องด้านเนื้อหา ด้านสื่อการเรียนการสอน	
	ด้านการนำไปใช้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม	66
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุด	
	ประสงค์การเรียนรู้.....	66
	สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐานการทดสอบเกณฑ์ 80/80.....	68
	สถิติที่ใช้ในการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายจุดประสงค์.....	69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	70
ผลการหาคุณภาพของบทเรียน.....	70
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน.....	84
ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	85
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	91
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	91
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	91
วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	91
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	91
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	91
การสร้างและการหาประสิทธิภาพของบทเรียน.....	92
วิธีดำเนินการทดลอง.....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	93
สรุปผลการวิจัย.....	92
อภิปรายผล.....	94
ข้อเสนอแนะ.....	95
ข้อเสนอแนะทั่วไป.....	95
ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย.....	96
บรรณานุกรม.....	97
ภาคผนวก.....	106
ภาคผนวก ก.....	107
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย.....	107
ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์.....	108
จุดประสงค์การเรียนรู้.....	113
ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้.....	114
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	116
ภาคผนวก ข.....	132
ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม.....	133
ความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	145

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก(ต่อ) ภาคผนวก ค.....	147
ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ.....	148
ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบ.....	150
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม.....	152
ภาคผนวก ง.....	158
คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	160
ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	162
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	190

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงกรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า.....	8
2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial).....	24
3 แสดงโครงสร้างของบทเรียน Drill and Practice.....	24
4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนการทดสอบ (Testing).....	25
5 Design Window.....	30
6 Presentation Window.....	30
7 เส้นบอกความกว้างของข้อความ.....	31
8 ภาพการวางไอคอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ในหน้าไตเติ้ล.....	31
9 แสดงภาพจากการวางไอคอนในหน้าไตเติ้ล.....	32
10 แสดงทิศทางของไฟฟ้ากระแสตรงในขดลวด.....	37
11 แสดงทิศทางของไฟฟ้ากระแสสลับ.....	38
12 แสดงหน้าจอคำสั่ง Run.....	61
13 แสดงหน้าจอ My Computer.....	61
14 แสดงหน้าจอ CD Drive.....	62
15 แสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม.....	62

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
2 แบบแผนการวิจัย.....	64
3 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยรวมทั้ง 3 ด้านของ 6 จุดประสงค์การเรียนรู้.....	71
4 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1	72
5 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2.....	74
6 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3.....	76
7 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4	78
8 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5	80
9 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6	82
10 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1	85
11 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2.....	86
12 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3.....	87
13 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4.....	88

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5.....	89
15 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่าน ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6.....	90
16 แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”	130
17 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1.....	133
18 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2.....	135
19 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3.....	137
20 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4.....	139
21 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5.....	141
22 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6.....	143
23 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ การสอนซ่อมเสริม เป็นรายบุคคล จำนวน 3 คน	145
24 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ การสอนซ่อมเสริม เป็นรายบุคคล จำนวน 9 คน	146
25 แสดงการหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.	148
26 แสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	150
27 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1.....	152
28 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2.....	153
29 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม ตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3.....	154

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
30	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4.....	155
31	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5.....	156
32	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6.....	157

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การศึกษาถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยเฉพาะการพัฒนาทรัพยากรบุคคล การที่พลเมืองจะมีคุณภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาด้วยการจัดการศึกษาจะดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องอาศัยการจัดหลักสูตรเป็นพื้นฐาน ทั้งนี้เพราะในหลักสูตรได้รวบรวมมวลประสบการณ์ที่สถาบันการศึกษาจัดให้กับผู้เรียนทั้งในประสบการณ์ในห้องเรียนและนอกห้องเรียน (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอน วิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 1) จึงถือว่าหลักสูตรเป็นตัวจักรสำคัญที่จะทำให้จุดมุ่งหมายของการศึกษาสัมฤทธิ์ผล หลักสูตรที่มีคุณภาพควรเป็นหลักสูตรที่สามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถและเจตคติที่จะนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้ (สุมิตร คุณานุกร. 2520 : 10)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มุ่งจัดการเรียน การสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งแนวทางดังกล่าวครูจำเป็นต้องเปลี่ยนบทบาทของตนเองจากผู้สอน มาเป็นผู้สนับสนุน วางแผน ให้คำปรึกษา และสร้างบรรยากาศของการเรียนให้เกิดแก่ผู้เรียนให้มากที่สุด การจัดการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ มีองค์ประกอบในหลาย ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นหลักสูตร การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสื่อประกอบการเรียนการสอน โดยมีนโยบายการจัดการเรียนการสอน ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยกระบวนการที่สามารถคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็น เพื่อเป้าหมายให้นักเรียนเป็นคนเก่ง คนดีและดำรงตนอยู่ในสังคมอย่างมีความสุข การจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความจำเป็นที่บุคลากรทางด้านการศึกษาดำเนินการปรับกระบวนการทัศน์ในการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษา โดยเน้นให้ความสำคัญของผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ดังนั้นครู ในยุคการปฏิรูปการศึกษาจึงจำเป็นต้องก้าวไปให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม ประกอบกับเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ก้าวหน้า ไปอย่างรวดเร็วจึงทำให้มีการตื่นตัวในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษามากขึ้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 157) การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษามี 2 ลักษณะคือ ประการแรกใช้กับงานด้านบริการและธุรการทั่วไป ประการที่สองใช้กับงานด้านการเรียนการสอน การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนแบ่งเป็น 4 ลักษณะคือ การสอนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ การสอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การสอนการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยการเรียนการสอน หรือที่เรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมาจากคำว่า Computer Assisted Instruction (CAI) คือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการถ่ายทอดเนื้อหาวิชาความรู้ให้แก่ผู้เรียน (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 7 – 8) คอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่งที่ยึด

ผู้เรียนเป็นสำคัญ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล คำนึงถึงวิธีเรียนซึ่งผู้เรียนต้องศึกษาด้วยตนเอง (สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. 2532 : 4 - 5) คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยสอนก็จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ทันที ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่าง ๆ (กิตานันท์ มลิทอง. 2536 : 168) โดยเฉพาะการใช้คอมพิวเตอร์บทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial) ภายหลังจากการศึกษาเนื้อหาวิชาในชั้นเรียนแล้ว หรือใช้บทเรียนการสอนทบทวนในการเรียนซ่อมเสริมด้วยตนเอง นักเรียนสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนเนื้อหาจากโปรแกรมได้ หลังจากการทบทวนเนื้อหาแล้วก็ทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ เพื่อเป็นการศึกษาในเนื้อหาเรื่องที่ต้องการได้ ดังนั้นบทเรียนประเภทเสริมการเรียนรู้จะมีเนื้อหาในลักษณะการช่วยเสริมสร้างความคิดรวบยอดที่ได้เรียนรู้มาในชั้นเรียน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และตอบคำถามได้ตามความสนใจและความถนัดของตนเอง (ช่วงโชติ พันธุเวช. 2534 : 21) คอมพิวเตอร์จึงเหมาะที่จะใช้ในการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียน

การสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) เป็นการสอนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ หรือช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของเด็กที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษจากครู เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนจากสิ่งที่ไม่เคยมีหรือมีอยู่น้อยในตัวผู้เรียนให้ปรากฏมีขึ้นในตัวผู้เรียนเมื่อการเรียนสิ้นสุดลง แนวทางในการสอนซ่อมเสริมผู้สอนควรใช้วิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียน การดำเนินการสอนต้องค่อย ๆ เป็นไปทีละน้อย สอนทีละขั้น ทำสิ่งที่เรียนให้น่าจำและจำได้ง่ายขึ้น เรื่องใดที่เขาทำได้สำเร็จควรเสริมกำลังใจให้ เพื่อผู้เรียนจะได้รู้ผลงานของตนเองจะได้มีกำลังใจ ในทางปฏิบัติผู้ทำการสอนซ่อมเสริมก็คือครูประจำวิชา ดังนั้นการสอนจะดำเนินไปได้ดีหรือไม่เพียงไร จึงขึ้นอยู่กับตัวครูเอง ครูสอนซ่อมเสริมจึงควรหาความรู้และให้ความสนใจในเรื่องนี้เป็นพิเศษเพื่อปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สภาพความพร้อมของครูและปัญหาของโรงเรียนในกรณีที่มีครูมีน้อย ถ้าได้ใช้สัปดาห์ปรกติมาช่วยในการสอนซ่อมเสริมก็จะเป็นการลดภาระของครูไปได้อย่างมาก

การสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) โดยคอมพิวเตอร์ เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขส่งเสริมให้นักเรียนเรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก มีผลการเรียนได้ดีขึ้นจากการเรียนในชั้นเรียนปกติ เนื่องจากชั้นเรียนปกติมักมีนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนช้าในห้องป็นอยู่บ้าง ดังนั้นการสอนซ่อมเสริมจึงเป็นการช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนนอกเหนือไปจากแผนการสอนตามปกติ (กรมวิชาการ. 2532 : 141) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมในการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามเอกัตภาพ ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนรู้ตามวิถีทางของเขาและใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่งที่แตกต่างกันไป กล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นเทคนิคหรือวิธีสอนที่ยึดหลักความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยจัดสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนอย่างอิสระ (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 3)

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จึงเป็นการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหการเรียนการสอน ช่วยเพิ่มคุณภาพทาง

การศึกษา จากงานวิจัยของวีระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2529 : 50) พบว่าการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีนนทบุรี ปีการศึกษา 2529 ดีกว่าการเรียนซ่อมเสริมจากครู นอกจากนั้นสันติ ม่วงปาน (2530 : 1) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนซ่อมเสริมสูงกว่าก่อนการเรียนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของคอมพิวเตอร์ว่าเป็นสื่อการสอนที่มีศักยภาพจึงมีความคิดที่จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม เพื่อช่วยแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกันซึ่งประกอบด้วยบทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial) การฝึกทักษะและการปฏิบัติ (Drill and Practice) และการทดสอบ (Testing) เพื่อช่วยให้นักเรียนผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นตามความสนใจและความสามารถของนักเรียนเอง

เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” เป็นเรื่องเกี่ยวกับแหล่งพลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงาน การส่งพลังงานไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้า และความปลอดภัยในการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นบทเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพเกี่ยวกับไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับนามธรรม การถ่ายทอดของครูผู้สอนและการจัดสภาพการเรียนการสอนตามแบบปกติอาจจะทำให้เกิดความซับซ้อนค่อนข้างยากต่อการเข้าใจทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย ไม่เข้าใจในบทเรียนนี้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงมีความคิดว่าการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยให้น่าสนใจ ช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ นักเรียนมีเวลาที่จะทำความเข้าใจตรงตามจุดประสงค์ที่ตนเองต้องการได้ ซึ่งจะส่งผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น สามารถผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการได้ง่ายขึ้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงคิดใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมแทนการสอนของครูเพื่อให้นักเรียนจะได้มีโอกาสศึกษาได้ด้วยตนเองตามที่ตนเองต้องการ หรือแทนการที่นักเรียนต้องศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองจากหนังสือเรียนที่อาจจะไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้เมื่อสอบรายจุดประสงค์ก็จะทำให้สอบไม่ผ่านจุดประสงค์ที่ต้องการได้ ผู้วิจัยจึงใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยการศึกษาคุณภาพ ประสิทธิภาพและผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ได้สร้างขึ้นเพื่อจะได้มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ไว้ใช้ในโอกาสต่อไป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่สร้างจากโปรแกรมสำเร็จรูป ออเทอร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่มีประสิทธิภาพ

2. ได้ทราบผลการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

3. ได้แนวทางสำหรับนักการศึกษาในการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มี 2 ตอน แต่ละตอนมีขอบเขตดังนี้

ก. ขอบเขตเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยผู้วิจัยได้เลือกที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ 6 ข้อ คือ (คู่มือครูวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” สสวท. 2538 : 7)

จุดประสงค์ข้อที่ 1 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้

จุดประสงค์ข้อที่ 2 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้

จุดประสงค์ข้อที่ 3 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้

จุดประสงค์ข้อที่ 4 นักเรียนควรจะสามารถบอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้

จุดประสงค์ข้อที่ 5 นักเรียนควรจะสามารถจำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานของอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้

จุดประสงค์ข้อที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้

ข. ขอบเขตเกี่ยวกับการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่เรียนโปรแกรมศิลป์ โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโปรแกรมศิลป์ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวนประชากรทั้งหมด 60 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโปรแกรมศิลป์ ที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 ดังต่อไปนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โดยใช้เวลาในคาบซ่อมเสริม คาบชุมนุม คาบโฮมรูม และเวลาว่าง จำนวน 3 สัปดาห์ ๑ ละ 5 วัน โดยใช้เวลาคาบละ 50 นาที ต่อวัน รวมทั้งหมด 15 คาบ

5. ตัวแปรที่ศึกษา

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

นิยามศัพท์เฉพาะ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction) หมายถึง สารที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และใช้เป็นการเรียนการสอนเพื่อนำเสนอเนื้อหาวิชาในลักษณะสื่อประสม (Multimedia) ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก เสียง ภาพเคลื่อนไหว ในการถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนจะมีการถามคำถาม และรับคำตอบจากผู้เรียน และแสดงผลการเรียนรู้ในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับได้

การสอนซ่อมเสริม

การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การสอนเนื้อหาบทเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ในการควบคุมโปรแกรมและนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรายละเอียดของจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมนี้สร้างขึ้นจากโปรแกรมสำเร็จรูป ออเทอร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) สามารถทำงานได้บนโปรแกรมวินโดวส์ (Windows) โดยการนำเสนอเนื้อหา การทดลอง แบบฝึกหัดที่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งในเนื้อหาประกอบด้วยคำอธิบาย มีรูปภาพ มีคำถาม แต่ละจุดประสงค์จะมีแบบทดสอบผลการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเลือกทำความเข้าใจและทดสอบผลจากจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง ข้อกำหนดที่คาดหวังซึ่งจะทำให้ทราบว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนจบเนื้อหานั้น ๆ แล้ว นักเรียนควรจะสามารถทำอะไรได้บ้าง เป็นการระบุการกระทำที่นักเรียนควรจะสามารถทำได้จริง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการวัดผลสำหรับรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” มีจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

1. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้
2. นักเรียนสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้
3. นักเรียนสามารถสรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้

4. นักเรียนสามารถบอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้

5. นักเรียนสามารถจำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้

6. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม หมายถึง ผลที่ได้จากการวัดผลทางการเรียนของนักเรียนทั้งระหว่างเรียนซ่อมเสริมและหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80

เกณฑ์ 80/80

เกณฑ์ 80/80 หมายถึง เกณฑ์ในการพิจารณาผลของการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่สร้างขึ้น โดย 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากนักเรียนทั้งกลุ่มที่ตอบคำถามท้ายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในแต่ละจุดประสงค์ โดยคิดเป็นร้อยละ 80 ส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากนักเรียนทั้งกลุ่มที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์หลังเรียนจบในแต่ละจุดประสงค์ โดยคิดเป็นร้อยละ 80

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยวัดพฤติกรรม 4 ด้าน ได้แก่

ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการฝึกปฏิบัติทางความคิดอย่างมีระบบจนเกิดเป็นความชำนาญในการแสหาความรู้และการแก้ปัญหาและสามารถเลือกใช้กิจกรรมต่าง ๆ อย่างเหมาะสมในการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3 ทักษะคือ

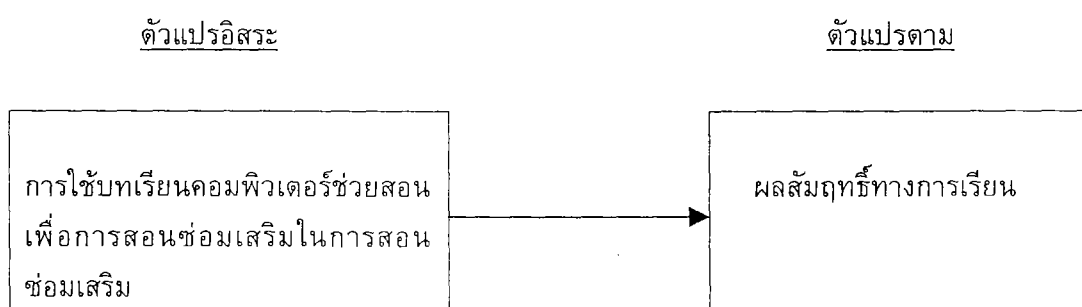
ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสทางตาในการสังเกตเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและสมบัติของวัตถุหรือข้อมูลที่มีการกำหนดค่าเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์

ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หารหรือแก้สมการหาคำตอบ หรืออื่น ๆ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

สำหรับกรอบแนวคิดของการวิจัย สามารถสรุปได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

1. สารที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.1 ความหมายและประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.2 บทบาทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.3 ลักษณะการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.4 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.6 การสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม
2. สารที่เกี่ยวกับไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้า
 - 2.1 เนื้อหาโดยสรุปของวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ”ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”
 - 2.2 ไฟฟ้า
 - 2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - 2.4 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
 - 2.5 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
 - 2.6 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง
3. สารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การสอนซ่อมเสริม
 - 4.1 ประเภทของการสอนซ่อมเสริม
 - 4.2 การจัดบริการการสอนเพื่อซ่อมเสริม
 - 4.3 องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการจัดการสอนเพื่อซ่อมเสริม
5. งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. สารที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายและประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับผู้เรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเหมาะสมสำหรับการศึกษด้วยตนเอง สามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษแตกต่างกันออกไปหลายชื่อ เช่น

Computer Aided Instruction (CAI)

Computer Assisted Instruction (CAI)

Computer Aided Learning (CAL)

Computer Assisted Learning (CAL)

Computer Based Instruction (CBI)

Computer Based Learning (CBL)

Computer Based Training (CBT)

Computer Based Education (CBE)

Computer Assisted Teaching and Learning (CATL)

Computer Based Teaching and Learning (CBTL)

แต่คำที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ Computer Assisted Instruction หรือ CAI (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2525 : 69 ; พัทธ์ชัย ศีลรัตน. 2529 : 14 ; วสันต์ อติศัพท์. 2530 : 17 ; อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. 2530 : 5 ; นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531 : 24 ; ยืน ภู่วรรณ. 2531 : 121 ; ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 8 ; ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 : 3)

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาและนักวิชาการต่าง ๆ ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้หลายท่านด้วยกัน ดังนี้

สเปนเซอร์ (Spencer. 1982 : 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น การใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอน แก่นักเรียนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การ ทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธี

การสอนที่บันทึกเก็บไว้มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน (ยีน ภู่วรรณ. 2531 : 121 ; ทักษิณา สวานานนท์. 2529 : 56 – 59)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน (ชนิษฐา ชานนท์. 2532 : 8)

โดยสรุปคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการเรียนการสอน โดยในที่นี้ทำหน้าที่เปรียบเสมือนผู้ช่วยของครูในการนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเรียนให้กับนักเรียน ในลักษณะของการให้ความรู้เพิ่มเติม ทบทวนบทเรียน ตลอดจนการวัดผล และให้ข้อมูลย้อนกลับโดยอาศัยโปรแกรมที่บรรจุไว้ในคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาใช้ได้ตลอดเวลา

ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันในปัจจุบันนี้มีอยู่มากมายหลายรูปแบบ นักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้จัดแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้มี 9 ประเภทดังนี้ (วารินทร์ รัชมิพรหม. 2525 : 73 ; ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42 - 46 ; พิทักษ์ ศีลรัตน. 2529 : 14 ; ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 216 – 220 ; อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 6 - 7 ; วสันต์ อติศัพท์. 2530. 3(8) : 19 - 26 ; สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 40 - 42 ; ชนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9 - 10 ; ยีน ภู่วรรณ. 2529 : 5 - 7 ; Alessi and Trollip. 1985 : 51 - 53)

1. การฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่จะใช้เสริมการสอนเมื่อครูหรือผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมกันมาก คือ การจับคู่ชี้ว่า ถูก – ผิด และเลือกข้อถูกจาก 3 – 5 ตัวเลือก การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติไม่ได้ช่วยผู้เรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้านเดียว แต่ยังช่วยผู้เรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ

ลือคคาร์ต, อับรัมม์ และเมนี (Lockard, Abrams and Many. 1987) แนะนำว่าการฝึกหัดและทำแบบฝึกหัดที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้

- 1.1 การใช้กราฟิก เสียง และสี ควรจะจัดอย่างเหมาะสม
- 1.2 อาจจะจัดในรูปของเกมเพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการฝึกหัด
- 1.3 ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) จัดให้เหมาะสมสำหรับคำตอบที่ถูก และคำตอบที่ผิด
- 1.4 สามารถควบคุมอัตราความเร็วในการนำเสนอ
- 1.5 ควรจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปทบทวนคำสั่งในการใช้บทเรียนหรือทบทวนสิ่งที่ได้ทำไปแล้ว

1.6 สามารถสุ่มคำถามหรือปัญหาได้

1.7 สามารถหยุดบทเรียน และกลับมาทำต่อในจุดที่ต้องการทำใหม่ได้

2. บทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจากลักษณะของบทเรียนโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อย ๆ เป็นการเลียนแบบการสอนของครู คือ จะมีบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วย ตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอนในรูปแบบของข้อความ ภาพและเสียงหรือทุกแบบรวมกัน หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรง สามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนรู้แล้วไปได้ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกผลว่าผู้เรียนทำได้เพียงไร อย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนบางคนได้ ลักษณะของการสอนเนื้อหาที่ดีควรจะเป็นดังนี้

2.1 เนื้อหาหรือมโนทัศน์ที่เสนอควรจะจัดอย่างเป็นระเบียบเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความสับสน

2.2 กราฟิกและเสียงประกอบสอดคล้องกับเนื้อหาวิชา

2.3 ผู้เรียนสามารถควบคุมจังหวะความเร็วในการเสนอเนื้อหา

2.4 ควรจะมีวิธีการบันทึกคะแนนของผู้เรียนไว้เพื่อผู้สอนจะได้สามารถนำมาตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน และผู้เรียนทั้งชั้นได้

3. เกมทางการศึกษา (Educational Game) เกมการศึกษาหลาย ๆ เรื่อง ช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่าง ๆ ได้ดี เช่น เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา เกมการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อม ๆ กัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษา คือ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญสำหรับในส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่ว ๆ ไป คือ เรื่องของการแข่งขัน แต่ก็เป็นการเล่นไปสู่วิธีการเรียนนั่นเอง เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพกราฟิกที่มีสีสันสวยงามและทำเสียงประกอบได้จึงทำให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

4. การจำลองแบบ (Simulation) วิธีการนี้เป็นการจำลองสถานการณ์จริงโดยคอมพิวเตอร์จะเสนอสถานการณ์เป็นรูปภาพให้แก่ผู้เรียนได้เห็นจริงและเข้าใจง่าย ให้โอกาสผู้เรียนได้วิเคราะห์และตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดให้ เพื่อที่จะทำการอย่างใดอย่างหนึ่ง การจำลองสถานการณ์บางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการได้มาก การจำลองสถานการณ์อาจจะช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้ เนื่องจากสถานการณ์จำลองมีลักษณะค่อนข้างซับซ้อน ผู้สร้างบทเรียนในลักษณะนี้จะต้องอาศัยการคาดคะเนเรื่องการตอบสนองในรูปแบบต่าง ๆ จากผู้ใช้บทเรียนและผลที่เกิดจากการตอบสนอง เพื่อนำมาพิจารณาในการสร้างรูปแบบ (Model) ดังนั้นจึงต้องใช้เวลาในการสร้างมาก และผู้สร้างบทเรียนจะต้องมีทักษะระดับสูงในการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียนในลักษณะนี้ การจำลองสถานการณ์ มี 3 ลักษณะด้วยกัน คือ

4.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

4.2 การจำลองสภาพแบบการจำลองระบบ (System Modeling Simulation) จำลองระบบจัดการจราจรวันเวย์ในนครหลวงดูว่าจะมีปัญหาใดหรือไม่ก่อนจะลงมือทำบนถนนจริง ๆ

4.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจในบางเรื่อง การทำจริง ๆ อาจยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่าควรพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่าง ๆ อย่างไร

5. การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ ลักษณะบทเรียนแบบนี้คล้าย ๆ กับการจำลองแบบแต่แบบการแก้ปัญหานั้นเน้นชวนการคิดในการใช้เหตุผล เน้นฝึกการคิดตัดสินใจโดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ

6. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูผู้สอนมักนำมาใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การใช้คอมพิวเตอร์นี้น่าสนใจกว่า เพราะว่าคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม อีกทั้งมีสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างอะตอม เป็นต้น

7. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัด การสอบ การตรวจให้คะแนน การวัดวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบและการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

8. การไต่ถามให้ข้อมูล (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขจะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

9. แบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้การประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ แบบ ความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบ หรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่งอาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Gaming) การไต่ถามให้ข้อมูล (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving)

1.2 บทบาทของคอมพิวเตอร์ในวงการการศึกษา

แนวนโยบายของรัฐบาลไทยในการที่จะให้โรงเรียนต่าง ๆ ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงออกมาในลักษณะการยอมรับมากขึ้น จะเห็นได้จากการศึกษาสายอาชีพ ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมหรือพาณิชยกรรมมีแนวโน้มการสอนและใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น การอนุญาตให้เปิดสอนวิชาคอมพิวเตอร์หลักสูตรระยะสั้น การกำหนดหลักสูตรคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตลอดจนข้อเท็จจริงในปัจจุบันที่โรงเรียนต่าง ๆ มีไมโครคอมพิวเตอร์อยู่จำนวนไม่น้อย ในความเป็นจริงแล้วเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มีการพัฒนามาเป็นระยะเวลานาน แต่มีได้รับความสนใจที่จะนำมาใช้ในโรงเรียน อาจเป็นด้วยปัญหาด้านงบประมาณ เพราะคอมพิวเตอร์มีราคาค่อนข้างแพง แต่ปัจจุบันพบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กคือไมโครคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงและมีศักยภาพไม่แพ้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ใช้งานง่าย เคลื่อนย้ายสะดวก มีโปรแกรมสำเร็จรูปให้ใช้มากมาย จึงทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นที่สนใจของวงการศึกษามากขึ้น

ไพโรจน์ ตีรณชนากุล (2528 : 67 — 68) ได้กล่าวถึงการนำไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในโรงเรียน คือ

1. ใช้ศึกษาวิทยาการทางคอมพิวเตอร์ เรียนรู้ทฤษฎีการทำงานและการใช้งานโดยการใช้โปรแกรมควบคุม เพื่อรับรู้ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ทั้งในด้านการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ ศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์ การป้องกันโปรแกรม การอ่านผลจากไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าใจและสามารถอยู่ในสังคมที่ประกอบด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีผลกระทบต่อกิจการต่าง ๆ ตลอดจนเศรษฐกิจส่วนตัวและประเทศชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เสริมความสามารถในการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนสามารถสร้างเสริมความรู้และทักษะจนสามารถทำงานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ได้

3. ใช้คอมพิวเตอร์ในห้องปฏิบัติการ จำลองสถานการณ์เพื่อช่วยในการเรียนคณิตศาสตร์ สังคมศาสตร์และวิทยาศาสตร์

4. ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ปัญหาหรือทำโจทย์ในวิชาต่าง ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสังคมศาสตร์ นักเรียนสามารถฝึกความรู้และทดสอบความรู้จากโจทย์แบบฝึกหัดและเฉลยจำนวนมากที่คอมพิวเตอร์เก็บไว้

5. ใช้คอมพิวเตอร์เสริมสร้างศิลปะและดนตรีโดยอาศัยโปรแกรมกราฟิกรสร้างสรรค์รูปภาพและเพลง ให้นักเรียนฝึกและทดลอง ทำให้เกิดสนิยม ทักษะที่ดีต่อศิลปะและดนตรี นอกจากนี้ยังอาจใช้เกมคอมพิวเตอร์สร้างการคิดแบบตรรกได้

6. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับการศึกษด้วยตนเองหรือปรับปรุงการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ชุดการสอนสำเร็จรูปกับเครื่องคอมพิวเตอร์

7. ใช้คอมพิวเตอร์บริหารการสอน เก็บข้อมูลและผลการเรียนของนักเรียนทำให้ครูสามารถติดตามนักเรียนเป็นรายบุคคลได้รวมทั้งสามารถนำมาช่วยในการเลือกและจัดอันดับเนื้อหาวิชาและเลือกยุทธวิธีสอน

8. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานบริหาร งานทะเบียน งานบัญชีของโรงเรียน และเป็นอุปกรณ์สาธิตงานบัญชีและงานสำนักงานแก่นักเรียน

จากข้อความข้างต้นจึงอาจกล่าวสรุป ได้ว่าการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในโรงเรียนแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในกิจการของโรงเรียน การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ และการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นเครื่องช่วยสอน

1.3 ลักษณะการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งที่น่าเอาหลักการของ บทเรียนโปรแกรม (Programed Instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอน ของเพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานกันโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นเพราะคอมพิวเตอร์สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของ บทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความเร็วในการเสนอเนื้อหา การซ่อนคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนที่เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2543 : 21 – 22)

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียนบอกวิธีการเรียนและบอกจุดประสงค์ของการเรียนเพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้ทราบว่า เมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วเขาจะสามารถทำอะไรได้บ้าง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการในรูปแบบที่น่าสนใจได้ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะภาพเคลื่อนไหว เสียงหรือผสมผสานหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียน ให้มุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนบางโปรแกรม อาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อน หรือมีรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และผู้เรียนสามารถจัดลำดับการเรียนก่อนหลังได้ด้วยตนเอง

2. **ขั้นการเสนอเนื้อหา** เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในเรื่องใดแล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ ๆ (Frame) ในรูปแบบที่เป็น ตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพกราฟิก และภาพเคลื่อนไหวเพื่อสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ แต่ละกรอบหรือเสนอเนื้อหาเรียงลำดับไปที่ละอย่างทีละประเด็นโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเองเพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้ได้มากที่สุดตามความสามารถและมีการชี้แนะหรือการจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. **ขั้นคำถามและคำตอบ** หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนไปแล้ว เพื่อที่จะวัดผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วเพียงใดก็จะมีบททบทวนโดยการให้ทำแบบฝึกหัดและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดชนิดคำถาม แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนที่น่าสนใจมากกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์หรือเมาส์ (Mouse) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ในเวลาที่กำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. **ขั้นการตรวจคำตอบ** เมื่อระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้เรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบ การแจ้งผลอาจแจ้งเป็นแบบข้อความกราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น การให้คำชมเชย เสียงเพลง หรือให้ภาพกราฟิกสวย ๆ และถ้าผู้เรียนตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกไปให้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำถามนั้นใหม่เมื่อตอบได้ถูกต้อง จึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้น ๆ

5. **ขั้นของการปิดบทเรียน** เมื่อผู้เรียนเรียนจนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่ม (Random) ข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรก ๆ นั้นได้ หรือแอบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบนั้นเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่แรกหรือไม่ รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ในการเรียนในหน่วยนั้น ๆ ได้ด้วย เป็นต้น

แนวคิดของนักวิจัยและพัฒนา ในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น แฮนนีฟีล และ เพค (Hannafin and Peck : 1988 ; อ้างอิงจาก บุญเกื้อ ควรรหาเวช. 2543 : 22— 23) ได้ให้ข้อคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและลักษณะของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ 12 ประการ ดังนี้

1. สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของการสอนเพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนจากบทเรียนนั้นได้มีความรู้และทักษะตลอดจนทัศนคติที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ และผู้เรียนสามารถประเมินผลด้วยตนเองว่าบรรลุจุดประสงค์ในแต่ละข้อหรือไม่

2. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนการสร้างบทเรียนจะต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถพื้นฐานอยู่ในระดับใด ไม่ควรที่จะยากหรือง่ายจนเกินไป

3. บทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุดเพราะการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีประสิทธิภาพมากกว่าเรียนจากหนังสือ เพราะสามารถสื่อสารกับผู้เรียนได้ 2 ทาง

4. บทเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นการสอนรายบุคคล ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนเองมีความสนใจและต้องการที่จะเรียนและสามารถที่จะข้ามบทเรียนที่ตนเองเข้าใจแล้วได้ แต่ถ้าเรียนบทเรียนที่ตนเองยังไม่เข้าใจก็สามารถเรียนซ่อมเสริมจากข้อแนะนำของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

5. บทเรียนที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของผู้เรียน ควรมีลักษณะเร้าความสนใจผู้เรียนได้ตลอดเวลา เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนอยู่เสมอ

6. บทเรียนที่ดีควรสร้างความรู้สึกลงใจในทางบวกกับผู้เรียน ควรทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเพลิดเพลิน เกิดกำลังใจและควรที่จะหลีกเลี่ยงการลงโทษ

7. ควรจัดทำบทเรียนให้สามารถแสดงผลย้อนกลับไปยังผู้เรียนให้มาก ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลย้อนกลับในทางบวก ซึ่งจะสามารถทำให้ผู้เรียนชอบและไม่เบื่อหน่าย

8. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน บทเรียนควรปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อกลุ่มผู้เรียนเหมาะกับการจัดตารางเวลาเรียน สถานที่ติดตั้งเครื่อง มีความเหมาะสมควรคำนึงถึงการใส่เสียงระดับเสียงหรือดนตรีประกอบ ควรให้เป็นที่ดึงดูดใจผู้เรียนด้วย

9. บทเรียนที่ดีควรมีวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างเหมาะสมควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไป ควรหลีกเลี่ยงคำหรือข้อความในคำถามที่ไร้ความหมาย การเฉลยคำตอบควรให้แจ่มแจ้ง ไม่คลุมเครือและไม่ควรให้เกิดความสับสน

10. บทเรียนควรใช้กับคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นแหล่งทรัพยากรทางการเรียนอย่างชาญฉลาดไม่ควรเสนอบทเรียนในรูปอักษรอย่างเดี่ยวหรือเรื่องราวที่พิมพ์เป็นอักษรโดยตลอดควรใช้สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ เช่น การเสนอด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหวผสมตัวอักษรหรือให้มีเสียงหรือแสงเน้นที่สำคัญหรือวัสดุต่าง ๆ เพื่อขยายความคิดของผู้เรียนให้กว้างไกลมากขึ้น ผู้ที่สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรตระหนักในสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ตลอด ข้อจำกัดต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ด้วย เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงความสูญเสียบางสิ่งบางอย่างของสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ไป เช่น ภาพเคลื่อนไหวปรากฏซ้ำเกินไป การแบ่งส่วนย่อย ๆ ของโปรแกรมมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้

11. บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอนคล้าย ๆ กับการผลิตสื่อชนิดอื่น ๆ การออกแบบบทเรียนที่ดีย่อมจะสามารถสร้างความสนใจของผู้เรียนได้มาก การออกแบบบทเรียนย่อมประกอบด้วย การตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน การจัดลำดับขั้นตอนของการสอน การสำรวจทักษะที่จำเป็นต่อผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ จึงควรจัดลำดับ ขั้นตอน การสอนให้ดี มีการวัดผลและการแสดงผลย้อนกลับให้ผู้เรียนได้ทราบ มีแบบฝึกหัดพอเพียง และให้มีการประเมินผลขั้นสุดท้าย เป็นต้น

12. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลทุกแห่งทุกมุม เช่น การประเมินคุณภาพของผู้เรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงามความตรงประเด็นและตรงทัศนคติของผู้เรียน เป็นต้น

1.4 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการศึกษด้วยตนเอง มีคุณค่ามีประโยชน์ต่อผู้เรียนและครูผู้สอนอย่างมาก นักการศึกษาได้กล่าวถึงคุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้มากมาย ดังนี้

คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การพิจารณาเรื่องของสมรรถนะการทำงานและคุณสมบัติที่ดีของเครื่องคอมพิวเตอร์ นำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน สำหรับให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง คุณค่าที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวกระตุ้นในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีทั้งจากความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ และความสามารถในการสร้างภาพสี และเสียงที่สร้างความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนตลอดเวลา (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2531 : 193 ; สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 193 ; ชนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9)

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และให้การเสริมแรง (Reinforcement) แก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว ทั้งในรูปของข้อความ เสียง หรือรูปภาพ เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที (อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7 – 8 ; วารินทร์ รัตมีพรหม. 2531 : 192)

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสนองต่อการเรียนรายบุคคลเป็นอย่างดี เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อน (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531 : 27 – 28) ผู้เรียนแต่ละคนได้มีโอกาสโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเองทำให้ไม่เบื่อที่จะเรียน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถวัดผลการเรียนได้ ผู้เรียนสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ เป็นการลดภาระของครูด้วย นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถทราบข้อมูลอื่น ๆ ตามที่ผู้เขียนโปรแกรมได้วางไว้อีกด้วย เช่น เขาได้คะแนนอยู่ในระดับหรือร้อยละเท่าใด หรือคะแนนสูงสุดที่มีผู้ทำได้ในข้อสอบชุดนั้น (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2532 : 22)

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเก็บข้อมูลได้มากทำให้ประหยัดพื้นที่ เมื่อผู้เรียนต้องการจะเรียนเรื่องอะไรก็สามารถค้นหาและดึงเอาบทเรียนออกมาแสดงได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังสามารถสลับแบบฝึกหัด ข้อสอบ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนโดยไม่ซ้ำกันได้ (สมชาย ทยานยง. 2526 : 53 – 61) มีความแม่นยำ ไม่มีความลำเอียง ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย และไม่รู้เบื่อ เมื่อผู้เรียนยังไม่เข้าใจบทเรียนก็สามารถกลับไปทบทวนตรงที่ยังไม่เข้าใจได้ทันที (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80)

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการสอนที่มีแบบแผน เพราะมีการวางแผนการสร้างบทเรียนทุกขั้นตอน สามารถตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนได้ (Hall. 1982 : 362)

ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สมยุทธ์ แก้วกระจาก (2539 : 8) ได้แจกแจงถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีประโยชน์ต่อผู้เรียนหลายประการ ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ
2. มีการป้อนกลับ (Feedback) ทันที มีสี สัน ภาพและเสียง ทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นเต้น ไม่เบื่อหน่าย
3. ผู้เรียนไม่สามารถแอบพลิกดูคำตอบก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อนจึงผ่านบทเรียนนั้นไป
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหา หรือบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียน
5. นักเรียนเรียนได้ดีกว่า และเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียน
6. สามารถประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนได้โดยอัตโนมัติ
7. ผู้เรียนได้เรียนแบบกระฉับกระเฉง (Active Learning)
8. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาตลอดเวลา
9. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้
10. ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนก่อน

11. ยึดหยุ่นตารางเรียนได้ตามสถานที่ที่สะดวก ไม่ว่าจะเป็นที่โรงเรียน บ้านหรือที่ทำงาน
12. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำพฤติกรรมกาเรียนได้นาน
13. เป็นการสร้างนิสัยความรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียน เพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม
14. มีเกณฑ์การปฏิบัติโดยเฉพาะ
15. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก
16. ทำให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน

จากความหมาย คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามที่นักวิชาการ นักการศึกษาต่าง ๆ ได้กล่าวไว้ ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนการสอน ที่มีผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังนี้

1. การควบคุมโปรแกรมการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เรียนแต่ละคน ให้ผลการเรียนรู้ที่ดีกว่าการควบคุมโดยโปรแกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์

จากหลักการที่ว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเอง และตามอัตราเร็วในการเรียนรู้ โดยไม่ต้องรอหรือเร่งให้ไปพร้อม ๆ กับเพื่อนในชั้นเรียน การเรียนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล (ทักษิณา สนวนนท์. 2530 : 208) ลักษณะการเสนอบทเรียนหรือเนื้อหาที่ดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรจะให้ผู้เรียนควบคุมจังหวะความเร็วในการเสนอบทเรียนด้วยตนเอง (ชนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9) ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้ได้เรียนรู้มากที่สุด ตามความสามารถของเขา (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 19 – 21)

2. การให้ภาพ แสงสี และเสียงประกอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเหมาะสม จะสร้างความสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเสนอบทเรียน (เนื้อหา) เพียงอย่างเดียว

จากหลักการที่ว่า การเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรเสนอในรูปของตัวอักษร ภาพ เสียงต่าง ๆ ตลอดจนภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ เพื่อจะสร้างความสนใจในการเรียน และสร้างความเข้าใจในความคิรรวบยอดต่าง ๆ ได้ดี (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 19 – 21) ความแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และความสามารถในการสร้างภาพ สีและเสียงที่สร้างความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนตลอดเวลา (วารินทร์ รัตมีพรหม! 2531 : 193 ; สมชัย ชินะตระกูล. 2531 : 43 ; ชนิษฐา ชานนท์. 2532 : 9)

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และการเสริมแรง (Reinforcement) ควรให้แบบทันที ข้อมูลย้อนกลับนอกจากให้แบบทันทีแล้วควรมีการอธิบายเพื่อความเข้าใจของผู้เรียน และการเสริมแรงควรให้สิ่งที่ผู้เรียนชื่นชอบ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบไม่ทันทีหรือไม่อธิบายคำตอบ หรือการเสริมแรงที่ให้แบบไม่ทันทีและงดให้การเสริมแรงในสิ่งที่ผู้เรียนชื่นชอบ

จากหลักการที่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับและให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนได้รวดเร็ว ทั้งในรูปของข้อความ เสียง หรือรูปภาพ เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อบกพร่องได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที (อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7 – 8 ; วารินทร์ รัตมีพรหม. 2531 : 192) เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟิก หรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง เช่นคำชมเชย เสียงเพลงหรือภาพกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำตอบใหม่ (วสันต์ อติศัพท์. 2530 : 19 – 21)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปความหมายและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์เกี่ยวกับการเรียนการสอนได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดวิชาแทนครู ใช้ทดแทน ใช้วัดผล ใช้สร้างสถานการณ์จำลอง ใช้ทำการทดสอบ โดยอาศัยโปรแกรมที่บรรจุไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ การเรียนด้วยวิธีนี้สามารถสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ด้วย

1.5 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต่างไปจากการใช้เทคนิควิธีการสอนแบบอื่น ๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถช่วยครูสอน และใช้สอนแทนครูได้ การเรียนการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องพิถีพิถันละเอียดรอบคอบและให้มีความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ผู้ติวซึ่งเป็นสิ่งไม่มีชีวิตจิตใจอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพนั้นพอจะแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ (พิทักษ์ ศีลรัตน. 2531 : 20 – 25 ; ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534 : 173 – 179 ; ช่างโชติ พันธุเวช. 2535 : 4 – 8) ดังนี้

1. ขั้นการออกแบบ (Instructional Design) เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบการทำงานของโปรแกรม โดยเป็นหน้าที่ของนักการศึกษาหรือครูผู้สอนที่มีความรอบรู้ในเนื้อหา หลักจิตวิทยา วิธีการสอน การวัดผลประเมินผล ซึ่งต้องมิกิจกรรมร่วมกันพัฒนา ดังนี้

1.1 วิเคราะห์เนื้อหา ครูผู้สอนจะต้องประชุมปรึกษา ตกลงและทำการเลือกสรรเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.1.1 เนื้อหาที่มีการฝึกทักษะทำซ้ำบ่อย ๆ ต้องมีภาพประกอบ

1.1.2 เนื้อหาที่คิดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม

1.1.3 เนื้อหาบางอย่างที่สามารถจะจำลองอยู่ในรูปของการสาธิตได้ โดยหากทำการทดลองจริง ๆ อาจจะมีอันตราย หรือต้องใช้วัสดุสิ้นเปลืองหรืออุปกรณ์มีราคาแพง

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาความเป็นไปได้ ทั้งนี้เพราะแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะมีความสามารถเพียงไร แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในบางเรื่อง ดังนั้นเมื่อครูผู้สอนได้เลือกเนื้อหา และวิเคราะห์ออกมาแล้วว่าเนื้อหาตอนใดที่จะทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็จำเป็นที่จะต้องปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.2.1 มีบุคลากรที่มีความรู้พอที่จะพัฒนาโปรแกรมบทเรียนได้ตามความต้องการหรือไม่

1.2.2 ใช้ระยะเวลายาวนานในการพัฒนามากเกินกว่าการสอนแบบธรรมดา หรือพัฒนาด้วยสื่อการสอนแบบอื่นหรือไม่

1.2.3 ต้องการอุปกรณ์พิเศษต่อเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่

1.2.4 มีงบประมาณเพียงพอหรือไม่

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม โดยระบุสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 ก่อนที่จะใช้โปรแกรม ผู้เรียนต้องมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง

1.3.2 สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนว่าควรจะได้รับความรู้อะไรบ้างหลังจากการใช้โปรแกรม

1.4 ลำดับขั้นตอนการทำงาน นำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับ วางแผนการเสนอในรูปของ Story Board และ Flow Chart โดยเน้นในเรื่องต่อไปนี้

1.4.1 ภาษาที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียนหรือไม่

1.4.2 ขนาดของข้อความในหนึ่งจอภาพ

1.4.3 ขนาดของตัวอักษรที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

1.4.4 การเสริมแรงต่าง ๆ ในบทเรียน

1.4.5 จิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะ

1.4.6 แบบฝึกหัด การประเมินผล ความสนใจ

หลังจากทำ Story Board เสร็จแล้วจึงนำมาวิเคราะห์วิจารณ์ เพื่อเพิ่มเติมแก้ไข หรือตัดทอนจนเกิดความพอใจจากกลุ่มครูผู้สอน

2. ขั้นการสร้าง (Instructional Development) เป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์ หรือครูที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรม มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

2.1 สร้างโปรแกรม นำเนื้อหาที่อยู่ในรูปของ Story Board มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง หรือโปรแกรมสำหรับการสร้างบทเรียนโดยเฉพาะ (Authoring System) เสร็จแล้วตรวจแก้ข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

2.1.1 รูปแบบคำสั่งผิดพลาด (Syntax Error) เกิดจากการใช้คำสั่งไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษานั้น ๆ

2.1.2 แนวคิดผิดพลาด (Logical Error) เกิดจากผู้เขียนเข้าใจขั้นตอนการทำงานคลาดเคลื่อน เช่น สูตรที่กำหนดผิด

2.2 ทดสอบการทำงาน หลังจากตรวจข้อผิดพลาดที่เรียกว่า “BUG” ในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ก็นำโปรแกรมไปให้ครูผู้สอนเนื้อหาที่นั้นตรวจสอบความถูกต้องบนจอภาพ อาจมีการแก้ไขโปรแกรมในบางส่วนและนำไปทดสอบกับผู้เรียนในสภาพการใช้งานจริง เพื่อทดสอบการ

ทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้กลับมาปรับปรุงต้นฉบับ และแก้ไขโปรแกรมต่อไป

2.3 ปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงจะต้องเปลี่ยนแปลงที่ตัวต้นฉบับของ Story Board ก่อน แล้วจึงค่อยแก้ไขที่โปรแกรม และนำไปทดสอบการทำงานใหม่ ถ้ายังพบข้อบกพร่องก็จะต้องนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขอีก จนกว่าจะได้โปรแกรมเป็นที่พอใจของทุกฝ่ายแล้วจึงนำไปใช้งาน และเพื่อให้การนำไปใช้งานมีประสิทธิภาพ จึงควรมีการจัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรมแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ

2.3.1 คู่มือผู้เรียน

- บอกชื่อเรื่อง ชื่อวิชา และระดับชั้น
- วัตถุประสงค์ของบทเรียน เช่น เพื่อทดสอบความรู้ เพื่อเสริมความรู้ หรือเพื่อใช้สอนแทนครู

- จุดประสงค์ทั่วไป และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- โครงสร้างเนื้อหา หรือบทสรุปของเนื้อหาในบทเรียน
- ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนการเรียนรู้
- แสดงตัวอย่างกรอบภาพในบทเรียน และคำชี้แจงในส่วนที่จำเป็น
- กิจกรรม กฎเกณฑ์ และข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนหรือ

การทดสอบ

2.3.2 คู่มือครู

- โครงร่างของเนื้อหา
- จุดประสงค์ของโปรแกรมที่ใช้สอน
- ใช้สอนวิชาอะไร ตอนไหน สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์หลักอย่างไร ผู้สอนควรมีความรู้พื้นฐานอะไร

- เสนอแนะกิจกรรมการเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการเรียน
- ให้ตัวอย่างเพื่อชี้แนะให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยได้อย่างไร ช่วงไหนในวิชานั้น ๆ

- เสนอแนะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียน
- ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้ และหลังการเรียนรู้พร้อมเฉลย

2.3.3 คู่มือการใช้เครื่อง

- ชื่อโปรแกรม ผู้เขียนโปรแกรม ลิขสิทธิ์ วันแก้ไขปรับปรุง
- ภาษาที่ใช้ ไฟล์ต่าง ๆ ขนาดของโปรแกรม
- หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรมนี้นี้ได้หรืออุปกรณ์อื่นที่ต้องใช้ร่วมกัน

- วิธีการใช้โปรแกรมเป็นขั้น ๆ เริ่มตั้งแต่การ Boot เครื่องเป็นต้นไป
- คำสั่งต่าง ๆ ที่ต้องใช้กับโปรแกรม
- Flow Chart ของโปรแกรม

- ตัวอย่างการป้อนข้อมูล และการแสดงผล
- ข้อมูลจากการทดสอบโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ขั้นการประยุกต์ใช้ (Instructional Implementation) เป็นการประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนและประเมินผล โดยนักคอมพิวเตอร์กับครูผู้สอนจะต้องประเมินผลร่วมกันว่าโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะใช้งานในการเรียนการสอนหรือไม่

3.1 ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน การนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียนการสอนจะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้โปรแกรม ดังนี้

3.1.1 โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิตการทดลอง ควรให้ผู้เรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนเข้าทดลองจริง

3.1.2 โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับเสริมการเรียนรู้ ควรจะมีชั่วโมงกิจกรรมสำหรับการใช้โปรแกรม

3.1.3 โปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจจะต้องต่ออุปกรณ์ขยายภาพไปสู่จอขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นชัดทั่วกันทุกคน

3.2 ประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะสรุปได้ว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไร สมควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

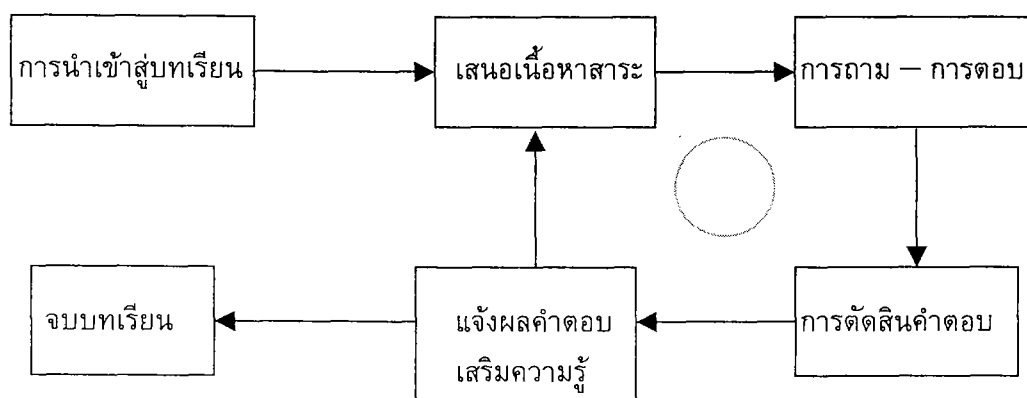
3.2.1 การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ เพื่อประเมินว่าหลังจากใช้โปรแกรมนี้แล้ว ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังการเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจในเนื้อหา ถ้าผลการทดสอบติดลบหรืออัตราการทำผิดสูงเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ก็แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติมต้องมีการปรับปรุงต้นฉบับ (Story Board) หรือวัตถุประสงค์ใหม่

3.2.2 การประเมินโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อประเมินในส่วนของโปรแกรมและการทำงานว่า การใช้โปรแกรมกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่ ทักษะคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้โปรแกรมเป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียน ความถูกต้องของเนื้อหา เอกสารประกอบหรือคู่มือ และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเป็นอย่างไร

บทเรียนการสอนทบทวน Tutorial

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นในลักษณะของบทเรียนโปรแกรม โดยจัดเนื้อหาเป็นระบบเรียงกันไป จะเป็นเหมือนครูสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ต้องดำเนินตามขั้นตอนวิธีการสอนหน่วยหนึ่ง ๆ เหมือนกับครูสอนในห้องเรียน การสอนด้วยบทเรียนแบบนี้เหมาะที่จะใช้สอนความคิดรวบยอดในด้านต่าง ๆ ซึ่งคอมพิวเตอร์อาจสอนได้ดีกว่าครู เป็นการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคลของเด็ก เพราะเด็กสามารถเรียนด้วยตนเองตามความสามารถและระดับสติปัญญาของตน (อรพินธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 23)

ขั้นตอนของบทเรียน Tutorial มีโครงสร้างและขั้นตอน ดังนี้ (Alessi and Trollip. 1985 : 66)

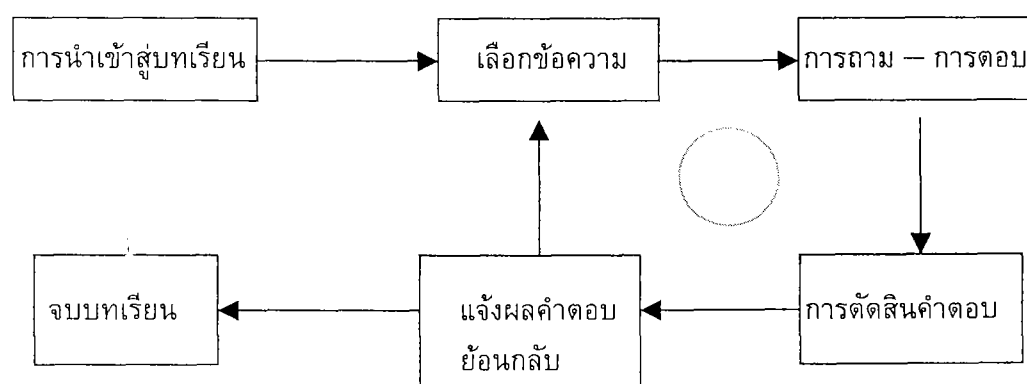


ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างของบทเรียน Tutorial

บทเรียนฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice)

เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนได้สอนบทเรียนไปแล้ว อาจจะเรียนจากบทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial) หรืออาจจะเรียนจากเอกสารหนังสือหรือสื่ออื่น ๆ ก็ได้เป็นการให้โจทย์ ถามคำถาม ถ้าตอบถูกก็จะเสริมแรง การสร้างแบบฝึกหัดและปฏิบัติควรจะทำรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดโต้ตอบ รวมทั้งอาจมีการแข่งขันเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำและตื่นตัวกับการทำแบบฝึกหัด

ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฝึกหัดและปฏิบัติ มีโครงสร้างและขั้นตอน ดังนี้ (Alessi and Trollip. 1985 : 135)



ภาพประกอบ 3 แสดงโครงสร้างของบทเรียน Drill and Practice

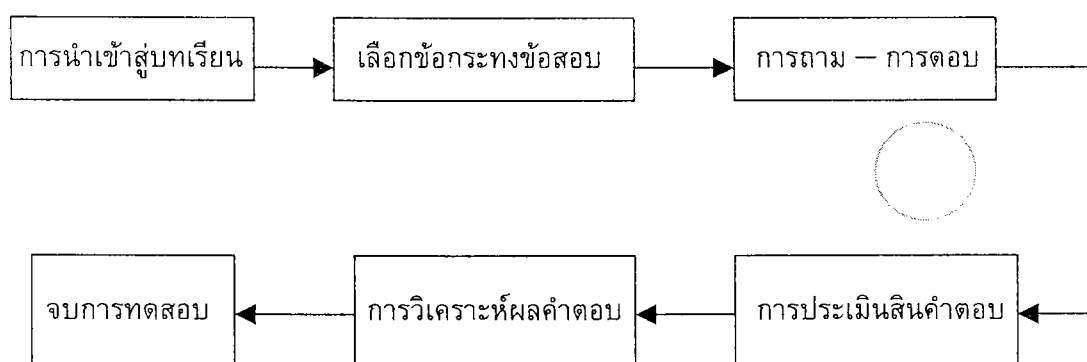
บทเรียนการทดสอบ (Testing)

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบนักเรียนโดยตรงหลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหา หรือฝึกปฏิบัติแล้ว โดยสร้างข้อสอบที่ต้องการสอบไว้ล่วงหน้าในแผนโปรแกรมให้นักเรียนทำข้อสอบโดยป้อนคำตอบลงไป การใช้คอมพิวเตอร์ในการทดสอบหรือประเมินผลนักเรียนช่วยให้ผู้สอบมีความรู้สึกเป็นอิสระจากการผูกมัดด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการสอน ทำในสองชั้นวิธี คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบ และการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบหรือในการจัดสอบ

1. การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบ โดยทั่ว ๆ ไปมักจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมคำถามและคำตอบ นอกจากนี้ยังสามารถจัดเก็บในลักษณะเป็นคลังข้อสอบได้ด้วย

2. การใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ ครูสามารถจะเลือกหรือสุ่มข้อสอบที่ต้องการออกมาใช้เป็นแบบทดสอบได้ หรือสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงข้อมูลในคำถามในขณะที่ทดสอบก็ได้ พร้อมกับนับจำนวนข้อผิด ข้อถูก และจับเวลาในการทดสอบได้

ในการใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารงานทดสอบ มีโครงสร้างและขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนการทดสอบ (Testing)

การใช้คอมพิวเตอร์ในการบริหารการทดสอบแตกต่างจากการใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกหัดและปฏิบัติตรงที่ไม่มีการให้ผลย้อนกลับทันทีที่ให้คำตอบแต่ละข้อ แต่อาจจะมีการวิเคราะห์ผลการตอบของนักเรียนเมื่อทำข้อสอบทั้งหมดจบแล้ว

เทคนิคการออกแบบบทเรียนแบบ Tutorial

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือ ตัวโปรแกรมบทเรียน สุกกรี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 75 – 89) ได้อธิบายถึงเทคนิคในการออกแบบบทเรียน Tutorial ไว้ว่า เทคนิคในการออกแบบบทเรียนที่ดี คือ การเน้นในเรื่องความสำคัญของการใช้ภาพเพื่อเป็นสื่อกลางในการออกแบบบทเรียน และในขณะเดียวกันก็ควรใช้คำที่สั้นและสื่อความหมายได้ดี ดังนั้นสาระสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือรูปแบบของการเขียนบทเรียนซึ่งเกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการเรียนรู้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวประกอบด้วย 9 ขั้นตอนของ “Gagne” คือ

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและสนใจใฝ่อยากที่จะเรียน ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียนและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาไปในตัว ตามลักษณะของบทเรียน CAI การเตรียมและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือการเรียนรู้ตนเอง

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น นอกจากผลดังกล่าวแล้วการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำ และเข้าใจในเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การออกแบบบทเรียน CAI นั้นหลักการสำคัญอย่างหนึ่ง คือข้อความที่ปรากฏบนจอควรเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความ และถ้าเป็นไปได้ควรจะโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์กว้าง ๆ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เขียนบทเรียนและเนื้อหาของบทเรียน CAI

3. ทวนความรู้เดิม (Activate prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้น ๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมจะต้องหาวิธีการประเมินผลความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวน หรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้รู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว ภาพช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้เป็นความจริงที่บางมโนทัศน์นั้นมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพ

ประกอบ นอกจากการใช้ภาพเพื่อช่วยอธิบายความหมายนามธรรมดังกล่าว การใช้แผนภูมิ แผนภาพ หรือสถิติก็เป็นสิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมควรคำนึงอยู่เสมอ อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหาในส่วนนี้อาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพนั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไป ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เข้าใจยากและไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่าน หรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนจะรู้จักเบื่อกับที่ต้องนั่งอ่านเฉย ๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลยแม้กระทั่งการกดแค่ การบรรจุข้อความมาก ๆ เบียดเสียดกัน ยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่กระจำจรัสชัด (Meaningful Learning) นั้นทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้ และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนในขั้นนี้ก็คือพยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนี้ก็ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ของผู้เรียนมีความกระจำจรัสชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้ภาพเปรียบเทียบกับได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการใช้ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้นักเรียนแยกแยะและเข้าใจโมโนทัศน์ต่าง ๆ ชัดเจนขึ้นในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียน CAI อาจใช้หลักของ guided discovery ซึ่งหมายถึงการพยายามให้นักเรียนค้นหาเหตุผลค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อย ๆ ชี้นำจากจุดกว้าง ๆ และแคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การคิด การตอบ ในด้านของการจำนั้น ย่อมจะมีต่อผู้เรียน มากกว่า โดย การอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นอย่างเดียว การเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้นผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมหลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรม และการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่ายและเมื่อมีส่วนร่วมคำนวณ การคิดนำหรือคิดตามย่อมมีส่วนประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกระทำกิจกรรม

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียน CAI นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นท้าทายผู้เรียน โดยการบอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนและให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหนห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นภาพจะช่วยเพิ่มความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตามการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นภาพอาจมีผลเสียตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่าหากทำผิดมาก ๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น วิธีหลีกเลี่ยงคือควรให้ภาพในทางบวกเมื่อตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น

8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance)

บทเรียน CAI จัดเป็นบทเรียนแบบโปรแกรม การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือการทดสอบตอนท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ หรืออย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer)

การเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติตามข้อเสนอแนะของ Gagne นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหา ก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องแนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือการพยายามทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากครูผู้สอนโดยตรง ดังนั้นขั้นการสอนดังกล่าวจึงถูกนำมาดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ขั้นการสอนทั้ง 9 ขั้น การออกแบบบทเรียนจะครอบคลุมอย่างไรขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้น ๆ ด้วย

1.6 การสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

โปรแกรม หรือซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำแนกตามการผลิตซอฟต์แวร์ได้ 3 รูปแบบ (นิพนธ์ สุขปรีดี, 2531 : 26) คือ

1. ซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้ผลิตขึ้นเองทั้งหมด หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ครู หรือนักการศึกษาได้ดำเนินการในระบบการผลิตซอฟต์แวร์ด้วยตนเอง หรือร่วมกับผู้อื่นผลิตซอฟต์แวร์เองทั้งหมด
2. ซอฟต์แวร์ที่ครูปรับปรุงจากโปรแกรมสำเร็จรูปทั่ว ๆ ไปเพื่อให้เหมาะสมกับเป้าหมายการเรียนการสอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับระบบการเรียนการสอนแต่ละเป้าหมาย
3. ซอฟต์แวร์สำเร็จรูปที่ใช้สอนวิชาต่าง ๆ ได้โดยตรง โดยครูไม่ต้องดำเนินการใด ๆ นอกจากเป็นผู้แนะนำ ซึ่งแนะก็สามารถให้นักเรียนเรียนรู้จากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครูผู้สอนสามารถพัฒนาขึ้นได้ไม่ยากนักและมีความเหมาะสมตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการ โดยการศึกษาวิธีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการใช้โปรแกรม สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ผู้วิจัยได้ใช้การสร้างบทเรียนจากโปรแกรม ออเทอร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถแสดงผลได้เหมาะสมกับจอภาพที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในระดับโรงเรียนสามารถทำงานได้บนโปรแกรมวินโดวส์ (Windows) เป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาสรุป การทดลอง ผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง คำถามตามแนวจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดย

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู และหนังสือแบบเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” เพื่อทำความเข้าใจและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ แยกเป็นหน่วยย่อย ๆ โดยแบ่งออกเป็น 6 จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ข้อที่ 1 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้

จุดประสงค์ข้อที่ 2 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้

จุดประสงค์ข้อที่ 3 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้

จุดประสงค์ข้อที่ 4 นักเรียนควรจะสามารถบอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้

จุดประสงค์ข้อที่ 5 นักเรียนควรจะสามารถจำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานของอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้

จุดประสงค์ข้อที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้

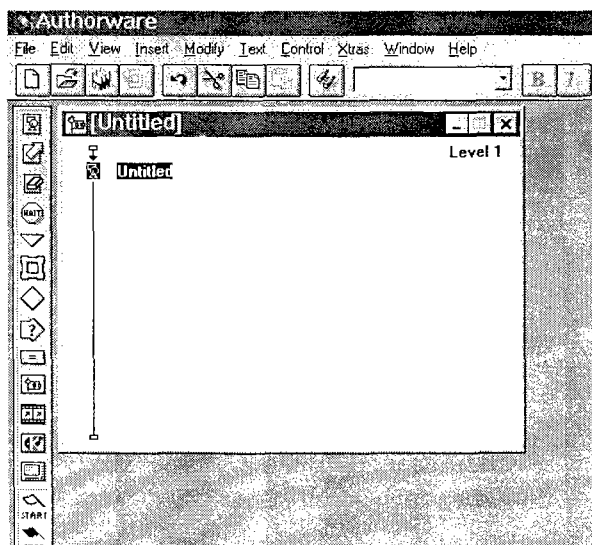
2. จัดทำแผ่นเรื่องราว (Story Board) นำแผ่นเรื่องราวมาเขียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยออกแบบบทเรียนโดยการประยุกต์บทเรียนประเภทการสอน ทบทวน (Tutorial) การฝึกทักษะและปฏิบัติ (Drill and Practice) และการทดสอบ (Testing) เข้าด้วยกันเพื่อให้มีรูปแบบเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน โดยการใช้โปรแกรม ออเทอร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ใช้สำหรับการสร้างแอปพลิเคชันในระบบมัลติมีเดีย ไม่ว่าจะเป็นการนำเสนอผลงานต่าง ๆ การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ (CAI) หรือแม้กระทั่งเกมก็สามารถทำได้ ด้วยการออกแบบการทำงานโดยการวางไอคอน (Icon) บนโฟลว์ไลน์ (Flowline) ตามลำดับการทำงาน เหมือนกับการเขียนผังงาน (Flowchart) เพื่อที่จะออกแบบโปรแกรม หรือการวางแผนงานต่าง ๆ

การสร้างแอปพลิเคชัน

การนำไอคอนมาแปะไว้ที่โฟลว์ไลน์ ทำได้โดยการเลื่อนตัวชี้หรือเมาส์พอยน์เตอร์ไปยัง ไอคอนพาเลตต์แล้วเลือกไอคอนที่ต้องการ โดยกดปุ่มเมาส์ค้างไว้ที่ไอคอนนั้น จากนั้นลากไอคอน ไปยังโฟลว์ไลน์แล้วปล่อยไอคอนก็จะถูกแปะลงบนโฟลว์ไลน์ในตำแหน่งนั้นทันที

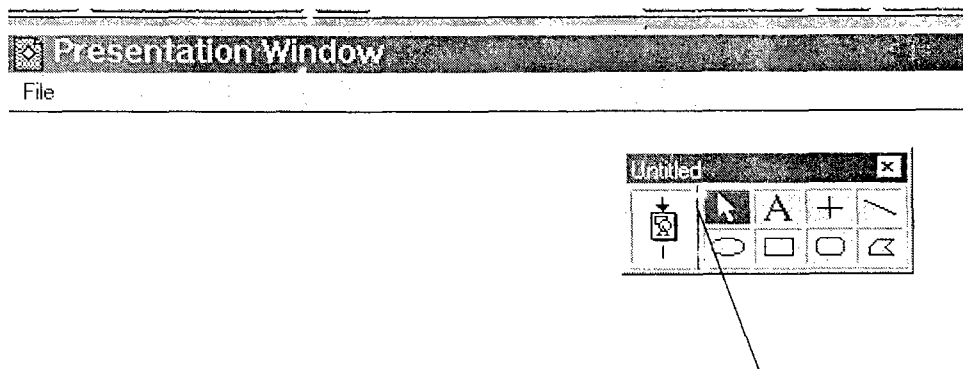
การเปิด Display Icon

1. ลาก Display Icon จากไอคอนพาเลตต์มาไว้บนโฟลว์ไลน์ในตำแหน่งที่ต้องการ



ภาพประกอบ 5 Design Window

2. ดับเบิลคลิกที่ Display Icon บนโฟลว์ไลน์



ToolBox

ภาพประกอบ 6 Presentation Window

ที่ Presentation Window จะมีกล่องเครื่องมือ (ToolBox) เพื่อใช้วาดรูปหรือพิมพ์ข้อความต่าง ๆ

ToolBox คือ กล่องเครื่องมือที่ใช้สร้างและแก้ไขข้อความหรือกราฟิก ถ้า Presentation Window นี้มีข้อความหรือรูปภาพ ถ้าเราคลิกไปที่ข้อความหรือรูปภาพ จะพบว่ามีจุดสี่เหลี่ยม 6 จุด อยู่รอบ ๆ ข้อความหรือรูปภาพนั้น จุดสี่เหลี่ยม 6 จุดนี้ เรียกว่า Editing Handles ข้อความหรือรูปภาพที่เราเลือกนั้นเราเรียกว่า ไตเติล (Title)

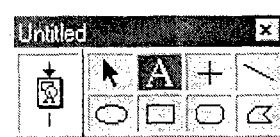
Editing Handles คือ ตัวแสดงขอบเขตของภาพหรือข้อความที่ถูกเลือก

Title คือ ชื่อข้อความหรือรูปภาพที่กำลังเลือกอยู่ในขณะนั้น

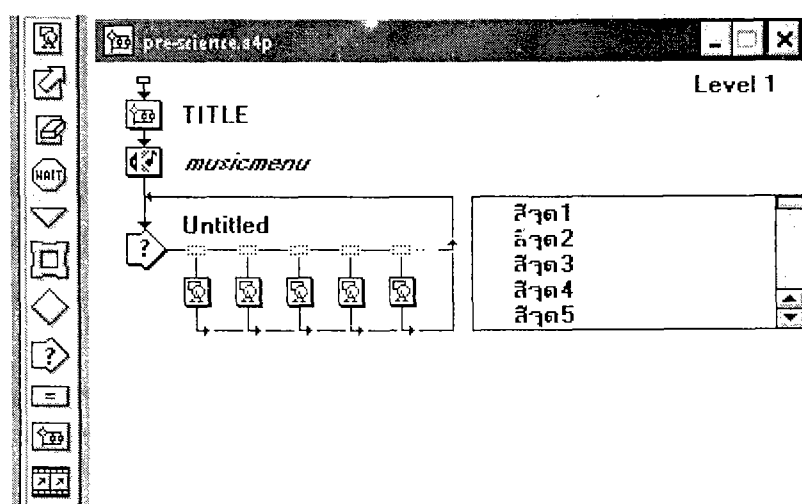
การใช้ Text Tool

เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างชิ้นส่วนของข้อความต่าง ๆ ซึ่งสามารถพิมพ์ในส่วนที่ต้องการได้ ขั้นตอนการใช้มีดังนี้

1. คลิกที่ Text Tool จะสังเกตเห็นว่าตัวชี้เมาส์จะกลายเป็นเส้นในแนวตั้งมีลักษณะเป็น I — beam
2. เลื่อน I — beam ไปยังจุดเริ่มต้นที่ต้องการพิมพ์ข้อความแล้วคลิก 1 ครั้ง
3. เส้นบอกความกว้างของข้อความพร้อม เคอร์เซอร์จะปรากฏให้เห็น ดังรูป



ภาพประกอบ 7 เส้นบอกความกว้างของข้อความ



ภาพประกอบ 8 ภาพการวางไอคอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม
ในหน้าไตเติ้ล



ภาพประกอบ 9 แสดงภาพจากการวางไอคอนในหน้าไตเติ้ล

จากสาระเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้นำความรู้ในสาระเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นเครื่องช่วยสอนเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" โดยผู้วิจัยได้ศึกษาถึงความหมายและประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการเรียนการสอนได้ ซึ่งสามารถจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยของครู สามารถที่จะนำเสนอข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนได้ ผู้เรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมหรือทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ออกแบบตามขั้นตอนของการออกแบบการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไป จากนั้นจึงได้นำบทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ช่วยในการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านรายจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีลักษณะเป็นซอฟต์แวร์ที่ปรับปรุงจากโปรแกรมสำเร็จรูปออสเตรอร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีการใช้โปรแกรม ออสเตรอร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) จากนั้นจึงได้นำมาสร้าง เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมประเภทแบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นการประยุกต์วิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยมีลักษณะรวมของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial) การฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill)

and Practice) การทดสอบ (Testing) ที่สร้างขึ้นเพื่อทบทวนบทเรียน เป็นการนำเสนอเนื้อหาเป็น ส่วนย่อย ๆ มีคำอธิบาย ภาพ และเสียง เพื่อช่วยสรุปแนวความคิดให้กับนักเรียน นอกจากนั้นยังมี ลักษณะของการทดลอง แบบฝึกหัด เพื่อวัดความเข้าใจและช่วยเพิ่มพูนความรู้ให้กับนักเรียน มีแบบ ทดสอบ ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ผู้เรียนในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเลือกจะทดสอบได้ ลักษณะของการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะการ เรียนเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วไป ซึ่งสามารถที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่าง ระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้ นอกจากนั้นลักษณะของบทเรียนยังมีขั้นนำเข้าสู่บทเรียน → ขั้นการ เสนอเนื้อหา → ขั้นคำถามคำตอบ → ขั้นการตรวจคำตอบ → ขั้นของการปิดบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีลักษณะเป็นสื่อที่มีคุณค่าและ ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น โดยผู้เรียนสามารถควบคุมโปรแกรมได้ด้วยตนเอง โดยที่ไม่ต้องเร่งหรือรอไปพร้อม ๆ กับเพื่อนในชั้น นอกจากนั้นภาพ สี และเสียงยังช่วยสร้างความสนใจของผู้เรียนให้อยากเรียนตลอดเวลา และสามารถให้ ข้อมูลย้อนกลับ มีการเสริมแรง มีคำอธิบายเพื่อความเข้าใจ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดผิดก็สามารถ ย้อนกลับไปทบทวนได้อีกซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทันที

2. สาระเกี่ยวกับไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้า

2.1 เนื้อหาโดยสรุปของวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่อง อำนาจความสะดวก”

พลังงานไฟฟ้านับว่ามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวันของเรา เพราะช่วยอำนวยความสะดวกมากมายในการดำรงชีวิต มนุษย์พยายามประดิษฐ์แหล่งพลังงานไฟฟ้าขึ้นหลายชนิดตาม ความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและสภาพแวดล้อม แหล่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไป คือ เซลล์ไฟฟ้า เคมีซึ่งผลิตกระแสไฟฟ้าจากปฏิกิริยาเคมี เช่น เซลล์ไฟฟ้าที่ประจุไฟใหม่ได้ ใช้ได้นานกว่าและ ประหยัดกว่าถ่านไฟฉายธรรมดา เซลล์ไฟฟ้าที่ให้พลังงานสูงทั้ง ๆ ที่มีขนาดเล็ก เซลล์สุริยะซึ่ง เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนต้อง คำนึงถึงความเหมาะสมหลายประการ เช่น ทรัพยากรธรรมชาติ สภาพแวดล้อม ต้นทุนในการผลิต เป็นต้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในชุมชนนั้นต้องผลิตในปริมาณมาก ๆ ด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งใช้หลักการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้ขดลวดหมุนตัดกับสนามแม่เหล็ก การผลิตไฟฟ้า ระบบพลังน้ำต้องอาศัยแรงดันของน้ำ ส่วนระบบพลังความร้อนต้องอาศัยแรงดันของไอน้ำ หรือก๊าซ ร้อนไปทำให้กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นได้จะต้องส่งไปอย่างมี ประสิทธิภาพและปลอดภัยจนถึงผู้ใช้ โดยการจัดระบบการส่งพลังงานและใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น ขนาดของสายส่งและหม้อแปลง เป็นต้น เพื่อมิให้มีการสูญเสียและเกิดอันตราย หม้อแปลง ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานและสามารถเพิ่มหรือลดความต่างศักย์ไฟฟ้าได้ การต่อไฟฟ้าเข้าวงจรใน บ้านเรือนจะต้องต่อผ่านมาตรไฟฟ้าเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ วงจรไฟฟ้าภายในบ้านจะต้องประกอบด้วย สะพานไฟ ฟิวส์ สวิตช์ เป็นต้น สะพานไฟเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับตัด – ต่อ วงจรไฟฟ้าในบ้านทั้งหมด หรือบางส่วน เมื่อต้องการติดตั้ง หรือซ่อมแซมอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ในวงจร ฟิวส์มีไว้สำหรับ

ตัววงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินค่าจำกัด ซึ่งจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า สวิตช์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเปิดปิดวงจรไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งสวิตช์ธรรมดาและสวิตช์อัตโนมัติ เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นสิ่งอำนวยความสะดวกและให้พลังงานที่เราต้องการได้ เช่น แสงสว่าง ความร้อน พลังงานกล เป็นต้น เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสงสว่างที่ใช้กันอยู่ตามบ้านเรือนทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ หลอดไฟฟ้าธรรมดาและหลอดวาแสง บัลลัสต์และสตาร์ทเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในวงจรหลอดวาแสง การทำงานของ สตาร์ทเตอร์ใช้หลักการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนจะต้องมีเครื่องควบคุมอุณหภูมิซึ่งใช้หลักการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เหมาะสมและใช้ถูกวิธีจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟ ไฟฟ้ามีประโยชน์มากมาย แต่ก็อาจทำให้ผู้ใช้ถึงแก่ชีวิตได้ จึงต้อง ใช้ไฟฟ้าด้วยความระมัดระวังโดยคำนึงถึงความปลอดภัยให้มากที่สุด การปฐมพยาบาลอย่างถูกวิธีอาจช่วยชีวิตผู้ที่ได้รับอันตรายจากไฟฟ้าได้ เนื่องจากไฟฟ้ามีทั้งคุณและโทษ ด้านทุนในการผลิตค่อนข้างสูงจึงต้องใช้อย่างระมัดระวังและประหยัด ดังนั้นผู้ใช้ไฟฟ้าควรมีความรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น เช่น การไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร รู้จักเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีคุณภาพ เป็นต้น ผู้ใช้ไฟฟ้าควรมีทักษะเบื้องต้นในการแก้ปัญหาอย่างง่ายเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน เช่น ต่อสวิตช์ในวงจร เปลี่ยนฟิวส์โดยเลือกใช้ฟิวส์ที่เหมาะสม ใช้เต้าเสียบอย่างถูกต้อง เป็นต้น และควรรู้วิธีป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายจากการใช้ไฟฟ้า ตลอดจนสามารถทำการปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับอันตรายจากไฟฟ้าได้

2.2 ไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นพลังงานสำคัญชนิดหนึ่งที่มีมนุษย์จะต้องเกี่ยวข้องกับอยู่ทุกวัน หากมองไปรอบ ๆ ตัวจะเห็นได้ว่ามีอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ มากมายที่ทำงานได้โดยอาศัยไฟฟ้า มนุษย์จึงควรเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของไฟฟ้าเพื่อจะได้มีความรู้ ความเข้าใจธรรมชาติไฟฟ้าเบื้องต้น อันจะส่งผลให้รู้จักวิธีใช้ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

ตามทฤษฎีอิเล็กทรอนิกส์กล่าวว่า “การสำแดงผลทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือถือว่าในที่เฉพาะแห่งหนึ่งมีอิเล็กตรอนมากหรือน้อยเกินไป”

จึงกล่าวได้ว่าไฟฟ้าคือ กระแสอนุภาคไฟฟ้าหรือไอออน

กระแสไฟฟ้า คือการถ่ายทอดประจุไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง

กระแสไฟฟ้า ประกอบด้วย กระแสอนุภาคที่มีประจุ เพื่อให้เกิดกระแสไฟฟ้าจะต้องทำให้อนุภาคที่มีประจุเคลื่อนที่ในทิศที่กำหนดไว้ก่อนโดยใช้สนามไฟฟ้า

ปริมาณกระแสไฟฟ้า (Intensity of Electric Current) หมายถึง จำนวนประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำที่มันวิ่งไปในหนึ่งหน่วยเวลา ดังนั้น ถ้าในเวลา t อนุภาคที่มีประจุ N ตัว แต่ละตัวมีประจุ e วิ่งผ่านตัวกลางที่เป็นตัวนำ ประจุทั้งหมดที่วิ่งผ่านจะเป็น

$$Q = Ne$$

ปริมาณของกระแสไฟฟ้าจะเป็น $I = Q/t$

หน่วยของกระแสไฟฟ้าคือ คูลอมบ์ / วินาที หรือ $C.s^{-1}$ ซึ่งเรียกว่า แอมแปร์

ในโลหะกระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน และอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่คืออิเล็กตรอนที่อยู่วงนอกของอะตอม (Valence Atomic Electron) ซึ่งอิเล็กตรอนเหล่านี้เท่านั้นที่ทำให้เกิดการนำไฟฟ้า (Conduction) เพราะมันถูกยึดด้วยแรงจากนิวเคลียสน้อยมาก ส่วนประจุบวกในอะตอมและอิเล็กตรอนที่เหลือจะยังคงอยู่ที่เดิมในโครงสร้างของผลึก

อิเล็กตรอนอิสระไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร่งสม่ำเสมอเนื่องจากการชนกับอะตอมภายในวัสดุตัวนำนั้นทำให้การเคลื่อนที่ของมันช้าลงหรือหยุดเลย และก็เริ่มเคลื่อนที่ใหม่ด้วยความเร่ง เป็นดังนี้เรื่อยไป ในการชนกันนี้พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนอิสระถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานในการสั่นของโครงสร้างภายในระหว่างอะตอม

รูปแสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและกระแสไฟฟ้า

ภายใต้ภาวะปกติอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปยังจุด ๆ หนึ่งในโลหะเพื่อแทนที่อิเล็กตรอนตัวเดิมที่ย้ายไป ขบวนการนี้จะเกิดขึ้นต่อไปเรื่อย ๆ เป็นเสมือนว่ามีอิเล็กตรอนไหลไปตลอดเนื้อโลหะ ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสอิเล็กตรอน โดยที่แท่งโลหะทั้งหมดยังคงสภาพความเป็นกลางทางไฟฟ้าตลอดเวลา

ในสารอิเล็กโตรไลต์ ไอออนบวกกับไอออนลบจะเคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกัน กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากไอออนบวกจึงมีทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสของไอออนลบ กระแสไฟฟ้ามีทิศทางตรงข้ามกับกระแสอิเล็กตรอน ดังรูป

ส่วนก๊าซที่แตกตัวแล้วกระแสไฟฟ้าเกิดได้ทั้งจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและไอออนบวก แต่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าและเบากว่าไอออนบวก กระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่จึงเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ประมาณ ค.ศ. 1830 ไมเคิล ฟาราเดย์ และโจเซฟ เฮนรี ค้นพบปรากฏการณ์เหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) โดยลองขดตัวนำไฟฟ้าให้เป็นวงปิดแล้ววางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก ถ้าฟลักซ์แม่เหล็กที่พุ่งผ่านวงปิดนี้เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาจะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวด กระแสที่เกิดขึ้นชี้ให้เห็นว่าเพราะมีสนามไฟฟ้ากระทำต่อประจุอิสระในวงจรมีสนามไฟฟ้านี้ก่อให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งเรียกว่า “แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ” ปริมาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็ก

ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นกับอัตราการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์ ($\Delta \Phi / \Delta t$) ที่มีต่อขดลวดและจำนวนรอบของขดลวด (N)

$$E = \frac{N \Delta \Phi}{\Delta t}$$

เมื่อ E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (V หรือ wb/s)

Φ เป็นฟลักซ์แม่เหล็กหรือปริมาณเส้นแรงแม่เหล็ก (wb)

กฎของฟาราเดย์ และเฮนรีเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Faraday — Henry law) มีใจความว่า ถ้านำขดลวดตัวนำไฟฟ้ามาวางในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก ถ้าฟลักซ์แม่เหล็ก (Magnetic Flux, Φ) ที่ผ่านขดลวดนั้นเปลี่ยนแปลงตามเวลา จะพบว่าเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวด กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เรียกว่า กระแสเหนี่ยวนำ (Induced Current) ซึ่งเกิดจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induced Electromotive Force) ส่วนทิศการไหลของกระแสเป็นไปตามกฎของเลนซ์

ฟาราเดย์พบว่าขนาดของกระแสเหนี่ยวนำขึ้นอยู่กับ

1. จำนวนรอบของขดลวด
2. ความแรงของสนามแม่เหล็ก
3. ความเร็วของการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็ก

ภายในลวดตัวนำมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อลวดตัวนำเคลื่อนที่ในแนวตั้งฉากกับฟลักซ์แม่เหล็ก จะมีผลทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ภายในลวดตัวนำเคลื่อนที่ด้วย ดังนั้นจึงเกิดแรงกระทำกับอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่มาถึงปลายข้างหนึ่งของลวดตัวนำ เมื่อต่อครบวงจร จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ซึ่งลวดตัวนำเปรียบเสมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (E) หาได้จาก งานในการเคลื่อนหนึ่งหน่วยประจุ (w/q) แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำ

$$E = \frac{W}{q} = \frac{F_E \cdot I}{q} = \frac{qVB \sin \theta}{q}$$

เมื่อประจุไฟฟ้าหนึ่งเคลื่อนที่เข้าไปในบริเวณสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงปฏิกิริยาชนิดใหม่บนประจุไฟฟ้านั้น นอกเหนือไปจากแรงปฏิกิริยาเนื่องจากสนามไฟฟ้าและแรงโน้มถ่วง แรงชนิดใหม่นี้เรียกว่า “แรงแม่เหล็ก (Magnetic Force)” ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก

$$\vec{F} = q\vec{V} \times \vec{B}$$

$$F = qvB \sin \theta$$

เมื่อ F = แรงแม่เหล็กซึ่งกระทำโดยสนามแม่เหล็ก B ต่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่

q = ขนาดของประจุไฟฟ้าซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v

θ = มุมระหว่างเวกเตอร์สนามแม่เหล็ก $\vec{B}$ และ $\vec{V}$

เนื่องจาก $\vec{V} \times \vec{B}$ เป็นการคูณเวกเตอร์ดังนั้นผลลัพธ์คือแรงแม่เหล็ก $\vec{F}$ จะต้อง มีทิศทางตั้งฉากกับระนาบของ $\vec{V}$ และ $\vec{B}$ เสมอ ทิศทางของ $\vec{F}$ สามารถหาได้จากกฎมือขวา สำหรับการคูณเวกเตอร์ซึ่งมีใจความว่า

“เมื่อกางนิ้วหัวแม่มือ, นิ้วชี้ และนิ้วกลางของมือขวาให้ตั้งฉากซึ่งกันและกันโดยให้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ ชี้ไปทางเดียวกับเวกเตอร์ที่เป็นตัวตั้งและตัวคูณตามลำดับ นิ้วกลางซึ่งชี้ตั้งฉากกับระนาบของนิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ จะชี้ไปตามทิศของเวกเตอร์ซึ่งเป็นผลลัพธ์”

ถ้าบริเวณใด ๆ ประกอบด้วยทั้งสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า แรงลัพธ์ซึ่งกระทำต่อประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ด้วยเวกเตอร์ความเร็ว $\vec{V}$ เข้าสู่บริเวณนั้นจะเท่ากับ $\vec{F}$ เมื่อ

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

แรงลัพธ์ $\vec{F}$ ในที่นี้เรียกว่า “Lorentz force” และเรียกสมการนี้ว่า “Lorentz relation” กฎของเลนซ์ (len’s law) เป็นกฎที่ใช้หาทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ กล่าวว่า “กระแสเหนี่ยวนำจะปรากฏในทิศทางที่สร้างแม่เหล็กต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของสนามเดิม”

กฎของเลนซ์อาจพิจารณาได้ 2 กรณีดังนี้

1. ถ้าตัวนำเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสเหนี่ยวนำในตัวนำนั้นจะเสริมกับสนามเดิม
2. ถ้าสนามแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าใกล้พื้นที่หน้าตัดของขดลวด สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสเหนี่ยวนำในตัวนำในขดลวดจะต้านการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กที่เคลื่อนที่นั้น

2.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการใช้ขดลวดตัวนำหมุนตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก กำลังงานที่ทำให้ขดลวดตัวนำหมุนก็คือ พลังงานกลจากเครื่องยนต์ พลังงานกลจากกังหันไอน้ำ พลังงานกลจากพลังงานน้ำ ฯลฯ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง (DC. Generator)
2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC. Generator)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง มีส่วนประกอบ 4 ส่วนคือ

1. แม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นตัวทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็ก
2. ขดลวดตัวนำ
3. คอมมิวเตเตอร์
4. แปรงถ่าน

ภาพประกอบ 10 แสดงทิศทางของไฟฟ้ากระแสตรงในขดลวด

ที่มา : เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2541). ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน. หน้า 359.

จากรูปแม่เหล็กถาวรมีขั้วเหนือและขั้วใต้อยู่ใกล้ ๆ กัน และส่งแรงดึงดูดโดยมีเส้นแรงแม่เหล็กวิ่งจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ ขณะที่ขดลวดหมุนตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก ทิศของความเร็วของขดลวดอยู่ในแนวเดียวกับทิศของสนามแม่เหล็กจึงไม่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในขดลวด เมื่อขดลวดหมุนทิศของความเร็วจะเริ่มทำมุมกับทิศของสนามแม่เหล็กจึงเริ่มมีกระแสไฟฟ้า จนมีค่ามากที่สุด เมื่อทิศของความเร็วตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก เป็นตำแหน่งที่ระนาบขดลวดอยู่ในแนวเดียวกับทิศของสนามแม่เหล็ก เมื่อขดลวดหมุนไปกระแสเหนี่ยวนำจะค่อย ๆ ลดลงและกลายเป็นศูนย์ เนื่องจากคอมมิวเตเตอร์และแปรงทำให้ทิศของกระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีเพียงทิศเดียว ดังนั้นกราฟของกระแสไฟฟ้าในช่วง $T/2$ ถึง T จึงเหมือนกับช่วง 0 ถึง $T/2$ การที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมีคอมมิวเตเตอร์จึงได้เฉพาะไฟ DC ชนิดกระแสเพื่อมหุ้ลทิศทางเดียว เครื่องกำเนิดใช้ขดลวด (loop) เพียงขดเดียวจึงเกิดการกระแสเพื่อมหุ้ลสูง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating current generator หรือ Alternater) ประกอบด้วยขดลวดหมุนอยู่ในสนามแม่เหล็ก ปลายทั้งสองของขดลวดนี้ต่อกับวงแหวนปลายละอันวงแหวนแต่ละอันมีแปรงแตะและมีสายไฟฟ้าต่อจากแปรงเพื่อนำเอาไฟฟ้าไปใช้ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับมีวงแหวนที่เรียกว่า Slip ring อยู่ที่ปลายขดลวดทั้งสองข้าง จึงทำให้มีกระแสไหลในวงจรขดลวดตลอดเวลา ค่าของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในช่วงเวลา 0 ถึง T เมื่อ T เป็นเวลาที่ใช้ในการหมุนขดลวดตัวนำครบหนึ่งรอบจะได้เป็นรูป sine wave เมื่อขดลวดหมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกาเวลาผ่านไป $1/4$ คาบ กระแสจะไหลออกจากแปรงด้านหนึ่ง แต่เวลาผ่านไป $3/4$ คาบกระแสจะไหลออกจากแปรงอีกด้านหนึ่งทิศของกระแสสลับจะกลับทิศเนื่องจากวงแหวนลื่นหมุนไปกับขดลวด ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากขดลวดแต่ละครึ่งรอบมีทิศตรงข้ามกัน

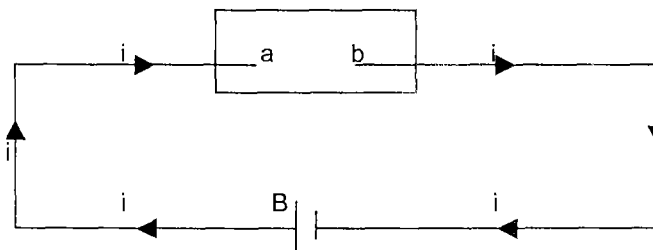
ภาพประกอบ 11 แสดงทิศทางของไฟฟ้ากระแสสลับ

ที่มา : เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2541). ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการสอน. หน้า 361.

กฎของจูลส์ (Joule's Law)

“อัตราการเกิดความร้อนจะแปรผันตรงกับกำลังสองของกระแสไฟฟ้า”

$P = dH / dt = i^2 R$ เมื่อ dH คือความร้อนซึ่งเกิดขึ้นระหว่างช่วงเวลา dt ความสัมพันธ์ระหว่างความร้อนและกระแสไฟฟ้าเป็นผลจากการค้นคว้าของจูลส์ จึงเรียกว่า “กฎของจูลส์”



รูปแสดงวงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแบตเตอรี่ B เป็นต้นกำเนิดไฟฟ้า i ผ่านตัวกลางใด ๆ (black block) ซึ่งอยู่ระหว่างขั้ว a และ b จากรูประหว่าง a และ b มีความต่างศักย์ไฟฟ้า V_{ab} ในช่วงเวลา dt ประจุไฟฟ้า $dq = idt$ เคลื่อนที่เข้าสู่ “black block” ที่จุด a และระหว่างช่วงเวลาเดียวกันประจุไฟฟ้าก็จะเคลื่อนที่ออกจากจุด b เป็นปริมาณ dq ด้วย ประจุไฟฟ้า dq ถูกเคลื่อนย้ายจากตำแหน่งซึ่งมีศักย์ไฟฟ้า V_a ไปยัง V_b ทำให้พลังงานศักย์ทางไฟฟ้าของ dq ลดลง พลังงานศักย์ส่วนนี้ไม่ได้สูญหายเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่น ซึ่งขึ้นอยู่กับว่า “black block” คืออะไร

2.4 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

จากกฎของจูลส์ถ้า “black block” ระหว่างขั้ว a และ b เป็นมอเตอร์ขนาดของพลังงานซึ่งเปลี่ยนรูปไประหว่างช่วงเวลา dt เท่ากับ du แล้ว

$$du = dq \cdot V_{ab} = i dt V_{ab}$$

อัตราการเปลี่ยนรูปของพลังงานเท่ากับ P (power input) $= du/dt = iV_{ab}$

P มีหน่วย J/s หรือ Watt(W)

พลังงานที่ได้ คือ พลังงานกลในการหมุน

มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) ให้เป็นพลังงานกล (Mechanical Energy) โดยอาศัยหลักการดูดและการผลักของสนามแม่เหล็กในรูปของการหมุน โดยมีหลักที่ว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในเส้นลวดตัวนำไฟฟ้า จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบ ๆ เส้นลวดตัวนำ และถ้านำเส้นลวดตัวนำนี้ไปวางในสนามแม่เหล็กจะมีผลให้เกิดแรงผลักลวดตัวนำ ลวดตัวนำจะมีแรงผลักให้ออกจากสนามแม่เหล็กจากตำแหน่งที่สนามแม่เหล็กแรงกว่าไปยังตำแหน่งที่สนามแม่เหล็กอ่อนกว่าจึงทำให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ ทิศทางการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าและทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก

2.5 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน

จากกฎของจูลส์ถ้า “black block” ระหว่างขั้ว a และ b เป็นตัวต้านทาน R พลังงานศักย์ทางไฟฟ้าของ dq จะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน จะได้ว่า

$$V_{ab} = iR$$

$$\text{จาก } P = i V_{ab} = i(iR) = i^2 R$$

$$i^2 = V_{ab}^2 / R^2$$

$$P = V_{ab}^2 / R$$

ถ้า $P = dH / dt$ เมื่อ dH คือความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างช่วงเวลา dt

$$P = dH / dt = i^2 R$$

กล่าวคือเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำนาน ๆ จะเกิดความร้อนขึ้นบนตัวนำ ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นเป็นผลให้ช่องว่างของการสั่นเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนมีโอกาสนได้เร็วขึ้น ทำให้เวลา t ลดลง ความต้านทานเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของตัวนำจึงสูงขึ้นซึ่งพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกำลังสองของกระแสไฟฟ้า

ถ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดความต้านทานหรือสายไฟฟ้าจะทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในตัวมันเอง ความร้อนที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานของลวดตัวนำหรือลวดความต้านทานที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ความต้านทานจากตัวนำเหล่านี้ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่ไหลผ่าน พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียจะเกิดเป็นความร้อน ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าถ้าความต้านทานมากพลังงานสูญเสียจะมากจึงมีความร้อนมาก ถ้าความต้านทานน้อยพลังงานสูญเสียจะน้อยความร้อนก็น้อยด้วย โลหะที่เป็นตัวนำที่ไม่ดี คือมีความต้านทานมากมีการสูญเสียพลังงานมากและมีความร้อนมาก เช่นลวดนิโครม (Nichrome) เมื่อมีกระแสไหลผ่านจะทำให้เกิดความร้อนมาก หลักการนี้ได้นำไปใช้ทำเตารีดไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ที่ใช้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่นเครื่องปิ้งขนมปัง เครื่องเป่าผม เครื่องอบผ้า หม้อหุงข้าว กาต้มน้ำ เตาอบอาหาร เป็นต้น

2.6 การเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง

จากกฎของจูลส์ถ้า “black block” ระหว่างขั้ว a และ b เป็นลวดตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี หรือไส้หลอดของหลอดไฟแบบมีไส้ (Incandescent Lamp) พลังงานศักย์ทางไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อน จนกระทั่งตัวนำนั้นลุกแดงเปล่งแสงออกมาทำให้เกิดแสงสว่างพร้อม ๆ กับการเกิดความร้อนขึ้นด้วย

สำหรับการให้แสงสว่างของหลอดบรรจุแก๊ส การให้แสงสว่างไม่ได้เป็นไปตามกฎของจูลส์ที่ว่า “อัตราความร้อนแปรผันโดยตรงกับกำลังสองของกระแสไฟฟ้า” แสงสว่างของหลอดบรรจุแก๊สเกิดจากการนำไฟฟ้าในแก๊สที่บรรจุในหลอด

แก๊สจะนำไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อมีการแตกตัวเป็นไอออน ไอออนที่เกิดขึ้นจะประกอบด้วยไอออนบวกและอิเล็กตรอน เรียกว่า “คู่อิออน (ion pairs)” แก๊สมีโมเลกุลอยู่ห่าง ๆ กันเมื่อเกิดเป็นไอออนแล้วมีโอกาสเคลื่อนที่ได้ง่าย อิเล็กตรอนและไอออนบวกจึงมีโอกาสมารวมตัวกันได้ง่าย ถ้านำแก๊สบรรจุในหลอดรูปทรงกระบอกที่มีแผ่นขนาน 2 แผ่นที่ปลายหลอด และต่อกับความต่างศักย์ที่

เปลี่ยนค่าได้ เมื่อแก๊สถูกกระทำให้เกิดเป็นไอออน ไอออนบวกจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วลบ ส่วนอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าครบวงจร

สำหรับหลอดบรรจุแก๊ส ถ้าใช้ความต่างศักย์สูงเป็นพัน ๆ โวลต์ และลดความดันของแก๊สให้ต่ำลง แก๊สภายในจะมีจำนวนน้อยลง ความต้านทานลดลง จะมีการนำไฟฟ้าได้ดีขึ้น โดยมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ระหว่างขั้วผ่านแก๊ส โมเลกุลของแก๊สถูกประจุไฟฟ้าพลังงานสูงชนเกิดเป็นคู่อิออนและมีการรวมตัวกันเป็นโมเลกุล การรวมตัวกันเป็นโมเลกุลของแก๊ส จะมีการถ่ายเทพลังงานเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ถ้าคลื่นนั้นอยู่ในช่วงของแสงสว่างเราก็จะเห็นหลอดสว่างที่ระยะระหว่างขั้ว ถ้าเป็นหลอดที่บรรจุอากาศที่ความดันประมาณ 2 มิลลิเมตรของปรอทจะเห็นเป็นสีม่วง ถ้าหลอดบรรจุแก๊สนีออน จะเป็นสีแดง หลอดไฟประเภทนี้เหมาะสำหรับทำเป็นหลอดไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟเรืองแสง หรือหลอดไฟสำหรับโฆษณาสินค้า

หลอดแก้วบรรจุแก๊สที่ความดันต่ำกว่า 0.02 มิลลิเมตรของปรอท มีโมเลกุลของแก๊สเหลืออยู่น้อยมาก ประจุไฟฟ้าจากขั้วที่มีความต่างศักย์สูงจะไปยังขั้วที่มีความต่างศักย์ต่ำได้ โดยปราศจากการชนกับโมเลกุลของแก๊ส แก๊สจะไม่ลุกสว่าง แต่จะมีสีเขียวนวล ๆ ที่ผิวหลอดแก้ว เช่น หลอดรังสีแคโทด

จากสาระเกี่ยวกับไฟฟ้าและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่กล่าวไว้ในข้างต้น ผู้วิจัยได้นำความรู้ในเรื่องดังกล่าวไปใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม เพื่อให้ได้ภาพ เนื้อหา เสียงประกอบมีความสอดคล้องตรงตามเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ซึ่งมีจุดประสงค์การเรียนรู้คือ เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว

จุดประสงค์ข้อที่ 1 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้ (แหล่งพลังงานไฟฟ้า)

จุดประสงค์ข้อที่ 2 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้ (การผลิตไฟฟ้าสำหรับชุมชน)

จุดประสงค์ข้อที่ 3 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้ (การส่งพลังงานไฟฟ้า)

จุดประสงค์ข้อที่ 4 นักเรียนควรจะสามารถบอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้ (การใช้พลังงานไฟฟ้า วงจรไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า)

จุดประสงค์ข้อที่ 5 นักเรียนควรจะสามารถจำแนกประเภทและอธิบายหลักการการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้ (เครื่องใช้ไฟฟ้า)

จุดประสงค์ข้อที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้ (ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า)

3. สารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ไพศาล หวังพานิช (2523 : 137) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะและประสบการณ์เรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผลของบุคคลว่าเรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถชนิดใด

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529 : 29) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความรู้ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือประมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพสมอง

วารี ว่องพินัยรัตน์ (2530 : 1) ได้ให้ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงการวัดดูว่านักเรียนมีพฤติกรรมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน มากน้อยเพียงใด เป็นการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งเป็นผลจากการ ได้รับการฝึกอบรมในช่วงที่ผ่านมา อันเป็นเรื่องราวของอดีต

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น หมายถึง การวัดการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมสมรรถภาพทางสมองและสติปัญญา เช่น ความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เรียน ไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะต้องวัดภายหลังการ เรียนและจะต้องวัดตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอน ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนตอบ แบบทดสอบ

การที่จะทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้นั้น ต้องมีการกำหนดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เพื่อจะได้เป็นแนวทางและเป็นเกณฑ์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คลอปเฟอร์ (Klopper. 1971) จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้เป็น 4 ระดับชั้น ดังนี้

1. ความรู้ ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ กฎ ทฤษฎี แนวคิดที่สำคัญ ๆ

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์

การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการ ผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

งานวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มานะ ออพานิช (2530 : 38 - 39) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าผลการเรียนรู้แบบรายบุคคลและแบบกลุ่มโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุวัฒน์ นิยมไทย (2531 : 133) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย 2 คน 3 คน 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มการทดลองจะมี 10 กลุ่ม เรื่องไฟฟ้ากระแส ปรากฏว่าผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะกลุ่มย่อย ซึ่งมีขนาดกลุ่มแตกต่างกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ประกายวรรณ มณีแจ่ม (2539 : 80 - 82) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท. พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคล กลุ่มย่อยและตามคู่มือครูของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคลกับกลุ่มย่อยไม่แตกต่างกัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคลกับตามคู่มือครูของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มย่อยกับตามคู่มือครูของ สสวท. ไม่แตกต่างกัน

ปาริชาติ แก่นสำโรง (2541 : 56) ศึกษาผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง "หญิงและชาย" โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครู ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ได้รับการสอนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

✓ เทอร์เนอร์ (Turner. 1983 : 1750 - A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของครูฝึกสอน โดยใช้หนังสือบทเรียนโปรแกรมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนวิธีอ่าน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในด้านเจตคติพบว่ากลุ่มตัวอย่างเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเจตคติที่ดีต่อการสอนวิธีการอ่านมากกว่ากลุ่มที่เรียนโดยใช้หนังสือบทเรียนโปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

✓ เวด (Wade. 1995 : 816) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยใช้วิธีสอน 3 วิธี ได้แก่ การสอนแบบปกติ การสอนโดยใช้การทดลอง และการสอนโดยใช้การทดลองกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 116 คน ทดลองสอนเป็นเวลา 9 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้าน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการสอนทั้ง 3 วิธี แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของการเรียนรู้ผู้วิจัยได้นำหลักการนี้ไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" เพื่อประเมินความสามารถในการเรียนรู้ โดยวัดพฤติกรรมของนักเรียน 3 ด้าน

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ กฎ และทฤษฎี
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังอีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. การสอนซ่อมเสริม

ก่อนที่จะเริ่มการสอน จำเป็นที่เราควรศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้การเรียนของเด็กต้องล้มเหลว เรียนได้ไม่ดีเท่าที่ควร หรือเกิดข้อขัดข้องเสียก่อน สาเหตุของเรื่องนี้แม้จะมีอยู่มากมาย และเป็นเรื่องที่ค่อนข้างจะสลับซับซ้อน แต่ก็อาจจัดเป็นองค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้ 3 ประการ คือ องค์ประกอบด้านสรีรวิทยา ด้านจิตวิทยา และด้านสภาพแวดล้อม

1. องค์ประกอบด้านสรีรวิทยา ได้แก่ สาเหตุที่สืบเนื่องมาจากการทำงานผิดปกติของระบบการทำงานของร่างกาย เช่น ความผิดปกติหรือความบกพร่องด้านการเห็น การได้ยิน
2. องค์ประกอบด้านจิตวิทยา ได้แก่ สติปัญญา เรื่องของสติปัญญานั้นแม้จะมีรากฐานมาจากด้านสรีรวิทยา แต่อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมก็ส่งผลถึงสติปัญญาอยู่มาก จึงนำมาพิจารณาในแง่ของจิตวิทยาด้วย นอกจากนี้ก็มีเรื่องอัตราเร็วของการเรียนรู้ ความรู้สึกนึกคิดเกี่ยวกับตนเอง การปรับตัวทางอารมณ์และสังคม ความสัมพันธ์ระหว่างครอบครัวและและเพื่อนฝูงเป็นต้น
3. องค์ประกอบด้านสภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพโรงเรียน หลักสูตร วิธีการสอน อุปสรรคจากวัฒนธรรม ตลอดจนประสบการณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่ก่อนเข้าโรงเรียน เป็นต้น

เด็กประเภทใดที่ควรรับบริการการสอนซ่อมเสริม

เด็กคนใดก็ตามที่เรียนไม่ได้ดีเท่าที่ควรหรือไม่อาจเรียนได้ดีเท่าที่ควร ตามระดับความสามารถอันแท้จริง ออตโต แมคมีนีย์ และสมิธ (Otto, McMenemy and Smith ; 1973) ได้ประมวลประเภทต่าง ๆ ของเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่าที่ควรไว้ 6 ประเภทคือ

1. พวกที่มีสมรรถวิสัยระดับปานกลาง เด็กพวกนี้มีความสามารถและระดับสติปัญญาในขั้นที่จะเรียนได้ตามปกติ หากแต่ผลงานและผลการเรียนที่ออกมาแสดงให้เห็นถึงความสามารถที่ต่ำกว่าระดับสติปัญญาและสมรรถวิสัย เด็กพวกนี้จึงมีปัญหายุ่งยากในการเล่าเรียน จนทำให้ประสบความล้มเหลวทางการเรียน เด็กประเภทนี้มักพบบ่อยและควรได้รับการช่วยเหลือ

2. พวกเรียนช้า (Slow Learner) เด็กประเภทนี้มักมีระดับ IQ ระหว่าง 80 – 90 จึงได้ชื่อว่าเป็นพวกเรียนช้าหรือสมองช้า สมรรถวิสัยที่จำกัดของเด็กเหล่านี้ทำให้เด็กไม่อาจมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับที่น่าพึงพอใจได้ ผลการเรียนของเด็กพวกนี้จึงมักล้าหลังคนอื่น หรือที่เรียกกันว่าเรียนไม่ทันเพื่อน ฉะนั้นเด็กพวกนี้อาจมีอายุมากกว่าเด็กคนอื่นในชั้นเดียวกัน

3. เด็กฉลาด เด็กที่มีระดับความสามารถสูง แต่กลับมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่ควร ก็เป็นเด็กอีกประเภทหนึ่งที่น่าสนใจ โปรแกรมการสอนซ่อมเสริม เด็กพวกนี้โดยปกติมักถูกละเลยเพราะครูมักคิดว่าเป็นเด็กที่ช่วยตัวเองได้ เก่งแล้ว จึงไม่หวังทำให้เด็กเกิดความเบื่อหน่ายได้ง่าย

4. เด็กไม่เต็มใจเรียน เด็กบางคนสามารถทำคะแนนได้ (สอบได้) ดีพอควร จากแบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ แต่เวลาเรียนในชั้นมักไม่สนใจ หรือสนใจบ้างไม่สนใจบ้าง เด็กประเภทนี้มักเป็นเด็กที่มีปัญหาเนื่องมาจากการขาดแรงจูงใจในการเรียนซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่สอนซ่อมเสริมจะต้องให้ความสนใจเช่นกัน

5. เด็กที่มีประสบการณ์และภูมิหลังจำกัด ได้แก่เด็กที่มาจากครอบครัวที่ยึดมั่นในวัฒนธรรมหรือความเชื่อบางอย่างที่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ รวมถึงเด็กที่มาจากครอบครัวที่ตั้งอยู่ห่างไกลมีปัญหาทางภูมิศาสตร์ เป็นเหตุให้เด็กขาดโอกาสที่จะแสวงหาประสบการณ์หลาย ๆ อย่างที่เด็กทั่วไปได้รู้จักและเรียนรู้ จึงกลายเป็นเด็ก “เชย” “โง่” “ไม่รู้เรื่องรู้ราว” ครูที่สอนเพื่อซ่อมเสริมจึงต้องให้ความช่วยเหลือเป็นพิเศษ

6. เด็กที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับพัฒนาการทางภาษา เด็กพวกนี้จึงมีความบกพร่องที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุ เช่น ความบกพร่องทางร่างกาย และอวัยวะสัมผัสต่าง ๆ จึงควรให้ความช่วยเหลือซ่อมเสริมตามสภาพของปัญหาประเภท

3.1 ประเภทของการสอนซ่อมเสริม

การสอนซ่อมเสริมมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้เด็กได้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ดังนั้น การสอนซ่อมเสริมจึงประมวลเอาทั้งการแก้ไขข้อบกพร่องตลอดจนการสอนเพื่อซ่อมเสริมสมรรถภาพของเด็ก ด้วยเหตุนี้เด็กที่มาเรียนโดยไม่ได้มีปัญหาใด ๆ ก็จะได้รับ การส่งเสริมให้มีโอกาสพัฒนาความสามารถตามสมรรถวิสัยของเขาด้วย การที่จะดำเนินการให้บรรลุจุดมุ่งหมายดังกล่าว จึงจำเป็นต้องแยกประเภทของการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถและลักษณะของเด็กแต่ละคน ประเภทต่าง ๆ ของการสอนที่จัดเข้าลักษณะของการสอนเพื่อซ่อมเสริมนั้นอาจจำแนกได้ 4 ประเภท

1. การสอนเพื่อแก้ไข (Corrective Instruction)

จุดประสงค์เพื่อช่วยเหลือเด็กให้สามารถเอาชนะความบกพร่อง หรือยกระดับจากปานกลางให้สูงขึ้น การสอนลักษณะนี้จัดกระทำในชั้นเรียนปกติ ผู้สอนอาจเป็นครูประจำชั้นหรือครูประจำวิชาก็ได้ หากนักเรียนทั้งชั้นหรือนักเรียนส่วนใหญ่ในชั้นเกิดความเข้าใจผิดในเนื้อหาบางอย่างหรือเรียนอ่อนกว่าที่ควรเป็นในเนื้อหาบางวิชา ดังนั้นการสอนแบบนี้จำเป็นต้องอาศัยการวิเคราะห์ปัญหาก่อนที่จะใช้เทคนิคของการสอนเพื่อช่วยแก้ไข ในการนี้อาจต้องนำเอาเทคนิคของการสอนเพื่อซ่อมเสริม เช่นการสอนเพื่อสร้างทักษะบางอย่างเป็นพิเศษมาประกอบด้วย

2. การสอนซ่อม (Remedial Instruction)

เป็นบริการที่แยกจากชั้นเรียนปกติ เป็นการสอนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ใหม่ ๆ และ/หรือช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของเด็กที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษจากครู การสอนแบบนี้จึงมักทำเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย

3. การสอนโดยการปรับระดับ (Adapted Instruction)

เป็นวิธีการสอนสำหรับเด็กที่มี IQ ต่ำกว่า 90 หรือในช่วง 70 – 90 โดยที่ไม่ต้องการทั้งการสอนแก้ไขหรือซ่อมเสริม การสอนลักษณะนี้ดำเนินไปในชั้นเรียนปกติ ใช้หลักสูตรร่วมกัน ด้านหลักสูตรใช้ร่วมกับของเด็กปกติได้ วิธีการสอนทำนองเดียวกับการสอนซ่อม แต่ความคาดหวังในตัวเด็กย่อมแตกต่างกันไป เพราะเด็กพวกนี้จะเรียนได้ช้ากว่าปกติ และมีขีดจำกัดในเรื่องความสามารถของการเรียนรู้ ดังนั้นเนื้อหาที่นำมาสอน ตลอดจนวิธีการที่ใช้สอนจะต้องปรับให้ใกล้เคียงกับสมรรถวิสัยของเด็ก อย่างไรก็ตามถ้าเด็กประเภทนี้มีปัญหาเรื่องผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าความสามารถที่แท้จริงมากก็ต้องสอนซ่อมได้ด้วย

4. การสอนเร่ง (Accelerated Instruction)

การสอนแบบนี้มักใช้กับเด็กฉลาด โดยเฉพาะเด็กฉลาดหรือเด็กที่มีสติปัญญาสูงแต่ไม่ได้ใช้สติปัญญาเต็มที่ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการหลบหลีกเลื่องการงานและความร่วมมือในกลุ่มสังคม ด้วยเหตุที่เป็นผู้ที่มีความคิดแปลก ๆ ใหม่ ๆ และความคิดนั้นถูกมองข้าม ถูกกีดกัน หรือถูกหาว่าเป็นเรื่องไร้สาระ เด็กจึงเกิดความท้อแท้ ปลดปล่อยไปตามเลยเมื่อมีการเรียกร้องหาความคิดเห็นสำหรับเรื่องใหม่ ๆ อีกทั้งจะนิ่งเงียบ ไม่แสดงออก หรือหลบหลีก เพราะกำลังใจถูกทำลายไปเสียแต่ต้นแล้ว เด็กพวกนี้มักเป็นเด็กเก่งที่เรียนไม่สำเร็จ เด็กเก่งอีกประเภทคือเด็กอัจฉริยะ เด็กประเภทนี้มีน้อย แต่จะเรียนรู้ได้เร็วมาก แม้จะมีปัญหาด้านการปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนร่วมชั้นอยู่บ้างก็ตาม อย่างไรก็ตามเด็กประเภทนี้จะถูกละเลยจากผู้ใหญ่ได้ง่าย และมีปัญหาในเรื่องความเหลื่อมล้ำของความเจริญด้านต่าง ๆ ภายในตัวเด็กเอง เช่น ความเจริญทางสติปัญญาเป็นไปอย่างรวดเร็วถึง 2 เท่าของคนปกติ แต่ความเจริญเติบโตทางร่างกายและอารมณ์เท่าคนปกติ เด็กจึงมีปัญหาด้านการปรับตัว เพราะไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนได้ทุกกลุ่ม เมื่อเป็นเช่นนี้การจัดการศึกษาให้เด็กพวกนี้จึงเป็นปัญหาสำคัญ อย่างไรก็ตามเด็กพวกนี้มีน้อย และนาน ๆ จะพบ โรงเรียนส่วนมากจึงไม่มีโปรแกรมเตรียมไว้ให้ แต่ถ้าพ่อแม่หรือครูอาจารย์ไม่ทราบว่าเด็กของตนมีสติปัญญาสูงมาก และปฏิบัติต่อเด็กเหมือนเด็กอื่น ๆ ก็จะทำให้เด็กพัฒนาทางสติปัญญาได้ไม่เต็มที่ การจัดการศึกษาให้เด็กพวกนี้จึงต้องมีลักษณะพิเศษออกไป เท่าที่ทำกันอยู่โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ การสอนเร่ง (Accelerated) การสอนเสริม (Enrichment) การจัดชั้นเรียนหรือโรงเรียนพิเศษ (Special School and Classes)

การสอนเร่ง อาจทำได้โดยให้เข้าเรียนก่อนเกณฑ์อายุ ให้เรียนข้ามชั้น ให้เรียนในชั้นมัธยมหรืออุดมศึกษาก่อนวัย หรือการสมัครสอบเทียบความรู้ เป็นต้น การสอนเด็กพวกนี้มักให้เด็กศึกษาเอง ครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำและแนะแนวเฉพาะเรื่องที่จำเป็นเท่านั้น

การสอนเสริม ในกรณีที่ไม่ต้องการให้เด็กเรียนเร่งด้วยวิธีต่าง ๆ ก็จัดให้เรียนเพิ่ม หมายถึงการเพิ่มเติมวิชาเรียน เพิ่มเนื้อหาในแต่ละวิชาเข้าไปในหลักสูตรปกติเพื่อให้เด็กมีความรู้และประสบการณ์กว้างขวางออกไปและหลีกเลี่ยงภาวะที่จะก่อความรู้สึกเบื่อหน่ายให้แก่เด็กในการที่เด็กต้องมาซ้ำซากจำเจอยู่ในสิ่งที่ตนรู้ดีแล้ว การสอนเสริมทำได้หลายวิธีเป็นต้นว่า มอบหมายให้เด็กไปอ่านเพิ่มเติมพิเศษ มอบหมายงานพิเศษให้ทำ เปิดโอกาสให้ร่วมกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากกิจกรรมในชั้นหรือการแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่ม แล้วมอบหมายการงานให้ทำตามระดับความสามารถของแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้อาจทำตามระดับความสามารถของแต่ละกลุ่ม อาจทำได้โดยการให้เรียนพิเศษนอกชั้นในการนี้ทางโรงเรียนอาจต้องจ้างครูพิเศษมาสอนโดยเฉพาะ

การจัดชั้นหรือโรงเรียนพิเศษ มักใช้ในกรณีที่ต้องการคัดเด็กเฉพาะกลุ่มออกไปเพื่อดำเนินการสอนเป็นพิเศษ จุดประสงค์ก็เพื่อเสริมทักษะบางด้านเป็นพิเศษ ตามความถนัดและความสามารถของเด็ก หรือเพื่อสะดวกในการสอนเด็กฉลาดที่มีหลาย ๆ คน

ข้อคำนึงในการจัดเด็กเข้ารับบริการการสอนซ่อมเสริม

ได้กล่าวมาแล้วว่าการสอนซ่อมเสริมนั้น อาจแยกประเภทใหญ่ ๆ ได้ 4 ลักษณะ คือการสอนเพื่อแก้ไข การสอนซ่อม การสอนด้วยการปรับระดับและการสอนเร่ง ครูที่ทำหน้าที่สอนซ่อมเสริมจึงต้องวินิจฉัยว่าเด็กประเภทใดสมควรจะจัดเข้ารับบริการการสอนในโปรแกรมการสอนประเภทไหน จึงจะทำให้เด็กได้มีโอกาสพัฒนาความสามารถของเขาได้เต็มที่ตามสมรรถวิสัยที่มีอยู่

ออโต แมคเมเนมี และสมิธ (Otto,McMenemy and Smith, 1973) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ในการจัดเด็กเข้าโปรแกรมดังกล่าวควรคำนึงถึงเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวเด็ก เช่น สมรรถวิสัยในการเรียนรู้ และระดับผลสัมฤทธิ์ของเด็ก

สมรรถวิสัยในการเรียนรู้ โดยทั่ว ๆ ไปมักใช้ผลจากการวัดความสามารถทางระดับสติปัญญา เช่นแบบทดสอบเชาว์ (IQ) ของบินเน็ต (Binet) หรือของเวชลอร์ (Wechsler) สำหรับในประเทศไทยการวัดระดับ สติปัญญาโดยใช้แบบทดสอบยังไม่แพร่หลาย เพราะขาดผู้ชำนาญการโดยเฉพาะในโรงเรียนซึ่งอยู่ในต่างจังหวัดมักขาดแหล่งบริการประเภทนี้ ดังนั้นครูที่สอนอาจประเมินสมรรถวิสัยในการเรียนรู้ของเด็กโดยการทดสอบเด็กจากข้อสอบที่สร้างขึ้นเอง หรือสังเกตจากพฤติกรรมต่าง ๆ ของเด็ก เช่นความกว้างขวางในการใช้คำศัพท์ การแก้ปัญหาหรือความสามารถในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้จากโรงเรียนไปช่วยแก้ปัญหา ความเข้าใจจากการรับฟังวิทยุหรือโทรทัศน์ ความสามารถในการร่วมสนทนา อภิปรายเรื่องต่าง ๆ จากประสบการณ์ตรงของตนเอง ตลอดจนการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาต่าง ๆ กับเพื่อนร่วมชั้น อย่างไรก็ตามในการนี้ครูจะต้องระวังการหลงผิดเนื่องจากพฤติกรรมประทับใจบางอย่าง เช่นเด็กขี้พูด ขี้สงสัย หรือมีอายุมัก ทำให้ครูประเมินสติปัญญาสูงกว่าที่เป็นจริง เท่า ๆ กับที่เด็กขี้เห่อ ขี้อาย ถูกเกลียดชังจะถูกประเมินให้มีสติปัญญาดำกว่าที่ควร

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จุดมุ่งหมายปลายทางของการสอนซ่อมเสริมก็คือ การยกระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้ใกล้เคียงกับสมรรถวิสัยของเด็กให้มากที่สุด เพราะเด็กที่มาเข้าโปรแกรมการสอนซ่อมเสริม ก็คือเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าที่ควร ฉะนั้นจึงจำเป็นที่ครูจะต้องคำนึงถึงผลสัมฤทธิ์ของเด็ก ระดับชั้นเรียนมิได้เป็นเกณฑ์ที่แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ที่แท้จริง เพราะว่า

เด็กบางคนอาจมีความสามารถเหนือระดับชั้นที่เขาเรียนอยู่ และบางคนก็อาจมีความสามารถต่ำกว่าชั้นที่กำลังเรียน เด็กฉลาดที่มีผลสัมฤทธิ์ในชั้นเรียนต้องการความช่วยเหลือด้านการแก้ไข ส่วนเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอาจต้องการการสอนแบบปรับระดับหรือการสอนซ่อม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสมรรถวิสัยของเขา สมรรถวิสัยในการเรียนของเด็กมิใช่การจัดชั้นให้แก่เขา หากเป็นเกณฑ์การวัดผลสัมฤทธิ์ที่เขาทำได้จริง

การจัดเด็กเข้าโปรแกรมการสอนซ่อมเสริม

การจัดเด็กเข้าโปรแกรมการสอนซ่อมเสริม แม้จะไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัว แต่เพื่อความสะดวกในการตัดสินใจ ครูผู้สอนอาจคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่จะยึดแนวทางในการแบ่งเด็กคือ อาศัยการพิจารณาจากระดับความสามารถ หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็ก เด็กที่มีสติปัญญาระดับปานกลาง และมีผลสัมฤทธิ์ระดับปานกลางนั้น หากจะจัดเข้าสู่โปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถก็สังเกตจากระดับผลสัมฤทธิ์ว่าอยู่ในระดับปานกลางหรือไม่ ออตโต แมคเมเนมี และสมิธ (Otto, McMenemy and Smith, 1973) ได้แนะนำไว้ว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์ในระดับปานกลางของเด็กประถมปีที่ 1 ถึงประถมปีที่ 6 นั้น คำนวณได้จากอายุตามเกณฑ์ในชั้นนั้น ๆ ± 3 เดือน ส่วนเด็กประถมปีที่ 6 ขึ้นไปก็คำนวณได้จากอายุตามเกณฑ์ในชั้นนั้น ± 9 เดือน ดังนั้นเด็กระดับป. 1 เมื่อสิ้นปีการศึกษา เขาควรมีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยตั้งแต่ 6 ปี 9 เดือน ถึง 7 ปี 3 เดือน จึงจะนับว่าเป็นผู้มีผลสัมฤทธิ์ระดับปานกลาง หรือเด็ก ป.6 มีผลสัมฤทธิ์ระดับปานกลางก็ควรมีผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยเท่ากับเด็กอายุ 10 ปี 9 เดือน ถึง 11 ปี 3 เดือน หากมากหรือน้อยกว่านี้ก็ไม่นับว่ามีผลสัมฤทธิ์ระดับปานกลาง

3.2 การจัดบริการการสอนเพื่อซ่อมเสริม

เด็กแต่ละคนย่อมแตกต่างกันไป ปัญหาของเขาก็ต่างกันไปด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้วิธีสอนเพื่อซ่อมเสริมให้แก่เด็กแต่ละคนก็ย่อมต่างกันออกไป การสอนเพื่อซ่อมเสริมต้องเริ่มมาจากการวินิจฉัย ซึ่งทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหา เช่นทำให้ทราบถึงสิ่งที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา ความต้องการจำเป็นเฉพาะอย่างของเด็กแต่ละคน รายละเอียดในการเรียน ความถนัดและความสามารถส่วนตัวของเด็กเป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นประโยชน์ในการวางแผนเพื่อการสอนซ่อมเสริมต่อไป

การวินิจฉัยจะไร้ความหมายหากผลการวินิจฉัยนั้น มิได้นำมาใช้ประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริม การสอนซ่อมเสริมจะดำเนินไปได้ดีเพียงไรก็ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของการวินิจฉัยด้วย จึงควรมีข้อควรระวังดังนี้

1. อย่าใช้เวลาในการวินิจฉัยมากจนมีเวลาสอนซ่อมเสริมจริง ๆ น้อยหรือแทบไม่ได้ทำเลย และไม่ควรให้ครูถือเอากระบวนการของการวินิจฉัยซึ่งต้องกินเวลาพอสมควรนี้มาเป็นข้ออ้างว่าทำไมไม่ได้ เพราะไม่มีเวลาเนื่องจากต้องสอนมาก สรุปว่าอย่าใช้เวลาในการวินิจฉัยมากจนเกินไปหรือไม่ให้เวลาสำหรับการวินิจฉัยเสียเลย นอกจากนี้การสอนก็ไม่ควรทำแบบสุ่ม ๆ หรือเพียงแค่เปิดบริการการสอนเพื่อซ่อมเสริมแต่ชื่อ ส่วนวิธีดำเนินการไม่มีอะไรน่าสนใจเพียงแค่สอน ๆ ไป

2. ควรระวังเรื่องการติดต่อ โดยเฉพาะในกรณีที่มีผู้วินิจฉัยปัญหาและผู้สอนเป็นคนละคนกัน เพราะอาจเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนไปได้

3. ในบางกรณี การรายงานสาเหตุของข้อขัดข้องหรือความล้มเหลวทางการเรียนของเด็กอาจเน้นด้านใดด้านหนึ่งมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดความประทับใจผิด ๆ ฝังใจอยู่แต่เรื่องนั้นจนไม่ได้สังเกตสาเหตุด้านอื่น หรือขาดความสนใจในสาเหตุด้านอื่น ๆ ไป ทั้ง ๆ ที่สาเหตุเหล่านั้นก็ส่งผลต่อความล้มเหลวทางการเรียนเช่นกัน

4. การวินิจฉัยที่ตายตัวหรือการได้ข้อมูลมาไม่เหมาะสม เช่นน้อยไปก็ทำให้การวางแผนการสอนเพื่อซ่อมเสริมคลาดเคลื่อนไปได้

แนวการสอนเพื่อซ่อมเสริม

การสอนเพื่อซ่อมเสริมจะดำเนินไปอย่างไรก็ต้องขึ้นอยู่กับกรณีวินิจฉัยปัญหาเป็นกรณี ๆ ไป หลักการที่สามารถจะยึดเป็นแนวในการสอนเพื่อซ่อมเสริมโดยทั่วไปไม่ว่าจะเป็นการสอนเพื่อแก้ไข หรือซ่อมเสริมก็มีเกณฑ์ร่วมกันอยู่ เช่น

1. ความร่วมมือของผู้เรียน โปรแกรมการสอนเพื่อซ่อมเสริมจะสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับความร่วมมือของผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้นหนทางใดที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจ ความศรัทธา ต่อการเรียนการสอนว่าจะเอื้อประโยชน์ให้เขาอย่างแท้จริงก็จะเป็นแรงจูงใจให้เขายินดีให้ความร่วมมือ การติดต่อระหว่างครูและนักเรียนจึงเป็นเรื่องสำคัญยิ่ง

2. สอนในระดับพอเหมาะกับผู้เรียน ผู้สอนจะต้องนึกไว้ในใจเสมอว่าสมรรถวิสัยและทักษะของเด็กแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่มที่ตนสอนนั้นอยู่ในระดับไหน และเรากำลังจะช่วยเหลือเขาในเรื่องอะไร จะเน้นในเรื่องใดบ้าง

3. สอนทีละขั้น การดำเนินการสอนต้องค่อย ๆ เป็นไปทีละน้อยตามลำดับขั้น เช่น ถ้าต้องการแก้ไขลายมือเด็ก ก็ต้องไม่หวังให้เด็กเปลี่ยนลายมือจากแบบที่เคยทำอยู่จนเป็นนิสัยไปยังแบบอย่างที่ต้องการในทันที ควรจะค่อย ๆ ทำไปทีละน้อยให้ก้าวเข้าไปใกล้แบบทีละน้อย หรือถ้าต้องการแก้ไขการใช้ภาษา ครูก็ควรเน้นเฉพาะเรื่องนั้น ไม่ย่ำเรื่องที่ทำได้ ควรเน้นเฉพาะแบบอย่างที่ถูกต้อง เป็นต้น

4. เสริมกำลังใจในเรื่องที่ทำได้สำเร็จ เรื่องใดที่เขาทำได้สำเร็จ ควรเสริมกำลังใจให้เพื่อผู้เรียนได้รู้ผลงานของตัวเองว่าเป็นอย่างไร จะได้มีกำลังใจ ข้อดีของการสอนซ่อมเสริมประการหนึ่งก็คือ ผู้เรียนและผู้สอนมีโอกาสติดต่อสัมพันธ์กันตัวต่อตัวได้มาก ทำให้ทั้งสองฝ่ายรู้ผลของการกระทำในทันทีทันใด ซึ่งเท่ากับเป็นการเสริมกำลังใจไปในตัว

5. ทำสิ่งที่เรียนให้มีความหมาย สิ่งที่เรียนหากมีความหมายต่อผู้เรียน จะก่อให้เกิดความพร้อมในการเรียนมากกว่า และเข้าใจได้ชัดเจนกว่า ครูที่สอนเพื่อซ่อมเสริมจึงควรตื่นตัวในการหาวัสดุอุปกรณ์ใหม่ ๆ ที่มีความหมายมาประกอบการสอน และการพูดอธิบายก็ควรคำนึงถึงพื้นฐานของเด็กด้วย หากเด็กขาดความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องใดก็อาจตามสิ่งที่ยากกว่าไม่ทัน ไม่เข้าใจ และสิ่งนั้นก็ไร้ความหมายสำหรับเขา

6. ทำสิ่งที่เรียนให้จำง่ายและให้จำได้ง่ายขึ้น การเรียนรู้เก่า ๆ หรือความรู้เก่า ๆ มักทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนกับความรู้ใหม่ ๆ ทำนองเดียวกับที่ความรู้ใหม่ก็ทำให้ลืมของเก่าที่เรียนมาแล้ว ดังนั้นครูสอนซ่อมเสริมจึงต้องหาทางไม่ให้เด็กเกิดความสับสนในลักษณะนี้ เพราะความสับสนดังกล่าวเป็นสาเหตุของการลืม ครูควรหาวิธีโยงความสัมพันธ์ให้แจ่มชัดขึ้น ถ้าเป็นพวกวิชาทักษะก็ต้องทำการฝึกฝนให้มากจนถึงขั้นที่จำได้ขึ้นใจ

7. กระตุ้นให้เด็กมองหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ตลอดจนการนำสิ่งที่เรียนรู้อแล้วไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง การสอนกฎเกณฑ์และวิธีจัดต่าง ๆ ก็เป็นวิธีช่วยให้เด็กเกิดความสนุก มีกำลังใจจะเรียน และเป็นการกระตุ้นให้เด็กมองหาวิธีคิดหรือหลักเกณฑ์อื่น ๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้ ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ นั้นผู้สอนควรเปิดโอกาสให้เด็กค้นพบหลักเกณฑ์ดังกล่าวด้วยตนเอง ครูควรเป็นเพียงผู้ช่วยให้เด็กได้มองเห็นความสัมพันธ์และจัดสถานการณ์หรือเปิดโอกาสให้เด็กได้ฝึกใช้สิ่งที่ได้พบเห็น และเรียนรู้มาแล้วให้เป็นประโยชน์

8. ลดความเครียด ในขณะที่เรียนไม่ควรทำบรรยากาศให้เครียดจนเกินไป การเร่งหรือกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจที่มากเกินไปมักเป็นอันตรายมากกว่าจะทำให้ได้ผลดี การที่ผู้เรียนมีความเครียด และวิตกกังวลอยู่อย่างนั้นเป็นของดี แต่ไม่ควรให้มากเกินไป

9. จัดช่วงเวลาในการฝึกฝนให้พอเหมาะ ควรให้มีระยะพัก ผลการวิจัยพบว่า การจำให้ได้นาน ขึ้นกับการแก้ไขช่วงเวลาในการฝึกฝน (Underwood. 1961 ; Otto. 1965,1966) ฉะนั้นหากประสงค์ให้ประสิทธิภาพทางการเรียนของเด็กเพิ่มขึ้น จึงควรมีระยะพักหรือเปลี่ยนกิจกรรมบ้างเป็นครั้งคราวไป

10. สร้างอึดมโนภาพในเชิงนิมานให้แก่เด็ก ความคิดเกี่ยวกับตนเอง นั้นเป็นผลจากประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในชีวิต เด็กที่เรียนอ่อนมักมีความคิดว่าตนเองจะแก้ปัญหาทางวิชาการไม่ได้ ครั้นพอเกิดความล้มเหลวทางการเรียนขึ้นมาจริง ๆ ก็เกิดการท้อแท้ ตรงข้ามกับเด็กเก่งมักมีความเชื่อมั่นในตนเองสูง มองเห็นปัญหาเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถชวนให้ลองคิดลองแก้ แม้ผิดพลาดก็ไม่ย่อท้อที่จะทำใหม่ เพราะเชื่อในความสามารถของตน หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ มีความคิดเกี่ยวกับตนเองในทางที่ดี ฉะนั้นครูจึงควรหาทางให้เด็กทุกคนได้สร้างความรู้สึที่ดีต่อตนเอง โดยให้โอกาสเขาให้ได้พบความสำเร็จบ้างไม่ด้านใดก็ด้านหนึ่ง ผลสำเร็จคือประสบการณ์ที่ดีสำหรับเด็กในอันที่จะพัฒนาอึดมโนภาพในเชิงนิมาน

3.3 องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการจัดการสอนเพื่อซ่อมเสริม

แรงจูงใจ (Motivation)

คลอสไมเออร์ และกู๊ดวิน (Klausmeier & Goodwin. 1966 : 446) ได้ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของเด็กนักเรียนสองประเภท ประเภทแรกคือเด็กที่มาโรงเรียนโดยมีความต้องการที่จะเรียนรู้ทุกสิ่งทุกอย่างที่โรงเรียนและครูจัดสรรให้ หรือต้องการให้เรียน ส่วนเด็กอีกประเภทหนึ่งมิได้เป็นเช่นนั้น กล่าวคือ แม้จะมาโรงเรียนแต่ก็ไม่ต้องการในสิ่งที่ทางโรงเรียนจัดให้เรียน เขาเห็นว่าความแตกต่างในประเด็นนี้เป็นเรื่องสำคัญมาก เพราะเทคนิคของการจูงใจเด็กทั้งสองประเภทนี้ย่อมแตกต่างกัน ในการสอนเพื่อซ่อมเสริมนั้น มักพบว่าพวกเรียนอ่อนมักเป็นเด็กประเภทหลัง ฉะนั้น

ครูที่ทำหน้าที่สอนเพื่อซ่อมเสริมจึงจำเป็นต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษในเรื่องของการจูงใจนอกเหนือจากการพัฒนาการสอน การวินิจฉัยเป็นกุญแจสำคัญต่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ แรงจูงใจก็เป็นกุญแจของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เช่นกัน

คลอสไมเออร์ และกูดวิน ได้เสนอหลักการกว้าง ๆ ในการจูงใจนักเรียนที่จะมาเข้าโปรแกรมการสอนเพื่อซ่อมเสริม คือ

1. เมื่อมีเรื่องใดที่ต้องให้เด็กประสบผลสัมฤทธิ์ ครูจะต้องนำความสนใจของนักเรียนมุ่งไปยังจุดนั้น เรื่องนั้น โดยพยายามเน้นให้นักเรียนตั้งใจและสนใจในเรื่องที่ต้องการ
2. ความอยากรู้อยากเห็น ความสนใจ ตลอดจนผลสัมฤทธิ์เป็นแรงจูงใจเชิงนิมิต ซึ่งทำให้นักเรียนพร้อมที่จะพุ่งความสนใจไปยังจุดที่ต้องการ ฉะนั้นครูจึงควรกระตุ้นพัฒนาการของแรงจูงใจเชิงนิมิต หรือแรงจูงใจชนิดบวกนี้
3. การเรียนในสิ่งที่มีความหมาย และผู้สอนที่มีวิธีการโยนการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ เข้ากับความสามารถหรือความรู้เก่าที่เคยเรียนมาแล้ว ก็เท่ากับได้สร้างแรงจูงใจที่ดีให้กับผู้เรียน ฉะนั้นครูจึงต้องเตรียมและเรียบเรียงการสอนให้เหมาะสมทุกครั้งหากจะใช้ชุดการเรียนรู้สำเร็จรูปก็ควรได้ศึกษาวิธีการใช้เสียก่อน เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยดี ไม่น่าเบื่อ
4. ตั้งเป้าหมายที่จะกระตุ้นให้เกิดผลก้าวหน้า และรู้สึกว่าได้ประสบผลสำเร็จ โดยให้ผู้เรียนตั้งเป้าหมายเองหรือช่วยให้เข้าใจเป้าหมายก่อนดำเนินงานไปสู่เป้าหมายที่แท้จริง
5. จัดสิ่งแวดล้อมที่อบอุ่น เพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ หลีกเลี่ยงบรรยากาศที่ยุ่งเหยิง หรือตึงเครียด
6. ให้รางวัลแก่เด็กบางคนเพื่อกระตุ้น และทำให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการหรืออาจลงโทษเมื่อมีพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์
7. แรงจูงใจที่มากเกินไป หรือรุนแรงไป ตลอดจนการมีความกระวนกระวายใจความยุ่งเหยิง มักทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ไม่มีประสิทธิภาพ จึงควรเลี่ยงการเข้มงวด และภาวะที่ก่อให้เกิดความยุ่งเหยิงต่าง ๆ

วิธีก่อให้เกิดแรงจูงใจ

1. ให้โอกาสได้ประสบความสำเร็จ เด็กเองรู้ว่าตนสามารถจะประสบความสำเร็จได้ ความสำเร็จครั้งแรกจึงเป็นแนวทางของขั้นต่อ ๆ ไปในการสอนเพื่อซ่อมเสริม ครูจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการให้งานแก่เด็ก คือจะต้องไม่ให้ยากหรือง่ายมากเกินไป ต้องระวังไม่ให้เป็นในรูปของการยกยอกันรำไป เด็กอาจเกิดการแคลงใจในคำชมหรือถ้อยคำเช่นนั้นเป็นของธรรมดาไม่ใส่ใจ ไม่มีคุณค่าแต่อย่างใด
2. มองปัญหาให้กว้างขวางและลึกซึ้ง เด็กที่มีที่ทำไม่ยอมเรียนในชั้น เมื่อมาจัดเข้ากลุ่มเล็กมักกระฉับกระเฉงขึ้น มีที่ทำอยากเรียนมากขึ้น และพฤติกรรมมักลดลงเมื่อถูกครูฟังความสนใจโดยตรง
3. แสวงหาการสนับสนุนจากครอบครัว เด็กที่เรียนอ่อนทางบ้านไม่ควรเคร่งครัดมากเกินไป ยกเอาความอ่อนแอของลูกมาเป็นข้ออ้างว่าแม่พ่อแม่จะได้พยายามให้เด็กเรียนหนักขึ้นก็ไร้ผลเนื่องจากสุขภาพไม่อำนวย บางรายพ่อแม่ถึงกับทำการบ้านให้ลูกเสียเองเลย พี่ ๆ ที่เรียนดีในโรง

เรียนก็มักทำให้ภาพพจน์ของน้องต่ำลง ถูกหัวเราะเยาะ และมักมีผู้พยายามจะ “ช่วย” จนเกินไป หน้าที่ของครูสอนซ่อมเสริม ก็คือ แสวงหาความร่วมมือจากทางบ้าน ในการเผชิญปัญหาทางด้านการเรียนของเด็ก เช่นถ้าพ่อแม่เข้มงวดกวดขันมากเกินไปก็ลดความเข้มงวดนั้นลง หรือเลี้ยงไปเน้นความสนใจด้านอื่นเสียบ้าง ครูควรติดต่อกับทางบ้านให้พ่อแม่ใส่ใจไม่รู้สึกผิดต่อการเรียนอ่อนของลูกแต่เป็นในลักษณะของการขอคำปรึกษาเพื่อร่วมมือการช่วยเหลือ เช่นฟังเด็กอ่าน หัดให้สะกดคำ

การนำเอาหลักการเรียนรู้มาใช้ในการสอนซ่อมเสริม

ผู้สอนจะต้องดำเนินการตามขั้นตอน โดยจัดเป็นขั้นย่อย ๆ อย่างมีระเบียบ ผู้สอนจึงควรนำเอาหลักการเรียนรู้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่นการนำเอาหลักการของการวางเงื่อนไขแบบปรับภาวะ (Operant Conditioning) มาใช้ในการปรับพฤติกรรม (Behavior Modification) หรือการเอาความรู้เกี่ยวกับเรื่องการเสริมกำลัง (Reinforcement) มาช่วยปรับพฤติกรรมให้ได้ผลเป็นต้น

เฮเวท (Hewett, 1968) ได้ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการเรียนการสอนทั้งหลายก็ล้วนเอาหลักจากทฤษฎีการเรียนรู้มาใช้ โดยการนิยามสิ่งเร้าให้แจ่มแจ้งชัดเจน และก่อให้เกิดความคาดหวังจนเกิดมีการตอบสนองกลับมาจากผู้เรียน จากนั้นผู้เรียนก็จะได้รับการเสริมกำลังในทันทีที่เกิดการเรียนรู้ เนื้อหาสาระของสิ่งที่เรียนก็ค่อย ๆ เพิ่มให้ยากขึ้นทีละน้อย ดังนั้น กระบวนการปรับขยายพฤติกรรมจึงขึ้นกับการนำเอาหลักของการวางเงื่อนไขแบบปรับภาวะไปใช้ การนำเอาวิธีนี้ไปใช้มีหลักสำคัญอยู่ตรงที่ เมื่อผู้ตอบให้คำตอบถูกต้องก็ต้องให้การเสริมกำลัง และ จะไม่มีการเสริมกำลังในกรณีที่ได้คำตอบผิด นอกจากนี้ก็เน้นในเรื่องของการให้การเสริมกำลังอย่างมีระบบ

เมื่อผู้เรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์มาได้ครั้งหนึ่ง และได้รับรางวัลก็จะเกิดการคาดหวังที่จะได้รางวัลอีก จึงทำพฤติกรรมเช่นนั้นอีก สิ่งที่เราควรกระทำในการสอนซ่อมเสริมก็คือ พยายามให้ผู้เรียนได้สร้างสมการตอบสนองที่ถูกต้อง และคงไว้ซึ่งการตอบสนองที่ถูกต้องนั้น แม้ในระยะหลังจากการสอนเพื่อซ่อมเสริมแล้ว

วัตถุประสงค์ของการสอน คือ จุดมุ่งหมายที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนจากสิ่งที่ไม่เคยมีหรือมีอยู่น้อยในตัวผู้เรียน ให้ปรากฏมีขึ้นในตัวผู้เรียน เมื่อมีการเรียนสิ้นสุดลง วัตถุประสงค์ของการสอนจึงต้องเขียนในรูปพฤติกรรมของนักเรียนที่สามารถสังเกตและวัดได้ โดยจะต้องบรรยายให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถทำอะไรได้บ้างเมื่อการเรียนสิ้นสุดลง และต้องบรรยายเงื่อนไขของการสังเกตพฤติกรรมไว้ให้ชัดเจนว่า นักเรียนจะแสดงพฤติกรรมออกมาให้เห็นภายใต้เงื่อนไขอะไร ทั้งต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำลงไปด้วยว่าผลสำเร็จที่ต้องการนั้นเกณฑ์ขั้นต่ำควรอยู่แค่ไหนมากน้อยเพียงใด ความประสงค์ในการสอนของครูก็เพื่อให้เด็กเกิด “ความรู้” “ความเข้าใจ” “ความคิด” “ความสนใจ” “ความซาบซึ้ง” หรือ “ความนิยม” ปัจจุบันความก้าวหน้าทางโสตทัศนวัสดุที่ใช้เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนมีอยู่มากมาย ครูสอนซ่อมเสริมควรหาความรู้ และให้ความสนใจในเรื่องนี้เป็นพิเศษเพื่อปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นปัญหาของเด็กแต่ละคนจะต่างกัน วิธีสอนเด็กแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน แต่ความมากน้อยของเวลาในการสอนแต่ละครั้ง ไม่ควรเกิน 1 ชั่วโมง และไม่ควรน้อยกว่า 15 นาที

ในทางปฏิบัติผู้ทำการสอนเพื่อซ่อมเสริมส่วนมากที่ทำกันในห้องเรียน ก็คือครูประจำวิชา ดังนั้นการสอนจะดำเนินไปได้ดีหรือไม่เพียงไร จึงขึ้นอยู่กับตัวครูเองและผู้บริหารที่ตระหนักถึงความ

สำคัญและความจำเป็นในเรื่องนี้ ครูประจำวิชาจึงควรมีความรู้ในเรื่องการสอนซ่อมเสริมบ้าง การจัดบริการการสอนเพื่อซ่อมเสริมแต่ละโรงเรียนย่อมแตกต่างกันตามขนาดของโรงเรียน สภาพความพร้อมของครู และปัญหาของโรงเรียนในกรณีที่ครูมีน้อยในสภาพเช่นนี้ ถ้าได้ใช้สื่อทัศนูปกรณ์มาช่วยในการสอนซ่อมเสริมก็จะเป็นการลดภาระของครูไปได้อย่างมาก

ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นครูประจำวิชาที่มีหน้าที่ในการสอนซ่อมเสริมอยู่แล้วจึงได้คิดที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมาใช้กับการสอนเพื่อซ่อมเสริมประเภทการสอนซ่อม (Remedial Instruction) ซึ่งเป็นลักษณะของการสอนเป็นรายบุคคลหรือเป็นแบบกลุ่มย่อย ที่แยกจากชั้นเรียนปกติเพื่อช่วยแก้ไขนักเรียนที่สอบไม่ผ่านรายจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษจากครู เป็นการช่วยลดภาระในการสอนของครูลง และยังสามารถให้เด็กได้ศึกษาด้วยตัวเองตามความสนใจในส่วนที่ตนเองต้องศึกษา และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองอีกด้วย

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นับตั้งแต่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เข้ามามีบทบาท และเป็นที่ยอมรับกันในวงการศึกษา ในรูปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักการศึกษา นักวิชาการ ตลอดจนนักเทคโนโลยีทางการศึกษา ต่างให้ความสนใจต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างกว้างขวางโดยมุ่งศึกษาวิจัยเพื่อเพิ่มเติมประสิทธิภาพ วิธีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีคุณค่าต่อการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ซึ่งงานวิจัยต่าง ๆ มีทั้งงานวิจัยภายในประเทศและงานวิจัยในต่างประเทศ ได้แก่

4.4 งานวิจัยภายในประเทศ

ทนาย อภิชาติเสนีย์ (2529 : 36 – 39) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน 2 แบบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอธิบายด้วยเทปเสียงสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนแบบอธิบายด้วยตัวอักษร

วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต (2529 : 50) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีรัตนบุรี ปีการศึกษา 2529 จำนวน 60 คน พบว่า การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากครู

มานะ ออพานิช (2530 : 38) ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคลและเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน กลุ่มทดลอง 1 เรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มทดลอง 2 เรียนแบบรายบุคคลโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน พบว่าผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนแบบรายบุคคล และเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกัน

มาลินท์ อิทริส (2530) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้เรียนซ่อมเสริมโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนซ่อมเสริมวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้ระดับคะแนน 1 และ 0 จำนวน 14 คน โดยนักเรียนเรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่าทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังจากเรียนซ่อมเสริมแล้วแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่ภายหลังเรียนซ่อมเสริมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซ่อมเสริม

สันติ ม่วงปาน (2530 : 1) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนซ่อมเสริมในวิชาฟิสิกส์ และศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนซ่อมเสริม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเพศชายกับเพศหญิง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชาย 20 คน และนักเรียนหญิง 20 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนซ่อมเสริมสูงกว่า ก่อนเรียน ทั้งเพศหญิงและเพศชาย และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเพศหญิงสูงกว่าเพศชายทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนซ่อมเสริม

นิพนธ์ สุขปรีดี (2531 : 16 — 19) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยระบบการสอนปกติกับกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน และศึกษาเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทั้งหมด มีความแตกต่างกันและนักเรียนส่วนใหญ่พอใจการเรียนด้วยตนเองอย่างอิสระด้วยระบบคอมพิวเตอร์

วีระพงษ์ แสง — ชูโต (2532 : 4) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการสอนซ่อมเสริมวิชาเคมีโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง กรุงเทพฯ จำนวน 26 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมโดยการสุ่มอย่างง่ายแบบจับคู่คะแนน กลุ่มทดลองเรียนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมปกติ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ก่อนและหลังการทดลองของทั้ง 2 กลุ่ม และวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของผู้เรียนต่อการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความคิดเห็น เห็นด้วยกับการสอนซ่อมเสริม โดยใช้คอมพิวเตอร์ในระดับเห็นด้วยอย่างมาก ร้อยละ 100 ตามเกณฑ์การประเมินอย่างเบสส์

วิลาวรรณ ชาแท่น (2537 : 1) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเสริมความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไกมนุษย์ หน่วยการย่อยอาหาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเสริมความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง กลไกมนุษย์ หน่วยการย่อยอาหาร ของ

นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกัน และนักเรียนกลุ่มทดลองมีความเห็นด้วยต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนมาใช้ในการเสริมความรู้

4.5 งานวิจัยต่างประเทศ

โรว์แลนด์ (Rowland. 1986 : 780 — A) ได้ทำการวิจัยถึงผลรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและรูปแบบของการเรียนที่มีต่อความเข้าใจในความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษามหาวิทยาลัยวิชาเอกประถมศึกษาจำนวน 97 คน ทำการทดลองสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์กับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สอน จากนั้นจึงทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอนแต่กลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสอนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่ใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์และพบว่าการเรียนรู้เป็นรายบุคคลโดยใช้ CAI เหมาะสำหรับผู้ที่มีแรงจูงใจภายใน

เจคอช (Koch. 1973 : 28 — 29) ได้กล่าวถึงงานวิจัยของสมาคมครูใหญ่โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งชาติ และคณะกรรมการเทคโนโลยีทางการศึกษาของสหรัฐ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจโรงเรียนต่าง ๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจโรงเรียนต่าง ๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน พบว่าการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างรูปแบบและการจำลองสถานการณ์กำลังมีเพิ่มมากขึ้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา

✕ ฟรีดแมน (Friedman. 1974 : 799 - A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ของภาษาเบสิกมาใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่นิวยอร์ก บทเรียนนี้สร้างขึ้นโดยยึดตามวัตถุประสงค์ด้านเนื้อหา และตามวัตถุประสงค์ที่เป็นความต้องการของผู้เรียน ซึ่งเริ่มต้นเรียนสร้างขึ้นมา 5 หน่วย บทเรียนที่สร้างขึ้นนี้นำไปทดลองสอนกับนักเรียน พบว่าระยะแรก ๆ ผู้เรียนไม่ค่อยเข้าใจในบทเรียน แต่ในตอนท้ายนักเรียนมีความเข้าใจดีขึ้นมา นอกจากนี้บทเรียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ยังช่วยประหยัดเวลาเรียนไปได้อีก 3 — 4 สัปดาห์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและคุณค่าของการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน

ลิว (Liu. 1975 : 1411 — 1412 — A) ได้ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนโดยจัดตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาวิทยาลัยศิลปะที่เรียนวิชาฟิสิกส์ 3 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น ด้วยวิธีการปฏิบัติ ช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องเรียนไปแล้ว ทำให้เกิดความแม่นยำในหัวข้อที่เรียนจากการเรียนตามปกติ

✕ เดนซ์ (Dence. 1980 : 50 — 54) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1967 — 1978 พบว่า วิชาที่เหมาะสมและใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพคือวิทยาศาสตร์ บทเรียนที่เป็นแบบฝึกทักษะปฏิบัติและบทเรียนแบบสาขาจะให้ผลที่ดีกว่าแบบอื่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลย้อนกลับมากกว่าบทเรียนแบบโปรแกรมอื่น ๆ ทั้งยังให้ความเป็นเอกัตบุคคลได้มาก ผู้เรียนจะเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง และยังให้ผลดีเท่ากับการสอนแบบเดิม แต่จะให้ผลดียิ่งขึ้นถ้าใช้ร่วมกัน ทั้งยังประหยัดเวลาได้ถึงร้อยละ 40

แฟรงก์ (Franke. 1988 : 3066 - A) ได้ประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 การศึกษาครั้งแรกพบว่า กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้คะแนนเฉลี่ยในการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเล็กน้อย ส่วนการศึกษาครั้งที่สองพบว่า กลุ่มทดลองไม่ได้พัฒนาไปมากกว่ากลุ่มควบคุม ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า ความตั้งใจของนักเรียนที่จะใช้คอมพิวเตอร์สภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัวและวิธีการนำเสนอของบทเรียน เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถจะส่งผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แมค คูรี (MC Cury. 1988) ได้ศึกษาผลการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนในการฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระดับวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เรียนฟิสิกส์ทั่วไป กลุ่มทดลองจะฝึกและปฏิบัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ กลุ่มควบคุมฝึกและปฏิบัติจากการใช้อุปกรณ์ตามปกติภายในระยะเวลาเท่า ๆ กัน มีการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเมื่อจบบทเรียน ได้ข้อสรุปว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ฝึกและปฏิบัติโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า และกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์แตกต่างกัน

ไวเซอร์ (Wiser. 1988 : 124) ได้ศึกษาผลของการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องความแตกต่างของความร้อนและอุณหภูมิ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในมโนทัศน์เรื่องความร้อนและความแตกต่างระหว่างความร้อนและอุณหภูมิ นักเรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจะใช้เวลาในการทำความเข้าใจในมโนทัศน์เกี่ยวกับความร้อนน้อยกว่านักเรียนที่ไม่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน

คอร์ดेल (Cordell. 1989 : 1223 - A) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพโดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดบทวนเนื้อหา (Tutorial) แบบเส้นตรงและแบบสาขา พบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยการสอนไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้

✓ เคตติงเจอร์ (Kettinger. 1991) ได้ทำการศึกษาถึงความเหมาะสมในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในห้องเรียน ซึ่งพบว่าสามารถนำไปใช้ได้หลายกรณี เช่นใช้ในการนำเสนอข้อมูล ใช้ในการประกอบกับบทปฏิบัติการ ใช้ในการจำลองสถานการณ์ในวิชา เคมี ฟิสิกส์ และผลพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น มีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

✓ เลียร์ (Leary. 1995) ทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียแบบสถานการณ์จำลองทางการทดลองและเกมในการสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง การสันดาปและการเผาไหม้ ผลปรากฏว่าผู้เรียนสามารถเห็นภาพจำลองเหตุการณ์เหมือนของจริงในภาวะต่าง ๆ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย เรียนรู้ได้เร็วและปลอดภัยต่อการเรียนปฏิบัติการที่ไม่ต้องจุดไฟจริง ๆ หรือทำให้เกิดการสันดาปจริง

✓ ยัลซินัลปี (Yalcinalp. 1995) ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่องโมล ซึ่งเป็นเรื่องที่มีคนเข้าใจคลาดเคลื่อนเสมอ ผลการทดลองพบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน

ปลายมีความเข้าใจในเรื่องโมลต์ขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่ากลุ่มที่เรียนแบบการสอนปกติ รวมทั้งใช้เวลาในการเรียนน้อยลง

สรุปงานวิจัยข้างต้น พบว่าการที่นักเรียนสามารถเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ลดเวลาในการเรียนลงได้ และมีแนวโน้มที่จะเรียนเข้าใจได้มากกว่าการเรียนแบบปกติ จากงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีหลายรูปแบบ ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้รูปแบบคอมพิวเตอร์บทเรียนโปรแกรม (Tutorial) นำมาผสมกับการใช้การฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice) และแบบการทดสอบ (Testing) มาประยุกต์ในการนำเสนอเนื้อหา บทสรุป การทดลองความรู้เพิ่มเติม ให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” มีทั้งภาพและเสียงประกอบในบทเรียน มีบททดสอบวัดจุดประสงค์ในการเรียนรู้สามารถเลือกที่จะศึกษาและทดสอบจุดประสงค์ที่ต้องการได้ พร้อมทั้งแสดงผลการทดสอบให้ผู้เรียนทราบได้ทันที โดยรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่สร้างขึ้นนี้ได้คำนึงถึงคุณสมบัติที่มีความสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การสร้างความสนใจ การให้คำตอบในทันที อันเป็นลักษณะเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประกอบในการทำงานวิจัยชิ้นนี้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนหลัก 2 ขั้นตอน กล่าวคือ

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม
2. การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมกับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

ในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนย่อย 8 ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายพุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) คู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา วิธีสอน การวัดและประเมินผลของบทเรียน

2. กำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้จากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

3. วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้แยกเป็นหน่วยย่อย ๆ จากบทเรียนเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยแบ่งออกเป็น 6 จุดประสงค์ ดังนี้

3.1 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้

3.2 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้

3.3 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้

3.4 นักเรียนควรจะสามารถบอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้

3.5 นักเรียนควรจะสามารถจำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้

3.6 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้

4. นำจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้วิเคราะห์แล้วมาจัดทำแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ผู้วิจัยได้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทของบทเรียนการสอนทบทวน(Tutorial) แบบสอนซ่อมเสริมเนื้อหาบทเรียน การทดลอง เพื่อช่วยในการสรุปแนวความคิดของนักเรียน จากนั้นได้นำแผ่น

เรื่องราวที่จัดทำแล้วไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และความเหมาะสมของบทเรียนแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

5. นำแผ่นเรื่องราวที่ได้แก้ไขปรับปรุงเสร็จเรียบร้อยแล้ว มาเขียนเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยใช้โปรแกรมออดิเตอร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) แล้วให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และดร.สมปารัตนา วงศ์บุญหนัก ผู้เชี่ยวชาญด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำการประเมินผลและตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขในเรื่องของสีตัวอักษร รูปแบบการเคลื่อนไหวหรือการปรากฏของภาพ การปรากฏของตัวอักษร และตำแหน่งของการวางภาพ

6. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ที่ผ่านการตรวจจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโท ผู้เชี่ยวชาญ แก้ไขปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน โดยเลือกเด็กที่มีผลการเรียนเก่ง ปานกลาง และเรียนอ่อน จากนั้นนำส่วนที่บกพร่องมาแก้ไขปรับปรุง (ภาคผนวก ข ตาราง 23 หน้า 145)

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วมาทดลองอีกครั้งกับนักเรียนกลุ่มย่อย จำนวน 9 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยเด็กที่เรียนเก่ง ปานกลาง และเรียนอ่อน จากนั้นนำส่วนที่บกพร่องมาแก้ไขปรับปรุงเป็นครั้งสุดท้าย (ภาคผนวก ข ตาราง 24 หน้า 146)

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่แก้ไขปรับปรุงจนเสร็จสมบูรณ์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

การสร้างแบบประเมิน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น หนังสือเทคนิคการวิจัย และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมิน

2. ร่างข้อกระทงของแบบประเมินคุณภาพ

3. นำแบบประเมินฉบับร่างไปให้คณะกรรมการที่ควบคุมปริญญาโท ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา และแบบประเมินให้ครอบคลุมคุณภาพของเครื่องมือ

4. นำแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และวิชาฟิสิกส์ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบและประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยแบบประเมินที่สร้างขึ้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 114) โดยมีความหมายที่เป็นความคิดเห็นต่อข้อความที่กำหนด ดังนี้ (ภาคผนวก ข ตาราง 17 – 22 หน้า 133 - 144)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 5 คะแนน
เห็นด้วยมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เห็นด้วย	ให้คะแนน 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 1 คะแนน

5. นำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

6. พิจารณาผลการประเมินเป็นรายข้อว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ โดยใช้ค่าเฉลี่ยดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2541 : 63 – 64)

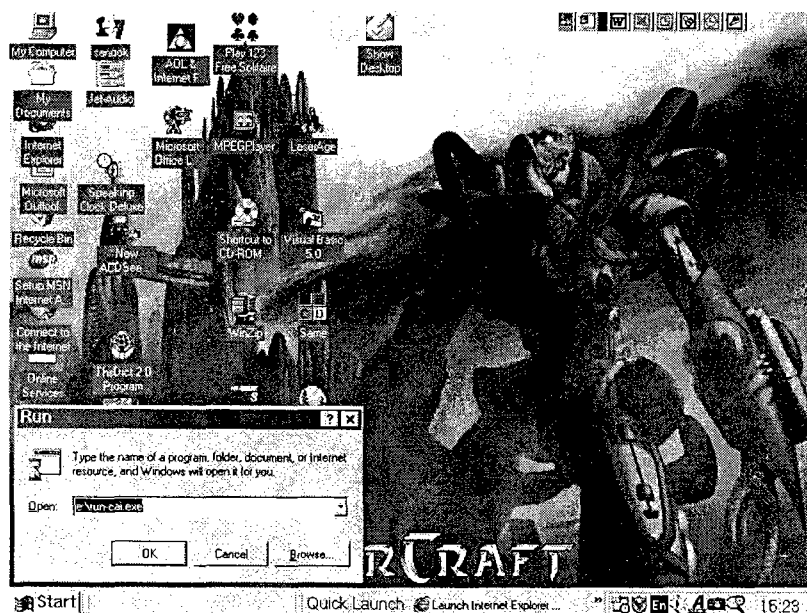
4.51 – 5.00	หมายถึง เครื่องมือมีความเหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง เครื่องมือมีความเหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง เครื่องมือมีความเหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง เครื่องมือมีความเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง เครื่องมือมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อความสะดวกต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้ ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม ซึ่งประกอบด้วย

1. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์
 - 1.1 CPU Pentium Processor
 - 1.2 หน่วยความจำ 16 เมกะไบต์ขึ้นไป (Ram 16 MB ขึ้นไป) แนะนำให้ใช้ที่ 32 MB
 - 1.3 แสดงผลที่ 640 X 480 จุด ที่ High Color 16 bit
 - 1.4 Sound Card และ CD – Rom Drive ขนาด 16 x หรือสูงกว่านี้
 - 1.5 ใช้โปรแกรม Windows 95 หรือ Windows 98
2. วิธีการใช้โปรแกรม วิธีที่ 1
 - 2.1 ใส่แผ่น CD – Rom ในช่อง CD Drive
 - 2.2 เลือกคำสั่ง Run ใน Start Menu จะปรากฏ Dialog box ขึ้นมา หน้าจอจะ

ปรากฏดังนี้



ภาพประกอบ 12 แสดงหน้าจอคำสั่ง Run

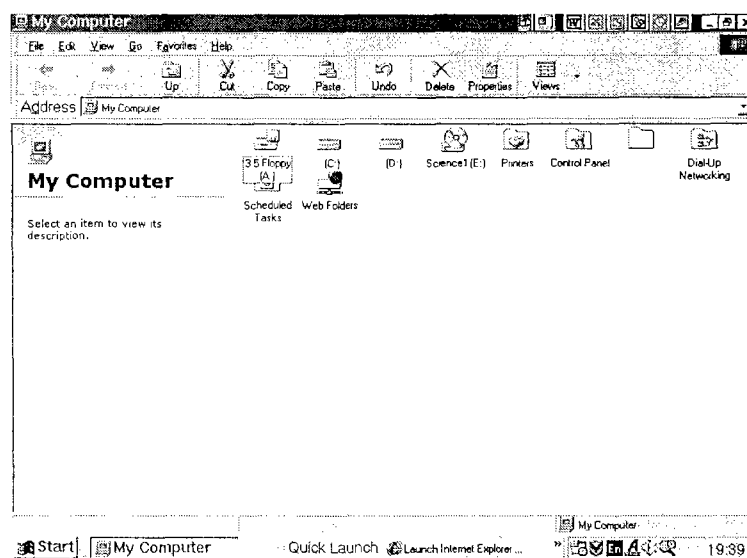
2.3 พิมพ์ชื่อ Drive ของ CD – Rom ตามด้วยไฟล์ Run – CAI .exe เช่นถ้า CD – Rom อยู่ใน Drive D : ให้พิมพ์ว่า D : \ Run – CAI .exe แล้วคลิกที่ปุ่ม OK

2.4 จากนั้นจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมการใช้งานได้ทันที

3. วิธีการใช้โปรแกรม วิธีที่ 2

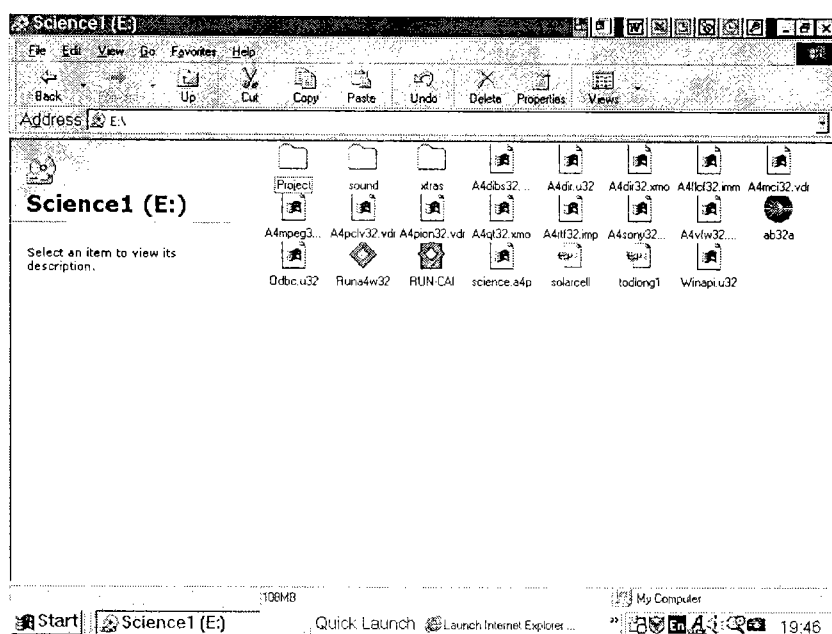
3.1 ใส่แผ่น CD – Rom ในช่อง CD Drive

3.2 ใช้เมาส์คลิกไปที่ My Computer หน้าจอจะปรากฏดังนี้



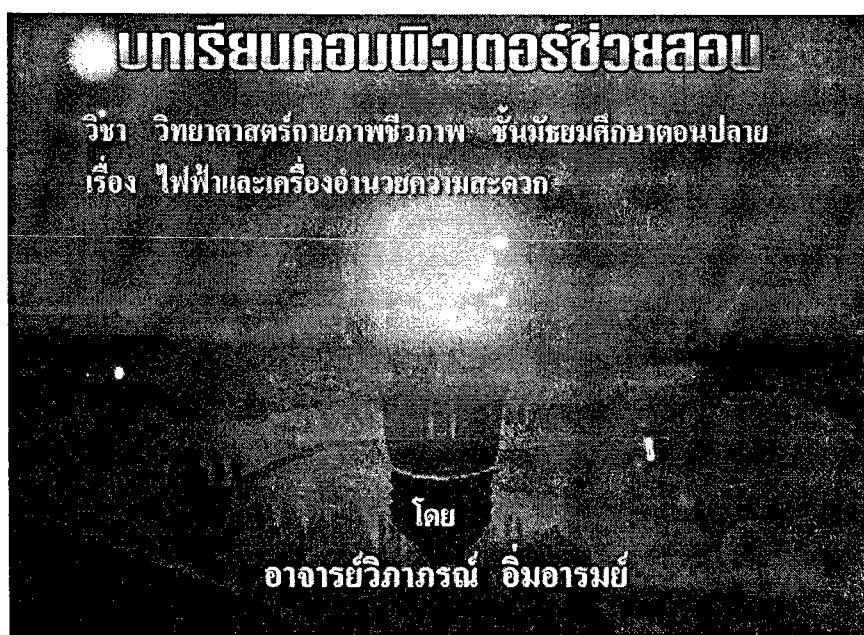
ภาพประกอบ 13 แสดงหน้าจอ My Computer

3.3 ใช้เมาส์คลิกเลือกไปที่ My Computer หน้าจอจะปรากฏดังนี้



ภาพประกอบ 14 แสดงหน้าจอ My Computer

3.4 เลือกคำสั่ง RUN- CAI หน้าจอจะปรากฏ



ภาพประกอบ 15 แสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม

3.5 จากนั้นจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมการใช้งานได้ทันที

การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ในการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมประกอบในการทดสอบรายจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่าง อย่างเจาะจงจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโปรแกรมศิลป์ โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” จากกลุ่มประชากรจำนวน 60 คน

ตาราง 1 แสดงจำนวนกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

	จุดประสงค์ ข้อที่ 1	จุดประสงค์ ข้อที่ 2	จุดประสงค์ ข้อที่ 3	จุดประสงค์ ข้อที่ 4	จุดประสงค์ ข้อที่ 5	จุดประสงค์ ข้อที่ 6
ประชากร (60 คน)						
กลุ่มตัวอย่าง	36	22	35	7	25	36

2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โดยใช้เวลาในคาบซ่อมเสริม คาบชุมนุม คาบโฮมรูม และเวลาว่าง เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน โดยใช้เวลาคาบละ 50 นาทีต่อวัน รวมทั้งหมด 15 คาบ

3. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม กับนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้แก่ ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ต่อการเรียนรู้ซ่อมเสริมของนักเรียน

4. การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและสอบหลัง (One – Group Pretest – Posttest Design) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 249)

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัย

T ₁	X	T ₂
----------------	---	----------------

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T ₁	แทน	การสอบก่อนที่จะจัดกระทำทดลอง (Pretest)
X	แทน	การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม
T ₂	แทน	การสอบหลังจากที่ได้จัดกระทำทดลอง (Posttest)

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” มีขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักการวัดผล วิธีสร้างแบบทดสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบและการเขียนข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาจุดประสงค์และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” จากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างให้มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์ ตามผลการวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้จำนวน 100 ข้อ

4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องด้านความเหมาะสมทางภาษา ความสอดคล้องของตัวเลือกกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด ความเที่ยงตรงของเนื้อหาและโครงสร้าง โดยใช้เกณฑ์ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยจำนวน 2 ใน 3 ท่าน ขึ้นไป

5. คัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ และปรับปรุงแก้ไขบางข้อตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสมุทรพิทยาคม กิ่งอำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่าง ที่เคยเรียนเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” มาแล้วจำนวน 100 คน

6. นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน เมื่อตรวจรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

6.1 หาความยากง่าย p (Difficulty Index) และค่าอำนาจจำแนก r (Discrimination Power) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้เทคนิค 27% แล้วเปิดตารางสำเร็จรูปของ จุง เตห์ ฟาน (Chung The Fan, 1952 : 6 – 32)

6.2 คัดเลือกข้อสอบที่มีความยาก (p) ระหว่าง .24 - .86 และค่าอำนาจจำแนก ค่า t ตั้งแต่ 1.75 – 8.23 ไว้จำนวน 80 ข้อ จากทั้งหมด 100 ข้อ ดังแสดงในตาราง 25 (ภาคผนวก ค.)

6.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR – 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson, 1939 : 681 – 687) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.87

7. นำผลการทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมรายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยใช้วิธีการทางสถิติพื้นฐานหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยใช้วิธีการทางสถิติทดสอบค่าที (t – test Dependent Sample)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบความสอดคล้องด้านเนื้อหา ด้านสื่อการเรียนการสอน ด้านการนำไปใช้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

1.1. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 137)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวนจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2538 : 143)

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	n	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
	x	แทน	คะแนนแต่ละคน

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้จากสูตร

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่ายของแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.2 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยแบ่งกลุ่มที่ได้คะแนนสูงและกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ จากนั้นทำการทดสอบค่า t จากสูตรของ เอ็ดเวิร์ด (ลัวน สายยศและอังคณา สายยศ. 2536 : 18 ; อ้างอิงจาก Edwards. 1957 : 152 – 154)

$$t = \frac{\overline{X}_H - \overline{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
	$\overline{X}_H$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	$\overline{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยคำนวณจากสูตร $KR - 20$ ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder and Richardson. 1939 : 681 – 687) ซึ่งใช้สูตรดังนี้

$$K - R_{20} = \frac{k}{k-1} \left| 1 - \frac{\sum pq}{st^2} \right|$$

เมื่อ	$K - R_{20}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกต้องในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
	st^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ $= \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}$
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 การทดสอบเกณฑ์ 80/80

โดย 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากนักเรียนทั้งกลุ่มที่ตอบคำถามท้ายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคิดเป็นร้อยละ 80 หรือสูงกว่า และคำนวณหาค่าได้จากสูตร (เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528 : 68)

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของการประเมินผลจากการตอบคำถามท้ายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการตอบคำถามท้ายบทเรียนระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของคำถามท้ายบทเรียนระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่ได้จากนักเรียนทั้งกลุ่มที่ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์รายจุดประสงค์การเรียนรู้หลังเรียนจบแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยคิดเป็นร้อยละ 80 หรือสูงกว่า และคำนวณหาค่าได้จากสูตร

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

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายจุดประสงค์การเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายจุดประสงค์การเรียนรู้
	N	แทน	จำนวนนักเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2 การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายจุดประสงค์ โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t – test (t – Dependent) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 104)

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

$$df = n - 1$$

เมื่อ	D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
	n	แทน	จำนวนคู่
	df	แทน	Degree of freedom

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” และนำไปใช้กับการสอนซ่อมเสริมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนนั้น ผลการวิจัยสามารถสรุปเป็นประเด็น 3 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการหาคุณภาพของบทเรียน
2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน
3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
SD	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
T	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาหา t – test
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอ ดังนี้

1. ผลการหาคุณภาพของบทเรียน

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาคุณภาพของบทเรียน โดยการหาค่าคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 - 6 ดังตาราง 3 – 4

ตาราง 3 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยรวมทั้ง 3 ด้าน ของ 6 จุดประสงค์การเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา	4.10	0.23	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน	3.97	0.08	เหมาะสมมาก
3. ด้านการนำไปใช้	4.23	0.48	เหมาะสมมาก
โดยภาพรวม	4.23	0.35	เหมาะสมมาก

จากตาราง 3 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยภาพรวมทั้ง 3 ด้านของ 6 จุดประสงค์การเรียนรู้ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านการนำไปใช้ ด้านเนื้อหา และ ด้านสื่อการเรียนการสอน

ตาราง 4 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	3.80	0.55	เหมาะสมมาก
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็น กลุ่มได้	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
2.6 ความชัดเจนของเสียง	3.60	1.14	เหมาะสมมาก
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	3.60	0.55	เหมาะสมมาก
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.10 การใช้ภาษา	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	5.00	0	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้..	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำ ได้สะดวก	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก

จากตาราง 4 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อย ตามลำดับดังนี้ ด้านการนำไปใช้ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน

ตาราง 5 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.6 ความชัดเจนของเสียง	3.40	1.14	เหมาะสมปานกลาง
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.10 การใช้ภาษา	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้..	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำ ได้สะดวก	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก

จากตาราง 5 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2 โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านการนำไปใช้ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน

ตาราง 6 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.00	0	เหมาะสมมาก
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
2.6 ความชัดเจนของเสียง	3.40	1.14	เหมาะสมปานกลาง
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	3.00	0	เหมาะสมปานกลาง
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	3.60	0.89	เหมาะสมมาก
2.10 การใช้ภาษา	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	3.60	0.45	เหมาะสมมาก
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	3.60	0.45	เหมาะสมมาก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้..	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำ ได้สะดวก	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก

จากตาราง 6 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านการนำไปใช้ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน

ตาราง 7 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.00	0	เหมาะสมมาก
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
2.6 ความชัดเจนของเสียง	3.40	1.14	เหมาะสมปานกลาง
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.60	0.45	เหมาะสมมาก
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	3.60	0.45	เหมาะสมมาก
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.10 การใช้ภาษา	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

ตาราง 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	4.60	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้..	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำ ได้สะดวก	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

จากตาราง 7 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านการนำไปใช้ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน

ตาราง 8 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.00	0	เหมาะสมมาก
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
2.6 ความชัดเจนของเสียง	3.40	1.14	เหมาะสมปานกลาง
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	3.40	0.71	เหมาะสมปานกลาง
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.10 การใช้ภาษา	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	3.80	0.45	เหมาะสมมาก

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	3.60	0.45	เหมาะสมมาก
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้..	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำ ได้สะดวก	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

จากตาราง 8 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านการนำไปใช้ และด้านสื่อการเรียนการสอน

ตาราง 9 แสดงคะแนนเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านเนื้อหา			
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	4.00	0	เหมาะสมมาก
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
ด้านเนื้อหาโดยรวม	4.20	0.45	เหมาะสมมาก
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน			
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	4.00	0.71	เหมาะสมมาก
2.6 ความชัดเจนของเสียง	3.20	0.55	เหมาะสมปานกลาง
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	3.40	0.71	เหมาะสมปานกลาง
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	3.60	0.89	เหมาะสมมาก
2.10 การใช้ภาษา	4.00	0	เหมาะสมมาก
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม	4.00	0	เหมาะสมมาก

ตาราง 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
3. ด้านการนำไปใช้			
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	3.80	0.84	เหมาะสมมาก
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	3.80	0.45	เหมาะสมมาก
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	4.80	0.55	เหมาะสมมากที่สุด
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้..	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำ ได้สะดวก	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	4.20	0.84	เหมาะสมมาก
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	4.40	0.55	เหมาะสมมาก

จากตาราง 9 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 โดยรวมทั้ง 3 ด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก เมื่อแยกเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านอยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยค่าเฉลี่ยเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านการนำไปใช้ ด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียน

ขั้นที่ 1 เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพกับรายบุคคล โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผ่านการตรวจจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างแบบหนึ่งต่อหนึ่ง จำนวน 3 คน จากนั้นนำข้อสรุปจากแบบสอบถามมาแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและดูชัดเจนยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 2 เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม กับกลุ่มเล็ก โดยนำสื่อที่ปรับปรุงแล้วจากขั้นตอนที่ 1 ไปทดลองใช้กับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่มีใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน เพื่อดูผลการเรียนและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมจากการวิเคราะห์ผลของแบบสอบถาม

ขั้นที่ 3 เป็นการนำสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อดูผลการเรียนและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมเพื่อวิเคราะห์คะแนนของการทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อตามเกณฑ์ 80 / 80 รวมทั้ง 6 จุดประสงค์การเรียนรู้ ปรากฏผลดังนี้คือ

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 คือ 89.44 / 80.75

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2 คือ 92.73 / 86.71

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 คือ 86.28 / 81.81

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 คือ 88.57 / 88.27

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 คือ 89.60 / 83.50

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 คือ 89.72 / 81.00

แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินผลก่อนและหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ มาหาค่า t (t -test) ดังแสดงตามตาราง 10 – 15

ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนการทดลอง	36	6.03	3.91	-21.03*
หลังการทดลอง	36	12.92	0.77	
$t_{(.01; df 35)} = -2.457$				* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 10 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 หลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่เชื่อถือได้

ตาราง 11 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนการทดลอง	22	3.86	0.99	-33.39 *
หลังการทดลอง	22	12.14	0.77	
$t_{(.01 ; df 21)} = -2.518$				* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 11 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2 หลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่เชื่อถือได้

ตาราง 12 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนการทดลอง	35	7.91	2.70	-12.34 *
หลังการทดลอง	35	13.09	1.14	
$t_{(.01 ; df 34)} = -2.457$				* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 12 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 หลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่เชื่อถือได้

ตาราง 13 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนการทดลอง	7	2.86	0.69	-26.30 *
หลังการทดลอง	7	9.71	0.76	
$t_{(.01; df 6)} = -3.143$				* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 13 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 หลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่เชื่อถือได้

ตาราง 14 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนการทดลอง	25	4.52	1.69	-20.52 *
หลังการทดลอง	25	11.32	2.38	

$t_{(.01; df 24)} = -2.492$

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 14 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 หลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่เชื่อถือได้

ตาราง 15 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนการทดลอง	36	2.19	0.92	-19.26 [*]
หลังการทดลอง	36	5.67	0.68	
$t_{(.01; df 35)} = -2.457$				* มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตาราง 15 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 หลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมมีประสิทธิภาพสูงเป็นที่เชื่อถือได้

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ผู้วิจัยสรุปวิธีการศึกษาค้นคว้าและผลการศึกษาค้นคว้า รวมทั้งข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่าง อย่างเจาะจงจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโปรแกรมศิลป์ โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” จากกลุ่มประชากรจำนวน 60 คน ได้กลุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 7 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 5 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 25 คน จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 6 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” คู่มือการใช้ และแบบทดสอบ

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สร้างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปออดิโธร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) โดยลักษณะของบทเรียนเป็นแบบผสมของบทเรียนการสอนทบทวน (Tutorial) และบทเรียนฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นบทเรียนที่มีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหา การทดลอง แบบทดสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน นักเรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาที่ต้องการได้ หรือย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิม มีการให้ผลย้อนกลับ (Feed back) โดยทันทีเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน นักเรียนสามารถเรียนด้วยตนเองโดยการศึกษาคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์และบทเรียน (เอกสารประกอบ ภาคผนวก ง.)

2.2 แบบทดสอบ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ในเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" ประกอบด้วยแบบทดสอบแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ รวมทั้งหมด 80 ข้อ

3. การสร้างและการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

3.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตร เนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปออดิโธร์แวร์ เวอร์ชัน 4.0 (Authorware Version 4.0) และนำบทเรียนที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบและประเมินคุณภาพสื่อเพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงก่อนนำไปทดลองใช้

3.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ทำการแก้ไขปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาทำการตรวจสอบประสิทธิภาพเป็นรายบุคคล กลุ่มเล็ก และทดลองใช้ โดยแต่ละขั้นที่ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพจะปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้กรรมการตรวจสอบ ทำให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 ที่กำหนดไว้

4. วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง ตามขั้นตอน ดังนี้

4.1 ให้นักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำแบบทดสอบก่อนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามรายจุดประสงค์การเรียนรู้ที่นักเรียนสอบไม่ผ่าน

4.2 ดำเนินการสอนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาในการสอนซ่อมเสริมทุกวัน โดยใช้เวลาคาบละ 50 นาทีต่อวัน รวมทั้งหมด 15 คาบ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ควบคุม

4.3 หลังจากทำการสอนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายแบบเรียนในแต่ละรายจุดประสงค์การเรียนรู้

4.4 ทำการทดสอบหลังจากนักเรียนใช้บทเรียน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบก่อนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

4.5 นำคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” มาตรวจผลการทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยใช้สูตร $E_1 : E_2$ ของเสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ก่อนและหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม โดยใช้วิธีการทางสถิติทดสอบค่าที่ ($t - test$ Dependent Sample)

สรุปผลการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพโดยภาพรวม อยู่ในเกณฑ์ 89.39 / 83.67 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริมได้เป็นอย่างดี

เมื่อพิจารณาแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 89.44 / 80.75 ตามที่กำหนดไว้

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้มีประสิทธิภาพ อยู่ในเกณฑ์ 92.73 / 86.71 ตามที่กำหนดไว้

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3 นักเรียนควรจะสามารถสรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 86.28 / 81.81 ตามที่กำหนดไว้

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4 นักเรียนควรจะสามารถบอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไฟใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 88.57 / 88.27 ตามที่กำหนดไว้

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5 นักเรียนควรจะสามารถจำแนกประเภทและอธิบายหลักการการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 89.60 / 83.50 ตามที่กำหนดไว้

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6 นักเรียนควรจะสามารถอธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้ มีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 89.72 / 81.00 ตามที่กำหนดไว้

2. จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม สูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียนซ่อมเสริม ทั้ง 6 จุดประสงค์การเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” มีประสิทธิภาพช่วยให้นักเรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

อภิปรายผล

จากผลการวิจัย การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนซ่อมเสริมได้เป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยสามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่สร้างขึ้นได้ผ่านการตรวจ และผ่านการประเมินจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและคณะผู้เชี่ยวชาญทุกจุดประสงค์ ผู้วิจัยได้มีการพัฒนาแก้ไขอย่างเป็นระบบ มีการปรับปรุงและหาประสิทธิภาพจนได้ผลตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด บทเรียนมีเนื้อหาที่ละเอียดครบถ้วนตามหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ สามารถพัฒนาและให้ผลการเรียนรู้ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการสอนตามคู่มือครู จากผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมโดยภาพรวมมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 89.39 / 83.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจเป็นผลจากเนื้อหาของบทเรียนตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ทดสอบเป็นการอธิบายเนื้อหาด้วยตัวอักษร รูปภาพ ถ้าหากผู้เรียนไม่เข้าใจหรือยังไม่เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาตอนต้น ๆ ก็สามารถเรียนซ้ำ แล้วมีการตรวจสอบเพื่อดูว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือยัง โปรแกรมจะมีแบบฝึกหัด แบบทดสอบ มีการตรวจให้คะแนน ในขณะที่เรียนก็จะมีคำชมเชย คล้าย ๆ กับการเรียนกับครูตัวต่อตัว (อรพันท์ ประสิทธิ์รัตน์, 2530 : 5) ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของสมบุญ บวรศิริรักษ์, (2537 : 61) ทำการสังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและเทคนิคการวิเคราะห์เมตต้า พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่อผู้เรียนและครูผู้สอนเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะผู้เรียนเหมาะสำหรับการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนั้นยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของบาร์เร็ต (Barrett, 1998 : 402) ที่พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น แรงกระตุ้นในการสอนและการเรียนของครูและนักเรียน และช่วยให้นักเรียนเข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น จึงพอสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพใช้ในการสอนซ่อมเสริมได้

2. การเรียนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" ของนักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น เนื่องจากการสอนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ทำให้บรรยากาศในการเรียน การสอนไม่เคร่งเครียด มีการนำเสนอบทเรียนด้วยภาพและอักษรที่มีสีสันสวยงาม รวมทั้งการปรากฏของภาพ และตัวอักษรหรือการเคลื่อนไหว ทำให้นักเรียนมีความสนใจและสนุกสนานในการเรียน นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์โดยปราศจากความกลัว นักเรียนมีความสบายใจไม่ต้องเผชิญกับครู นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถทบทวนด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละคน สามารถเปิดเรียนซ้ำได้ถ้าไม่เข้าใจ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของจันทนา บุญยาภรณ์ (2539 : 55) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจากการทดสอบหลังการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้อง กับผลการวิจัยของชนิษฐา โชคลือชา (2530 : บทคัดย่อ) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้โปรแกรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยหลังจากใช้โปรแกรมนักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรม

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ครูควรแนะนำและชี้แจงการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียนให้เข้าใจเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาและความยุ่งยากในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภายหลัง
2. ในการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนสามารถศึกษาเนื้อหาเป็นกลุ่มได้ เพื่อจะได้ช่วยกันคิดวิเคราะห์ ซักถามในเนื้อหาบางส่วนที่ยากได้
3. ครูผู้สอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" ไปใช้ในคาบการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" หรือในเนื้อหาบางรายวิชาที่มีเนื้อหาสอดคล้องกัน เช่น ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง พลังงานกับชีวิต เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เพื่ออาจใช้แทนการสอนของครูในบางกรณี เช่น ครูผู้สอนไปราชการ ครูผู้สอนลา ซึ่งจะช่วยแบ่งเบาภาระงานของครูได้บ้าง
4. ขณะที่นักเรียนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ครูควรอยู่ดูแล คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ และแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างเรียน และจะได้เป็นการสังเกต พฤติกรรมในขณะที่เรียนของนักเรียนด้วย
5. ควรมีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมในเนื้อหาหรือรายวิชาอื่นไว้เพื่อสอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนที่สอบไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้หรือมีข้อบกพร่องในช่วงเวลาพักกลางวัน ช่วงเวลาหลังเลิกเรียน หรือในช่วงสอนซ่อมเสริม

6. ควรมีความร่วมมือกันของคณะครู อาจารย์และผู้สนใจที่จะพัฒนาการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงหลักการทางด้านจิตวิทยา การเรียนรู้ จุดประสงค์ในการสร้าง และผลที่จะเกิดกับตัวนักเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของครูผู้สอนและก่อให้เกิดประโยชน์กับผู้เรียน

7. การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ผลิตไว้แล้ว เพราะช่วยลดงบประมาณ เวลา และช่วยลดข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมได้ด้วย

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง"ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" โดยศึกษาตัวแปรในด้านอื่น ๆ เช่น เจตคติต่อการสอนซ่อมเสริม ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสนใจทางวิทยาศาสตร์

2. ควรศึกษากับเนื้อหาเดียวกันนี้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบอื่น ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง เป็นต้น

3. ควรศึกษาวิจัยในระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

4. ควรมีการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทางด้านต่าง ๆ ที่อาจจะส่งผลแก่นักเรียน เช่น ด้านร่างกาย ด้านจิตใจ ด้านอารมณ์ และด้านสังคม เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ.กรมวิชาการ. (2536). หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- . (2533). การประเมินคุณภาพการศึกษาโรงเรียนมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา ปีการศึกษา 2531. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา.
- กมลธร สิงห์ปुरु. (2541). การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปรินญา นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2536). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรินติ้ง.
- เกียรติ จิระมานะพันธ์. (2536). การจำลองแบบทางคอมพิวเตอร์ของเครื่องไฟฟ้าเหนี่ยวนำ. วิทยานิพนธ์ คอ.ม. (ไฟฟ้าอุตสาหกรรม). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- ขนิษฐา ชานนท์. (2532, เมษายน – มิถุนายน). “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน,” เทคโนโลยีการศึกษา. 1(1) : 7 – 13 .
- ขนิษฐา โชคหล่อชัย. (2530). การใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวินิจฉัยและแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ช่างอุตสาหกรรมเรื่องการเคลื่อนที่. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย. (2525). ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. ม.ป.พ.
- จันทนา บุญยาภรณ์. (2539, ธันวาคม). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ช่วงโชติ พันธุเวช. (2534, กันยายน – ตุลาคม). “บทเรียนคอมพิวเตอร์,” จันทรเกษม. (217) : 16 – 24 .
- . (2535). “การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์,” เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่อง คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. เอกสารหมายเลข 10 หน้า 1 – 16. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ถ่ายเอกสาร.
- ชูศักดิ์ เพรสคอร์ท. (2534, พฤษภาคม – สิงหาคม). “วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์และการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาในประเทศไทย,” สุขุขทัยธรรมมาธิราช. 4(2) : 17 – 26.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2537). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทักษิณา สวานานนท์. (2529, กันยายน). "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI," *คอมพิวเตอร์รีวิว*. 3(32) : 56 – 67 .
- . (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ : องค์การคำคุณสุภา.
- ทนาย อภิชาติเสนีย์. (2529). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 แบบ*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นัยนา สีนะธรรม. (2536). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.* ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- นิตยา กาญจนวรรณ. (2526). "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *รวมคำแหง*. 9(1) : 78 – 85.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2526, กันยายน – ตุลาคม). *ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. คณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยการศึกษาสหประชาชาติ. 15 : 40 – 49 .
- . (2531, มิถุนายน – กรกฎาคม). "คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน," *ส.ค.พ.ท. คอมพิวเตอร์*. 15(78) : 24 – 28.
- บุญเกื้อ คอรรหาเวช. (2542). *เอกสารประกอบการสอนแบบโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร*.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2532). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย*. มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- . (2532). *การวิจัยเบื้องต้น*. มหาสารคาม : ภาควิชาพื้นฐานของการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2524). *คู่มืออาจารย์ : การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : การพิมพ์พระนคร.
- ประกายวรรณ มณีแจ่ม. (2536). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และตามคู่มือครูของ สสวท.* ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิตร ชูศิลป์. (2524). "หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แบบใหม่," *เอกสารนิเทศการศึกษา*. ฉบับที่ 238. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์.

- ปาริชาติ แก่นสำโรง. (2541). ผลของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง “หญิงและชาย” โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ ต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2527). การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : เอช.เอ็น การพิมพ์.
- . (2527). ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2535). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิทักษ์ ศีลรัตน์. (2529, ตุลาคม – ธันวาคม). “คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน,” สสวท. 14(4) : 13 – 16 .
- . (2536, สิงหาคม). “CAI เบื้องหลังการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน,” ส.ค.พ.ท. คอมพิวเตอร์. 15(79) : 20 .
- ไพโรจน์ ตีรณนากุล. (2528). ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2511). ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมนอกชั้นเรียนกับผลการเรียนของนิสิต ชั้นปีที่ 3. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร ปีการศึกษา 2510. วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร.
- . (2523). การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบุลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- มนัสวี พยัคฆนันท์. (2536). “วิทยาศาสตร์ก้าวไกล : การพัฒนาคุณภาพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,” วิทยจารย์. 91(1) : 66 – 68 .
- มานะ ออพานิช. (2530). ผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนแบบรายบุคคลและการเรียนแบบกลุ่มโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ปรินุญานินท์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มาลินท์ อธิธิรส. (2530). การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2536). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัดผลและวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- /เย็น ภู่วรรณ. (2529, มีนาคม - เมษายน). “การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน,” จันทรเกษม. (189) : 1 – 10 .

- . (2531, กุมภาพันธ์). “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน,” *ไมโครคอมพิวเตอร์*. (36) : 120 – 127.
- วสันต์ อติศัพท์. (2526). *การผลิตรายการโทรทัศน์การศึกษา*. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- . (2530, กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม). “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน,” *ศึกษาศาสตร์*. 3(9) : 75 – 89.
- วาทิต มีสนุ่น. (2533). *การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2524, มีนาคม – เมษายน). “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน,” *จันทร์เกษม*. (159) : 4 – 11.
- . (2525, กันยายน). “คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน,” *วิทยบริการ*. 4(1) : 67 - 76 .
- วารี ว่องพินัยรัตน์. (2530). *การสร้างข้อทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาทดสอบและการวิจัยการศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนสุนันทา สหวิทยาลัยรัตนโกสินทร์.
- วินัย เลิศเกษมสันต์. (2542). *การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง “แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์สร้างสถานการณ์จำลองประกอบชุดการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิลาวรรณ ชาแท่น. (2537). *ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวน เรื่องกลไกมนุษย์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วิมล ดำริห์ศิลป์. (2533). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสร้างและทดสอบแบบจำลองทฤษฎี กับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู*. ปรินญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วิบูล เขมรังษฤษฎ์. (2533). *อุปกรณ์ส่งจ่ายไฟฟ้าการออกแบบและระบบป้องกัน*. โครงการสนับสนุนเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สภาคสมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย ญี่ปุ่น).
- วีระศักดิ์ สุนทรวิภาต. (2530). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

- วีระพงษ์ แสงชูโต. (2530). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์จากการเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ คม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ศิริชัย สงวนแก้ว. (2534, กุมภาพันธ์). "แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *คอมพิวเตอร์รีวิว*. (78) : 173 - 179 .
- ศรียา นิยมธรรม และประภัสร นิยมธรรม. (2526). การสอนซ่อมเสริม(การสอนเพื่อบรรเทาการ Remedial Teaching), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ศรีศักดิ์ จามรมาน. (2535). "การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน," เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน เอกสารหมายเลข 1. หน้า 2 – 3. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง. ถ่ายเอกสาร.
- สกุลรัตน์ พ่วงเดช. (2529). ผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพโดยใช้อุปกรณ์ทดแทน กับอุปกรณ์แบบของ สสวท. เรื่อง โลก และดวงดาว กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2531, มกราคม – มีนาคม). "เทคนิคการออกแบบเรียน แบบTutorial โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," *วารสารครุศาสตร์*. 16 : 75 – 89 .
- . (2531). สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์กับการศึกษา. โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2524). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล.
- . (2538). "สรุปสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของหลักสูตร พ.ศ. 2530 – 2538 ," *วารสาร สสวท*. 6(10) : 4 – 5.
- สันติ ม่วงปาน. (2530). การพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สุมิตร คุณานุกร. (2518). *หลักสูตรและการสอน*. กรุงเทพฯ : กรุงเทพมหานครพิมพ์. 259 หน้า.
- สมควร ศรีภูสิตโต. (2539). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรายบุคคลและแบบร่วมมือ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2539). เอกสารคำสอนวิชา กว.571 ประชุมปฏิบัติการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- ✓ สมชัย ชินะตระกูล. (2531). "การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์," คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. หน้า 29 – 43 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- ✓ สมชาย ทยานง. (2526). คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน. ครุศาสตร์. หน้า 52 – 53.
- ✓ สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2537). เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการออกแบบเสนอผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการทดลอง กับการสอนตามคู่มือครู. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ ———. (2541, มกราคม). การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ด. สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมบุญ บวรศิริรักษ์. (2539). การสังเคราะห์งานวิจัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหาและเทคนิคการวิเคราะห์เมตาดา. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมยุทธ์ แก้วกระจาก. (2539). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาสรีรวิทยาเรื่องระบบการขับถ่ายปัสสาวะสำหรับนักศึกษาพยาบาล. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ✓ .สมหวัง พิชยานุวัฒน์. (2532, มกราคม – มิถุนายน). "สู่การศึกษายุคใหม่", ครุศาสตร์. 17(3- 4) : 2 – 6 .
- ✓ เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. (2525). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายเอกสาร
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2541). ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับสื่อการสอน. ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ✓ อรพันธ์ ประสิทธิรัตน์. (2530). คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทกราฟแมนเพรส จำกัด.
- . (2530). คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. เอกสารคำสอน วิชาคอมพิวเตอร์ 424 คบ, .คม, Ed.D.

- Alessie, S.M. and Trollip, S.R. (1985). *Computer – Based Instruction Methods and Development*. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice – Hall.
- Barrett, Joan B. (1998, August). "An Investigation Study into the Effectiveness of Using Computer – Aided Instruction (CAI) as a Laboratory Component of College – Level Biology," *Dissertation Abstracts International*. 59(02) : 402.
- X Dence, Marie. (1980, May). "Toward Defining the Role of CAI," *Education Technology*. 20(5) : 50 – 54.
- Franke, R.J. (1988, June). "An Evaluation of a Computer – Assisted Instruction Program in Seventh Grade Mathematics," *Dissertation Abstracts International*. 48(12) : 3066 – A.
- X Friedman, Lucille T. (1974, August). "Programmed Lesson in RPG computer Programming for New York City High School Seniors," *Dissertation Abstracts International*. 35(2) : 799 – A.
- Gange, R.M. (1965). *The Psychological Basic of Science – A Crocess Approach*. AAAS Miscellaneous Publication ,
- Gagne, Robert M. and Briggs, Leslie J. (1974). *Principles of Instructional Design*. 3rd ed. New York : Holt , Rinehart and Winston .
- . (1979). *Principles of Instructional Design*. 2nd ed. New York : Holt' Rinehart and Winston .
- Hall, Keith A. (1982) "Computer - Based Education," *In Encyclopedia of Education Research*. Edited by Harold E Mitzel. V.1 p. 353 – 363. New York : Free Press,
- X Hannafin , Michael J. and Peck, Kyle L. (1988). *The Design , Development , and Evaluation of Instructional Software*. New York .
- X Klausmeier , H. J, and Goodwin, W. (1966). *Learning and Human Abilities* 2nd ed, N.Y. : Harper and Row.
- X Kettinger, W.J. (1991, August). "Computer Classrooms in Higher Education An Innovation in Teaching," *Educational Technology*. 31(8) : 36 – 43.
- X Koch, Warren J. (1973, March). "Basic about using Computer in Instruction," *The Education Digest*. 38 : 28 – 31.
- Leary, J.J. (1995). *Computer Simulated Laboratory Experiments and Computer Games : A Designer' s Analysis*, Proceedihg of The Sixth IFIP World Conference on Computer in Education. Great Britain.
- Liu, H.C. (1975, March). "Computer – Assisted Instruction in Teaching College Physics," *Dissertation Abstracts International*.

Lockard, J. , Abrams, P.D. and Many, W.A.(1987). *Microcomputers for Educators*.

Boston : Little , Brown and Company .

Mc Curry, E.N. (1988, November). "The Effects of Microcomputer Drill and Practice on Achievement and Attitude in General Physics Class at a Two Year Liberal Arts College," *Dissertation Abstracts International*. p 49.

Otto, W ., Mc Menemy , R.A. and Smith, R.J.(1973) *Corrective and Remedial Teaching* Boston.

Rowland, A. Westley. (1986). *Hand Book of institutional advancement*. San Francisco : Jossey – Bass. Higher education series.

✓ Spencer , Donald D. (1982). *What Computers can do*. 2nd ed, Ormond Beach, Fla : Camelot.

Turner, Gwendolyn Yonne. (1983, December). "A Comparison of Computer – Assisted Instruction and a Programmed Instructional Booklet in Teaching Selected Phonics Skill to Preservice Teacher," *Dissertation Abstracts International*. 44 : 1750 – A .

Wade, Wilna Jean. (1995, September). "The Effects of Traditional Instruction Laboratory Experiences, and Computer – Assisted Instruction on Ninth – Grade Biology Students Science Process Skill Achievement," *Proquest – Dissertation Abstracts*. 56(30 : 816).

Wiser, M. (1988, July). "the Differentiation of Heat and Temperature : Evaluation of the Effect of Microcomputer Teaching on Student ' Misconception," *Resource in Education*.

Yalcinalp, S., Geban, O. and Ozgan, L. (1995, November). "Effectiveness of using Computer Assisted Supplementary Instruction for Teaching The Mole Concept," *Journal of Research in Science Teaching*. 32(10) : 1083 – 1095.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
- ตัวอย่างหนังสือขอความอนุเคราะห์
- จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง
“ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”
- ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือเพื่อทำปริญานิพนธ์

1. ดร.สมปรรธนา วงศ์บุญหนัก
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา
3. อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ
หมวดวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสมุทรพิทยาคม จังหวัดสมุทรปราการ
4. อาจารย์สมกิจ กิจพูนวงศ์
อาจารย์ประจำสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
5. อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง
ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ โรงเรียนหลวงพ่อบานคลองด่านอนุสรณ์ จ. สมุทรปราการ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. ๕๓๒๖, ๕๖๔๖

ที่ ทม ๑๐๑๒/๑๒๔

วันที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๔๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาววิภาภรณ์ อิ่มอารมย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาภรณ์ อิ่มอารมย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม ๑๐๑๒/ ๑๕๖



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท ๒๓ กรุงเทพฯ ๑๐๑๑๐

๑๐ มกราคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมราชรังสฤษฎิ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาววิภาภรณ์ อิมอารย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาภรณ์ อิมอารย์ ซึ่งจะประกอบเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๖๖๔-๑๐๐๐ ต่อ ๕๓๒๖, ๕๖๔๔

โทรสาร. ๒๕๕-๔๑๑๕

ที่ ทม ๑๐๑๒/ ๑๒๓/



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท ๒๓ กรุงเทพฯ ๑๐๑๑๐

๑๐ มกราคม ๒๕๕๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสมุทรพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาววิภากรณ์ อัมมารมย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์คร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ณฤมล ศิริเจริญ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภากรณ์ อัมมารมย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๖๖๔-๑๐๐๐ ต่อ ๕๖๒๖, ๕๖๔๔

โทรสาร. ๒๕๘-๔๑๑๕



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว โทร. ๕๗๒๖, ๕๖๔๖

ที่ ทม ๑๐๑๒/๑๖๔

วันที่ ๑๐ มกราคม ๒๕๔๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการสำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา

เนื่องด้วย นางสาววิภากรณ์ อิ่มอารมย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สมกิจ กิจพูนวงศ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภากรณ์ อิ่มอารมย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ทม ๑๐๑๒/ ๑๒๘



บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท ๒๓ กรุงเทพฯ ๑๐๑๑๐

๑๐ มกราคม ๒๕๔๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหลวงพ่อบานคลองด่านอนุสรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นางสาววิภาภรณ์ อิ่มอารมย์ นิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์สวัสดิ์ ทรัพย์บุญ และ อาจารย์ ดร.มนัส บุญประกอบ เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาววิภาภรณ์ อิ่มอารมย์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ศาสตราจารย์ ดร.เสริมศักดิ์ วิศาลาภรณ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๖๖๔-๑๐๐๐ ต่อ ๕๖๒๖, ๕๖๔๔

โทรสาร. ๒๕๘-๔๑๑๕

จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก” เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้
 - 1.1 จำแนกชนิดและสรุปหลักการการทำงานของแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้
 - 1.2 อธิบายหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะได้
 - 1.3 อธิบายหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดได้
 - 1.4 สรุปหลักการผลิตไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้
 - 1.5 อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ เซลล์สุริยะ เซลล์เชื้อเพลิง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
2. สรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้
 - 2.1 อธิบายหลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบพลังน้ำและพลังความร้อน พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรงไฟฟ้าได้
 - 2.2 บอกผลกระทบอันเนื่องมาจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้
3. สรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้
 - 3.1 สรุปขั้นตอนที่สำคัญในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้ได้
 - 3.2 บอกปัจจัยสำคัญที่ทำให้การส่งพลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
 - 3.3 อธิบายหน้าที่ส่วนประกอบและหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
 - 3.4 อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ ขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิ สายมีตักย์ สายดิน สายกลาง สายส่งไฟฟ้าแรงสูง
4. บอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้
 - 4.1 อธิบายแผนผังของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายภายในบ้านได้
 - 4.2 เลือกใช้อุปกรณ์ภายในบ้านได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย
 - 4.3 อธิบายหลักการต่อสวิตช์ทางเดียวและสองทางในวงจรไฟฟ้าได้
5. จำแนกประเภทและอธิบายหลักการการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้
 - 5.1 จำแนกประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดพร้อมทั้งอธิบายหลักการการทำงานอย่างง่ายได้
 - 5.2 อธิบายหลักการการทำงานของวงจรหลอดวาแวงได้
 - 5.3 อธิบายหลักการการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิอย่างง่าย โดยใช้สมบัติในการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่บางชนิดได้
 - 5.4 สรุปวิธีควบคุมความเร็วของมอเตอร์อย่างง่ายได้
 - 5.5 คำนวณค่าไฟจากการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้
6. อธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้
 - 6.1 สรุปสาเหตุบางประการที่จะทำให้เกิดอันตรายจากการใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
 - 6.2 อธิบายผลของกระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านร่างกายและวิธีการปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับอันตรายจากไฟฟ้าได้

ตาราง 16 แสดงการวิเคราะห์พฤติกรรมที่พึงประสงค์ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
เรื่อง “ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก”

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่พึงประสงค์		
	รู้ - จำ	เข้าใจ	นำไปใช้
1. อธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้ (ข้อ 1 – 20)	4	12	4
1.1 จำแนกชนิดและสรุปหลักการการทำงานของแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้	-	2	2
1.2 อธิบายหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะได้	2	1	-
1.3 อธิบายหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในขดลวดได้	1	3	1
1.4 สรุปหลักการผลิตไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้	-	3	-
1.5 อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ เซลล์สุริยะ เซลล์เชื้อเพลิง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรงและกระแสสลับ	1	3	1
2. สรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนได้ (ข้อ 21 – 35)	2	10	3
2.1 อธิบายหลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบพลังน้ำและพลังความร้อน พร้อมทั้งยกตัวอย่างโรงไฟฟ้าได้	2	7	1
2.2 บอกผลกระทบอันเนื่องมาจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้	-	3	2
3. สรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้ (ข้อ 36 – 55)	5	11	4
3.1 สรุปขั้นตอนที่สำคัญในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้ได้	-	1	-
3.2 บอกปัจจัยสำคัญที่ทำให้การส่งพลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	-	-	1
3.3 อธิบายหน้าที่ส่วนประกอบและหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้	1	4	1

ตาราง 16 (ต่อ)

จุดประสงค์การเรียนรู้	พฤติกรรมที่พึงประสงค์		
	รู้ - จำ	เข้าใจ	นำไปใช้
3.4 อธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ ขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิ สายมีดักย์ สายดิน สายกลาง สายส่งไฟฟ้าแรงสูง	4	6	2
4. บอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้ (ข้อ 56 – 68)	1	5	7
4.1 อธิบายแผนผังของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายภายในบ้านได้	-	1	2
4.2 เลือกใช้อุปกรณ์ภายในบ้านได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย	-	4	3
4.3 อธิบายหลักการต่อสวิตช์ทางเดียวและสองทางในวงจรไฟฟ้าได้	1	-	2
5. จำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดได้ (ข้อ 69 – 92)	1	12	11
5.1 จำแนกประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดพร้อมอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายได้	-	2	1
5.2 อธิบายหลักการทำงานของวงจรหลอดวาแวแสงได้	1	3	2
5.3 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิอย่างง่าย โดยใช้สมบัติในการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่บางชนิดได้	-	4	1
5.4 สรุปวิธีควบคุมความเร็วของมอเตอร์อย่างง่ายได้	-	1	4
5.5 คำนวณค่าไฟจากการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้	-	2	3
6. อธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้ (ข้อ 93 – 100)	1	3	4
6.1 สรุปสาเหตุบางประการที่จะทำให้เกิดอันตรายจากการใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	-	2	1
6.2 อธิบายผลของกระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านร่างกายและวิธีการปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับอันตรายจากไฟฟ้าได้	1	1	3

แบบทดสอบวัดจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก"

จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1 อธิบายหลักการอย่างง่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดได้ (แหล่งพลังงานไฟฟ้า)

1. พลังงานที่อยู่ในถ่านไฟฉาย คือพลังงานชนิดใด
 - ก. พลังงานกล
 - ข. พลังงานเคมี
 - ค. พลังงานไฟฟ้า
 - ง. พลังงานความร้อน
2. เมื่อนำถ่านไฟฉายจากวิทยุเครื่องหนึ่งไปใช้กับวิทยุอีกเครื่องหนึ่ง ปรากฏว่าไม่มีเสียงสาเหตุน่าจะเป็นเพราะเหตุใด
 - ก. ความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
 - ข. ไม่มีความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า
 - ค. ขั้วไฟฟ้าถ่ายเทไฟฟ้าจนหมด
 - ง. เกิดโพลาริเซชัน
3. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์สุริยะ
 - ก. เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
 - ค. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน
 - ง. เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
4. เซลล์สุริยะประกอบด้วยแผ่นวัตถุกึ่งตัวนำประกอบกันกี่ชนิด
 - ก. 1 ชนิด ข. 2 ชนิด
 - ค. 3 ชนิด ง. 4 ชนิด
5. ส่วนประกอบที่สำคัญที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในไดนาโมคืออุปกรณ์ชุดใด
 - ก. แท่งเหล็ก ขดลวด
 - ข. ขดลวด แอมมิเตอร์
 - ค. ขดลวด แท่งแม่เหล็ก
 - ง. แท่งแม่เหล็ก แอมมิเตอร์ ขดลวด
6. ข้อใดมีใช้ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อยของไดนาโม
 - ก. จำนวนรอบของขดลวด
 - ข. ขนาดของขดลวด
 - ค. จำนวนแท่งแม่เหล็ก
 - ง. ความเร็วในการเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กหรือขดลวด

7. หลักการผลิตพลังงานไฟฟ้าของไดนาโม ข้อใดต่อไปนี้เป็นกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้น
 - ก. เคลื่อนที่ขดลวดและแท่งแม่เหล็กเข้าหากัน
 - ข. เคลื่อนที่ขดลวดและแท่งแม่เหล็กออกจากกัน
 - ค. เคลื่อนที่ขดลวดและแท่งแม่เหล็กไปในทิศทางเดียวกันด้วยความเร็วเท่ากัน
 - ง. เคลื่อนที่ขดลวดและแท่งแม่เหล็กไปในทิศทางเดียวกันด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากัน
8. ผลที่ได้จากฟิวเอลเซลล์ คือ
 - ก. น้ำ
 - ข. พลังงานไฟฟ้า และน้ำ
 - ค. พลังงานไฟฟ้า
 - ง. ไฮโดรเจน และออกซิเจน
9. ข้อใดไม่เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
 - ก. ขณะที่แท่งแม่เหล็กหยุดนิ่งในขดลวด
 - ข. ขณะดึงแท่งแม่เหล็กออกจากขดลวด
 - ค. ขณะเคลื่อนที่ขดลวดเข้าหาแท่งแม่เหล็ก
 - ง. ลดจำนวนรอบของขดลวดแล้วสอดแท่งแม่เหล็กเข้าไปในขดลวด
10. อุปกรณ์ใดแสดงการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์
 - ก. เตาสूरียะ
 - ข. แวนชยาย
 - ค. เซลล์สุริยะ
 - ง. เครื่องกลั่นน้ำพลังแสงแดด
11. สารที่ทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรดของเซลล์ไฟฟ้าเคมี ชนิดประจุไฟใหม่ได้ ได้แก่
 - ก. สังกะสี และทองแดง
 - ข. แคดเมียม และนิเกิลออกไซด์
 - ค. แกรไฟต์ และสังกะสีออกไซด์
 - ง. โพรแตสเซียมไฮดรอกไซด์ และสังกะสีออกไซด์
12. ข้อใดเป็นลักษณะของเซลล์ไฟฟ้าชนิดประจุไฟใหม่ได้
 - ก. ให้กำลังไฟสูง
 - ข. มีอายุการใช้งานไม่จำกัด
 - ค. ความต้านทานภายในสูง
 - ง. ใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด
13. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะใช้หลักการใด
 - ก. แสงสว่างทำให้เกิดความต้านทานที่แปรเปลี่ยน
 - ข. แสงสว่างทำให้เกิดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าบนเซลล์สุริยะ
 - ค. ความร้อนทำให้เกิดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าบนเซลล์สุริยะ
 - ง. รังสีอัลตราไวโอเลตในแสงแดดทำให้เกิดความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าบนเซลล์สุริยะ

14. กระแสเหนี่ยวนำจะเริ่มมากขึ้นจนถึงมากที่สุดเมื่อใด
1. ระนาบขดลวด เคลื่อนที่ตัดตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก
 2. ระนาบขดลวด เคลื่อนที่ขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก
 3. ระนาบขดลวด เคลื่อนที่ผ่านแนวระดับไปแล้ว
 4. ระนาบขดลวด เคลื่อนที่ผ่านแนวตั้งไปแล้ว
- ก. 1 และ 3 ข. 2 และ 3
ค. 1 และ 4 ง. 2 และ 4
15. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าในข้อใด ที่จะไม่ทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- ก. เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ
ข. เซลล์ไฟฟ้าเคมี เซลล์เชื้อเพลิง
ค. เซลล์ไฟฟ้าเคมี เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ
ง. เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์สุริยะ เซลล์แห้งที่ประจุไฟใหม่ได้
16. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี
- ก. เซลล์สุริยะจัดเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่ง
ข. มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ อิเล็กโทรด และอิเล็กโตรไลต์
ค. ประกอบด้วยแผ่นโลหะที่แตกต่างกัน 2 ชนิดคือ ฟอสฟอรัส กับซิลิกอน
ง. แบตเตอรี่ จัดเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ได้จากการนำเซลล์หลาย ๆ เซลล์ต่อกันแบบขนาน

จุดประสงค์ข้อที่ 2 สร้างขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับ

ชุมชน (การผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชน)

17. ข้อใดเป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบพลังน้ำ
 - ก. พลังงานจลน์ → พลังงานศักย์ → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า
 - ข. พลังงานศักย์ → พลังงานจลน์ → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า
 - ค. พลังงานกล → พลังงานศักย์ → พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า
 - ง. พลังงานศักย์ → พลังงานกล → พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า
18. โรงไฟฟ้าที่ไม่ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงเผาไหม้ให้กลายเป็นไอน้ำไปหมุนไดนาโม คือข้อใด
 - ก. โรงไฟฟ้าพลังตีเซล
 - ข. โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ
 - ค. โรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์
 - ง. โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน
19. การผลิตกระแสไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ มีขั้นตอนการเปลี่ยนพลังงานตอนใดที่เหมือนกัน
 - ก. พลังงานความร้อน → พลังงานไฟฟ้า
 - ข. พลังงานศักย์ → พลังงานไฟฟ้า
 - ค. พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า
 - ง. พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า

20. การสร้างเขื่อนเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้ามีผลอย่างไร
- ทำให้เกิดแหล่งชุมชนขนาดใหญ่
 - ทำให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มมากขึ้น
 - เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาและใช้เป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำ
 - สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ปริมาณคงที่ตลอดปีและมีน้ำพอใช้ในการเกษตร

21. โรงไฟฟ้าชนิดใดที่ไม่มีในประเทศไทย

- โรงไฟฟ้าพลังน้ำ
- โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อน
- โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

22. การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังน้ำมีข้อดีหลายประการคือข้อใดต่อไปนี้

- ไม่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงในการผลิต
- เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมน้อย
- ผลิตกระแสไฟฟ้าได้สม่ำเสมอตลอดปี
- มีผลพลอยได้จากการสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำ

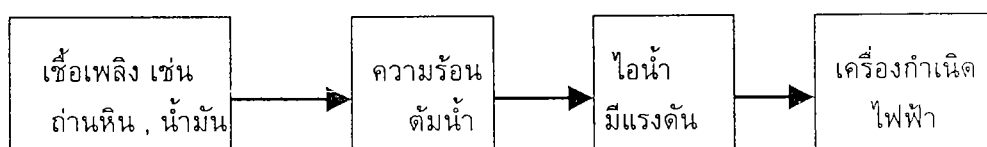
คำตอบข้อใดถูกต้อง

- 2 และ 3
- 1 , 2 และ 4
- 2 , 3 และ 4
- 1 , 2 , 3 และ 4

23. ขั้นตอนการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบพลังน้ำเรียงตามลำดับดังนี้

- น้ำจากเขื่อน ท่อส่งน้ำ กังหัน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ท่อส่งน้ำ น้ำจากเขื่อน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กังหัน
- กังหัน ท่อส่งน้ำ น้ำจากเขื่อน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ท่อส่งน้ำ กังหัน น้ำจากเขื่อน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

24. จากแผนภาพ เป็นขั้นตอนการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าแบบใด



- พลังความร้อน
- กังหันก๊าซ
- พลังไอน้ำ
- ดีเซล

25. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซ ได้ถูกต้อง

- เชื้อเพลิง → อากาศถูกอัด → เกิดระเบิดแรงดัน → หมุนกังหัน → ไดนาโม
- เชื้อเพลิง → เกิดระเบิดแรงดัน → อากาศที่ถูกอัด → หมุนกังหัน → ไดนาโม
- เชื้อเพลิง → อากาศที่ถูกอัด → หมุนกังหัน → เกิดระเบิดแรงดัน → ไดนาโม
- เชื้อเพลิง → เกิดระเบิดแรงดัน → หมุนกังหัน → อากาศที่ถูกอัด → ไดนาโม

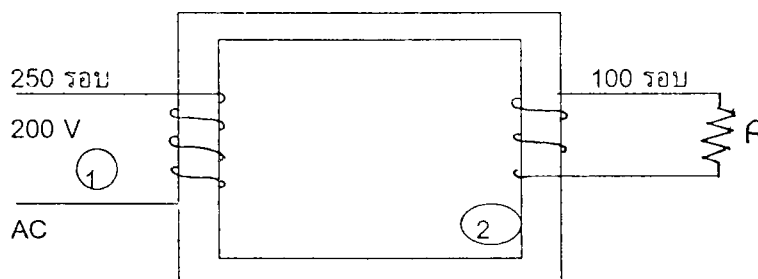
26. จุดมุ่งหมายสำคัญของการผลิตไฟฟ้าระบบพลังความร้อนร่วมคืออะไร
- ประหยัดเวลา
 - เกิดมลภาวะน้อย
 - ให้พลังงานไฟฟ้ามาก
 - ใช้เชื้อเพลิงอย่างคุ้มค่า
27. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังดีเซลได้ถูกต้อง
- เชื้อเพลิง → เกิดระเบิด → อัดอากาศ → ลูกสูบเคลื่อนที่ → ไดนาโม
 - เชื้อเพลิง → อัดอากาศ → ลูกสูบเคลื่อนที่ → เกิดระเบิด → ไดนาโม
 - เชื้อเพลิง → อัดอากาศ → เกิดระเบิด → ลูกสูบเคลื่อนที่ → ไดนาโม
 - เชื้อเพลิง → อัดอากาศ → ลูกสูบเคลื่อนที่ → เกิดระเบิด → ไดนาโม
28. การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบใด เหมาะสำหรับบ้านที่อยู่ในชนบท
- พลังดีเซล
 - พลังไอน้ำ
 - พลังความร้อนร่วม และพลังน้ำ
 - พลังกังหันก๊าซ และพลังความร้อน
29. จากปฏิกิริยานิวเคลียร์ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้อย่างไร
- ใช้เดินเครื่องยนต์นิวเคลียร์
 - ให้นิวเคลียสสลายตัวเป็นกระแสไฟฟ้า
 - ใช้พลังงานจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ทำให้เกิดพลังไอน้ำ
 - เปลี่ยนพลังงานจากการแตกตัวของนิวเคลียสเป็นพลังงานไฟฟ้า
30. กระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังงานนิวเคลียร์ มีการเปลี่ยนรูปพลังงานตามลำดับขั้นตอนดังนี้
- พลังงานนิวเคลียร์ → (A) → พลังงานจลน์ → (B) → พลังงานไฟฟ้า
- จากขั้นตอนข้างบน (A) , (B) คือข้อใดตามลำดับ
- พลังงานเคมี พลังงานศักย์
 - พลังงานศักย์ พลังงานความร้อน
 - พลังงานความร้อน พลังงานกล
 - พลังงานเคมี พลังงานกล

จุดประสงค์ข้อที่ 3 สรุปขั้นตอนการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ได้
(การส่งพลังงานไฟฟ้า)

31. กระแสไฟฟ้าจากโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าจะต้องผ่านอุปกรณ์ใดก่อนที่จะเข้ามาใช้ภายในบ้านตามลำดับ
- สะพานไฟ มาตรการไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า
 - มาตรการไฟฟ้า สะพานไฟ หม้อแปลงไฟฟ้า
 - หม้อแปลงไฟฟ้า มาตรการไฟฟ้า สะพานไฟ
 - มาตรการไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า สะพานไฟ
32. สิ่งที่น่าพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหรือโรงงานอุตสาหกรรม คือ
- สายไฟฟ้า
 - กระแสไฟฟ้า
 - ตัวนำไฟฟ้า
 - คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
33. หลักของหม้อแปลงไฟฟ้าเหมือนกับไดนาโมในข้อใด
- ให้ไฟฟ้ากระแสสลับ
 - เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - เกิดการตัดของเส้นแรงแม่เหล็กกับขดลวด
 - เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าจากน้อยให้เป็นมากได้
34. หลักของหม้อแปลงขึ้นคือข้อใด
- จำนวนขดลวดปฐมภูมิมากกว่าขดลวดทุติยภูมิ
 - จำนวนขดลวดปฐมภูมิน้อยกว่าขดลวดทุติยภูมิ
 - จำนวนขดลวดปฐมภูมิเท่ากับขดลวดทุติยภูมิ
 - ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง
35. ขดลวดปฐมภูมิ หมายถึง
- ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในหม้อแปลง
 - ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านออกจากหม้อแปลง
 - ขดลวดที่พันอยู่ภายในหม้อแปลง
 - ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้า
36. ขดลวดทุติยภูมิ หมายถึง
- ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในหม้อแปลง
 - ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านออกจากหม้อแปลง
 - ขดลวดที่พันอยู่ภายในหม้อแปลง
 - ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้า

37. สมบัติของสายไฟฟ้าที่ดี คือ
- ควรมีความต้านทานมาก
 - ควรมีความต้านทานน้อย
 - ควรมีจุดหลอมเหลวต่ำ
 - ควรมีความยาวมาก
38. สายไฟที่ใช้ตามบ้านเรือนทั่วไปมีศักย์ไฟฟ้าเท่าใด
- 110 โวลต์
 - 220 โวลต์
 - 330 โวลต์
 - 360 โวลต์
39. เพราะเหตุใดสายไฟภายในบ้านจึงใช้ลวดทองแดง
- มีความทนทาน
 - มีความต้านทานต่ำ
 - เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ยืดหยุ่นได้
 - มีราคาถูกกว่าโลหะเงินและมีความต้านทานสูง
40. สายกลางในวงจรไฟฟ้า หมายถึง
- สายที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์
 - สายที่มีศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์
 - สายที่ต่อออกมาจากมาตรไฟฟ้า
 - สายที่ต่อจากส่วนเปลือกของเครื่องใช้ไฟฟ้า
41. สายไฟฟ้าแรงสูงทำด้วยโลหะชนิดใด
- ทองแดง
 - เหล็ก
 - อะลูมิเนียม
 - นิโครม
42. เพราะเหตุใดสายส่งไฟฟ้าแรงสูงจึงไม่มีฉนวนหุ้ม
- ไม่มีการรั่วของกระแสไฟฟ้า
 - ระบายความร้อนได้ดี
 - เปลือกหุ้มจะทำให้ความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น
 - ลดค่าใช้จ่ายเพราะเปลือยหรือมีฉนวนหุ้มมีผลเท่ากัน
43. ข้อความใด ไม่ถูกต้อง
- สายไฟแรงสูงมีขนาดใหญ่เพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถเคลื่อนที่ไประยะทางไกล ๆ ได้
 - สายไฟที่เดินไว้ 3 สายจะมีกระแสไฟฟ้าที่มีศักย์ไฟฟ้าสูง ได้เพียง 2 สายเท่านั้น
 - สายไฟแรงสูง เป็นสายเปลือยเพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย และระบบถ่ายเทความร้อนดี
 - ขนาดสายไฟแรงสูงใหญ่กว่าสายไฟธรรมดา

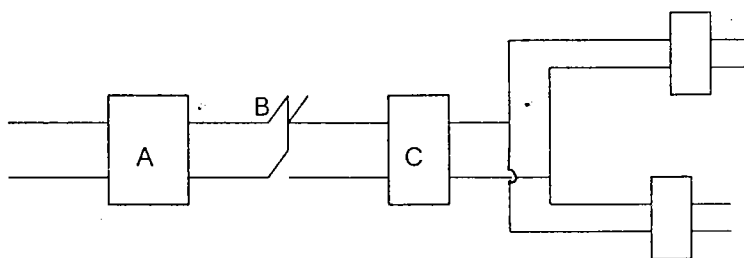
44. ในการจัดส่งกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าเข้าไปยังบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรมต่างกันอย่างไร
- กระแสไฟฟ้าถูกส่งเข้าโรงงานอุตสาหกรรม จะมีความถี่สูงกว่าเข้าบ้าน
 - ที่สถานีไฟฟ้าย่อยจะเพิ่มศักย์ไฟฟ้าที่จะส่งไปยังโรงงานอุตสาหกรรมแต่จะลดเมื่อเข้าสู่บ้าน
 - ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ออกจากโรงไฟฟ้าเพื่อส่งไปยังโรงงานอุตสาหกรรมจะมีค่าสูงกว่าเข้าบ้าน
 - ความต่างศักย์ที่ผ่านหม้อแปลงก่อนเข้าโรงงานจะถูกแปลงให้มีความต่างศักย์สูงกว่าเข้าบ้าน
45. ถ้าต้องการแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าจาก 250 โวลต์ มาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า 750 โวลต์ จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ ต่อ ปฐมภูมิ ในข้อใด จึงจะส่งผลให้เครื่องใช้ไฟฟ้างดงามมีประสิทธิภาพสูงสุด
- 1 : 3
 - 3 : 1
 - 1 : 30
 - 10 : 300
46. จากรูปที่กำหนดให้ ขดลวดที่ 2 จะมีความต่างศักย์เท่าใด



- 20 โวลต์
- 80 โวลต์
- 125 โวลต์
- 500 โวลต์

จุดประสงค์ข้อที่ 4 บอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้
(การใช้พลังงานไฟฟ้า)

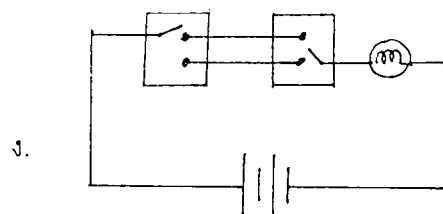
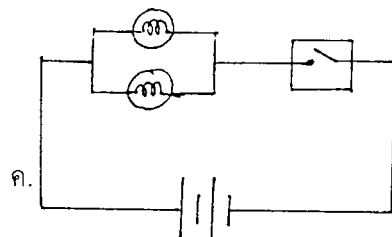
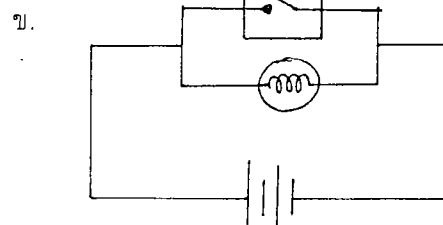
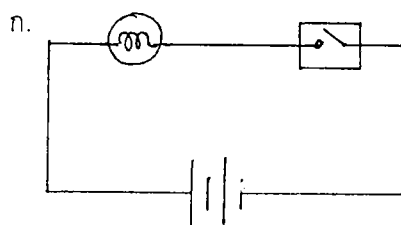
47.



จากภาพการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน A B และ C คืออะไรตามลำดับ

- ก. สะพานไฟ ฟิวส์ สวิตช์
 - ข. มาตรฐานไฟฟ้า สะพานไฟ ฟิวส์
 - ค. มาตรฐานไฟฟ้า ฟิวส์ สวิตช์
 - ง. สะพานไฟ มาตรฐานไฟฟ้า สวิตช์
48. อุปกรณ์ไฟฟ้าในข้อใดต่อเข้าในวงจรไม่ถูกต้อง
- ก. สวิตช์ - ต่อแบบอนุกรม
 - ข. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน - ต่อแบบขนาน
 - ค. ฟิวส์ - ต่อแบบขนาน
 - ง. มาตรฐานไฟฟ้า - ต่อแบบอนุกรม
49. ข้อใดกล่าวได้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับสะพานไฟ
- ก. ใช้เป็นตัวควบคุมวงจรไฟฟ้าของมาตรฐานไฟฟ้า
 - ข. ใช้เป็นตัวควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้า
 - ค. ใช้เป็นตัวควบคุมการทำงานของสวิตช์
 - ง. ใช้เป็นตัวควบคุมวงจรไฟฟ้ารวมในบ้าน
50. สัญลักษณ์ของสวิตช์ คือ
- ก.
 - ข.
 - ค.
 - ง.

51. การใช้สวิตช์ 2 ทางกับหลอดไฟฟ้าเพื่อเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าควรติดตั้งไว้ที่ใดจึงจะเหมาะสมที่สุด
- ห้องน้ำ
 - ห้องนอน
 - ห้องรับแขก
 - บริเวณบันไดบ้าน
52. ข้อใดเป็นขั้นตอนการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน
- ฟิวส์ มาตรการไฟฟ้า สะพานไฟรวม สะพานไฟย่อย เตารับ ข้อแยก
 - มาตรการไฟฟ้า สะพานไฟรวม ฟิวส์ สะพานไฟย่อย ข้อแยก เตารับ
 - มาตรการไฟฟ้า สะพานไฟย่อย ฟิวส์ ข้อแยก สะพานไฟรวม เตารับ
 - สะพานไฟรวม ฟิวส์ มาตรการไฟฟ้า ข้อแยก สะพานไฟย่อย เตารับ
53. ข้อใดแสดงค่าตัวเลข บนอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่ถูกต้อง
- สวิตช์ 220 V 3 A
 - สะพานไฟ 240 V 20 A
 - เตารับ 110 V 5 A
 - หลอดไฟ 220 V 10 A
54. สวิตช์อัตโนมัติมีการทำงานต่างจากคัทเอาท์ อย่างไร
- ตัดวงจรได้ด้วยตนเอง
 - ไม่มีข้อแตกต่าง
 - เป็นการตัดวงจรเพียงสายเดียว
 - เป็นการตัดวงจรทั้งสองสาย
55. การต่อสวิตช์ในวงจรข้อใด ไม่ถูกต้อง



56. ถ้าใช้เครื่องซักผ้า 1500 วัตต์ หลอดไฟ 60 วัตต์ 2 หลอด ตู้เย็น 650 วัตต์ และเครื่องปั่นน้ำผลไม้ 450 วัตต์พร้อมกัน โดยเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดต่อกับความต่างศักย์ 200 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์เท่าใดและควรใช้ฟิวส์ขนาดใด
- 12.6 A 15 A
 - 12.3 A 15 A
 - 13.6 A 15 A
 - 13.2 A 15 A
57. ถ้านำไขควงวัดไฟไปตรวจศักย์ไฟฟ้าของเต้ารับชนิด 2 รู ควรจะพบว่าศักย์ไฟฟ้าเป็นอย่างไร
- ทั้งสองรูเป็นสายมีศักย์
 - รูหนึ่งเป็นสายกลาง อีกรูเป็นสายดิน
 - รูหนึ่งเป็นสายมีศักย์ อีกรูเป็นสายดิน
 - รูหนึ่งเป็นสายมีศักย์ อีกรูเป็นสายกลาง

จุดประสงค์ข้อที่ 5 จำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด
ได้ (เครื่องใช้ไฟฟ้า)

58. การต่อวงจรเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านควรต่อแบบใด
- แบบอนุกรม
 - แบบขนาน
 - แบบผสม
 - แบบใดก็ได้
59. สตาร์ทเตอร์ทำหน้าที่อย่างไรในวงจรหลอดวาวแสง
- จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับไส้หลอด
 - เหนี่ยวนำให้ได้กระแสไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น
 - เพิ่มความต่างศักย์ไฟฟ้าให้ได้มากกว่าเดิม
 - เป็นสวิตช์อัตโนมัติให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจร
60. หลอดวาวแสงสว่างได้เนื่องจาก
- อิเล็กตรอนวิ่งชนอะตอมของปรอทแล้วให้พลังงานแสงสว่าง
 - แสงที่เปล่งออกมาเนื่องจากการชนกันเองระหว่างอะตอมของปรอทซึ่งบรรจุอยู่ในหลอด
 - อิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจากไส้หลอดกระทบสารเรืองแสงที่ฉาบบนผนังหลอดทำให้สารนั้นเปล่งแสง
 - รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เกิดขึ้นกระทบสารเรืองแสงที่ฉาบบนผนังหลอดทำให้สารนั้นเปล่งแสง
61. ข้อใดไม่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
- เตารีด
 - พัดลม
 - หม้อหุงข้าว
 - เตาปิ้งขนมปัง

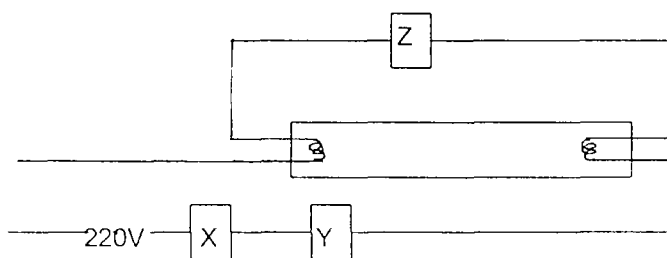
62. มอเตอร์เป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานอย่างไร

- ก. พลังงานกล $\longrightarrow$ พลังงานศักย์
 ข. พลังงานจลน์ $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า
 ค. พลังงานกล $\longrightarrow$ พลังงานไฟฟ้า
 ง. พลังงานไฟฟ้า $\longrightarrow$ พลังงานกล

63. ข้อใดทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามาก

- ก. นำขดลวดที่มีจำนวนรอบ 45 รอบ หมุนตัดกับสนามแม่เหล็กที่มีแรงขั้ว 60 กำลังขั้วเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 55 รอบ / วินาที
 ข. นำขดลวดที่มีจำนวนรอบ 50 รอบ หมุนตัดกับสนามแม่เหล็กที่มีแรงขั้ว 60 กำลังขั้วเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 40 รอบ / วินาที
 ค. นำขดลวดที่มีจำนวนรอบ 40 รอบ หมุนตัดกับสนามแม่เหล็กที่มีแรงขั้ว 80 กำลังขั้วเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 รอบ / วินาที
 ง. นำขดลวดที่มีจำนวนรอบ 50 รอบ หมุนตัดกับสนามแม่เหล็กที่มีแรงขั้ว 80 กำลังขั้วเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 60 รอบ / วินาที

64. X Y และ Z ในวงจรของหลอดเรืองแสงแทนอุปกรณ์ใด



- ก. สวิตช์ บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์
 ข. บัลลาสต์ สตาร์ทเตอร์ สวิตช์
 ค. สวิตช์ สตาร์ทเตอร์ บัลลาสต์
 ง. บัลลาสต์ สวิตช์ สตาร์ทเตอร์

65. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. กระแสไฟฟ้าผ่านไส้หลอด
2. เกิดรังสีอัลตราไวโอเล็ต
3. หลอดวาบแสงเปล่งแสงสว่าง
4. อิเล็กตรอนวิ่งชนไอปรอท
5. ไส้หลอดร้อนปลดปล่อยอิเล็กตรอน

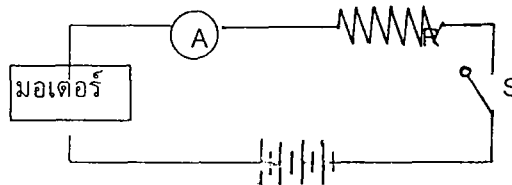
การทำงานของหลอดวาบแสงเป็นไปตามข้อใด

- ก. 1 $\longrightarrow$ 5 $\longrightarrow$ 4 $\longrightarrow$ 2 $\longrightarrow$ 3
 ข. 2 $\longrightarrow$ 1 $\longrightarrow$ 4 $\longrightarrow$ 2 $\longrightarrow$ 3
 ค. 4 $\longrightarrow$ 2 $\longrightarrow$ 3 $\longrightarrow$ 1 $\longrightarrow$ 5
 ง. 5 $\longrightarrow$ 2 $\longrightarrow$ 1 $\longrightarrow$ 3 $\longrightarrow$ 4

66. เครื่องใช้ใ้ในข้อใดที่อาศัยหลักการของแผ่นโลหะคู่

- ก. บัลลัสต์ และสตาร์ทเตอร์
- ข. สตาร์ทเตอร์ และเทอร์โมสตัท
- ค. สตาร์ทเตอร์ เคารีด และเทอร์โมสตัท
- ง. บัลลัสต์ สตาร์ทเตอร์ และหลอดวาแวแสง

67. จากการทดลองการควบคุมความเร็วของมอเตอร์อย่างง่าย



ถ้าปรับความต้านทานให้มีขนาดน้อยลง จะเกิดผลต่อกระแสที่อ่านได้จาก A และการหมุนของมอเตอร์อย่างไร

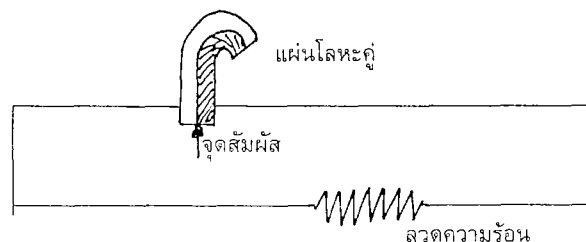
- ก. กระแสในวงจรเพิ่มขึ้น และมอเตอร์หยุดหมุน
- ข. กระแสในวงจรเพิ่มขึ้น และมอเตอร์หมุนเร็วขึ้น
- ค. กระแสในวงจรลดลง และมอเตอร์หยุดหมุน
- ง. กระแสในวงจรลดลง และมอเตอร์หมุนเร็วขึ้น

68. การปรับความแรงของลมจากพัดลม ให้มีแรงลมมากขึ้นทำได้โดย

1. เพิ่มความต่างศักย์ที่ให้กับมอเตอร์
2. เพิ่มกระแสไฟฟ้าที่ผ่านมอเตอร์
3. เพิ่มความต้านทานที่ต่ออยู่กับมอเตอร์

คำตอบที่ถูกต้องคือข้อใด

- ก. (1)
- ข. (2)
- ค. (2) และ (3)
- ง. (1) และ (2)



69. จากภาพหลักการสำคัญของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทให้ความร้อน คือข้อใด

- ก. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดต้านทานจะเกิดความร้อน
- ข. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำไฟฟ้าที่ดีจะเกิดความร้อน
- ค. กระแสไฟฟ้าลัดวงจรจะเกิดความร้อน
- ง. วงจรไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงจะเกิดความร้อน

70. ความร้อนที่เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ให้พลังงานความร้อนจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณกระแสไฟฟ้า
2. ความต้านทาน
3. เวลาที่กระแสผ่าน
4. ชนิดของเครื่องใช้

ก. 3 และ 4

ข. 1 และ 4

ค. 1, 2 และ 3

ง. 2, 3 และ 4

71. บ้านหลังหนึ่งใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าดังนี้ เตารีดไฟฟ้า 220 V 1,000 W

ตู้เย็น 220 V 200 W

หลอดเรืองแสง 220 V 40 W จำนวน 5 ดวง

หม้อหุงข้าว 220 V 800 W

ถ้าในแต่ละวันใช้ไฟประมาณ 4 ชั่วโมง บ้านหลังนี้จะต้องเสียค่าไฟในแต่ละเดือนเท่าไร ถ้าเสียค่าไฟยูนิตละ 1.50 บาท

ก. 98.00 บาท

ข. 153.00 บาท

ค. 36.00 บาท

ง. 396.00 บาท

72. การใช้ตู้เย็น 100 W 1 ตู้ และหลอดไฟ 60 W 1 หลอด ใช้ทุกอย่างวันละ 5 ชั่วโมง

ในเวลา 1 เดือนจะต้องเสียค่ากระแสไฟฟ้าเท่าไร ค่าไฟยูนิตละ 2 บาท

ก. 10.80 บาท

ข. 24.00 บาท

ค. 36.00 บาท

ง. 48.00 บาท

73. ในเวลา 1 เดือน การใช้ชุดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใดต้องเสียค่าไฟฟ้ามากที่สุด ถ้าค่าไฟยูนิตละ 2 บาท

ก. โพรแทค 220V 10 A 2 เครื่อง เปิดนาน 10 ชั่วโมง

ข. ปั๊มน้ำ 220V 5A 10 เครื่อง เปิดนาน 8 ชั่วโมง

ค. เครื่องทำน้ำอุ่น 1000 W 3 ตู้ เปิดนาน 5 ชั่วโมง

ง. พัดลม 90 W 20 เครื่อง เปิดนาน 12 ชั่วโมง

จุดประสงค์ข้อที่ 6 อธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้

(ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า)

74. เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องใช้ไฟฟ้า ก่อนเสียบปลั๊กควรตรวจสอบอะไรก่อน
- ความต่างศักย์ไฟฟ้า
 - ความต้านทานไฟฟ้า
 - กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน
 - กำลังของเครื่องใช้ไฟฟ้า
75. ข้อใดเป็นผลจากการใช้ฟิวส์ขนาดใหญ่
- ฟิวส์ร้อน
 - เสียค่าไฟมาก
 - เกิดอันตรายได้
 - ไม่มีผลเสียหาย
76. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ทำให้มนุษย์มีอาการประสาทชะงักงันได้จะต้องมีค่าอย่างน้อยกี่แอมแปร์
- 0.05
 - 0.15
 - 0.25
 - 0.50
77. เมื่อมีผู้ถูกไฟฟ้าดูดในบ้านสิ่งแรกที่ต้องทำ คือข้อใด
- โทรศัพท์บอกสำนักงานไฟฟ้า
 - รีบดึงตัวผู้ถูกไฟดูดออก
 - ถอดปลั๊กทุกอันในบ้าน
 - รีบยกสะพานไฟลง
78. การช่วยผู้ที่ถูกไฟดูด ควรเรียงลำดับตามข้อใด
- ยกคัทเอ้าท์
 - นำส่งแพทย์
 - ใช้ผ้าแห้งคล้องตัวผู้ป่วยให้หลุดจากสายไฟ
 - ถ้าผู้ป่วยไม่หายใจต้องช่วยให้หายใจโดยเร็ว
- 3 , 1 , 4 , 2
 - 1 , 3 , 4 , 2
 - 1 , 3 , 2 , 4
 - 3 , 1 , 2 , 4
79. ถ้าท่านพบเด็กกำลังถูกไฟฟ้าดูด ควรปฏิบัติอย่างไรในขั้นแรก
- ยกสะพานไฟเพื่อตัดไฟทั้งบ้าน
 - ดึงมือเด็กออกจากที่เกิดเหตุอย่างรวดเร็ว
 - ใช้ด้ามไม้กวาดเขี่ยสายเตารีดออกจากตัวเด็ก
 - หาผ้าแห้งคล้องตัวเด็กแล้วดึงให้หลุดออกจากสายเตารีด

80. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. วิธีป้องกันอันตรายจากไฟฟ้ารั่วของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านวิธีหนึ่งคือ เลือกใช้ฟิวส์ที่ทนต่อกระแสไฟฟ้าต่ำ
2. เมื่อพบคนถูกไฟดูด ควรปฐมพยาบาลโดยเร่งด่วนก่อนนำส่งโรงพยาบาล
3. ระหว่างไฟตก ควรถอดปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อประหยัดกระแสไฟฟ้า
4. การปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า ควรให้ผู้ป่วยนอนหงายให้ศีรษะต่ำ
ข้อความใดถูกต้อง

ก. 1

ข. 2 และ 4

ค. 1, 3 และ 4

ง. 2, 3 และ 4

ภาคผนวก ข

- ผลการประเมินบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม
- ความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ตาราง 17 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	* #	/ ! #			
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	#	* / ! #			
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย		* / #	# !		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	#	* / ! #			
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย		* #	# / !		
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	* #	# / !			
ด้านเนื้อหาโดยรวม	*	# / ! #			
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	* / ! #	#			
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	* # / ! #				
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ		# / ! #	*		
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	/	* # #	!		
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	# /	#	* !		
2.6 ความชัดเจนของเสียง	#	* #	/	!	
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน		* # / #	!		
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม		* # #	/ !		
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	/	* # #	!		
2.10 การใช้ภาษา		* # / ! #			
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง		* # / #	!		
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม		* # / ! #			

ตาราง 17 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้		* # !฿	/		
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	#	! ฿	* /		
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	* # / ! ฿				
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้	* # ! ฿	/			
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก	* # ! ฿	/			
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้อง	* # ! ฿	/			
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	* !	# ฿	/		
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	* #	/ ! ฿			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	* #	/ ! ฿			

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 ดร.สมปรรธนา วงศ์บุญหนัก

คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์สมกิจ กิจเพิ่มพูน

! คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง

฿ คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	* #	/ ! #			
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย	#	* / ! #			
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย	*	# / #	!		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	#	* / ! #			
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	*	# / ! #			
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	*	# / ! #			
ด้านเนื้อหาโดยรวม	*	# / ! #			
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	/ !	* # #			
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	# / ! #	*			
2.3 การนำเสนอบทเรียนเร้าความสนใจ		* # / ! #			
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	# /	* #	!		
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	/	# #	* !		
2.6 ความชัดเจนของเสียง	#	*	/ #	!	
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน		* # / #	!		
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม	#	* #	/ !		
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	/	# #	* !		
2.10 การใช้ภาษา		* # / ! #			
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง		* # / #	!		
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม		* # / ! #			

ตาราง 18 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้		* # !฿	/		
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	#	! ฿	* /		
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	# / !	* ฿			
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้	!	* # / ฿			
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก	# !	* / ฿			
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้อง	# !	* / ฿			
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	# !	* ฿	/		
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	#	* / ! ฿			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	# !	* / ฿			

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์สมกิจ กิจเพิ่มพูน

! คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง

฿ คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย		* # / ! Ⓟ			
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย		* # / ! Ⓟ			
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย		* # / Ⓟ	!		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	* #	/ ! Ⓟ			
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย		* # / ! Ⓟ			
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม		* # / ! Ⓟ			
ด้านเนื้อหาโดยรวม		* # / ! Ⓟ			
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	/ ! Ⓟ	* #			
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	/ ! Ⓟ	* #			
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ		# / ! Ⓟ	*		
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	/	* Ⓟ	# !		
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	# /	* Ⓟ	!		
2.6 ความชัดเจนของเสียง	#	*	/ Ⓟ	!	
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน		* # / Ⓟ	!		
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม			* # / ! Ⓟ		
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	/	#	* ! Ⓟ		
2.10 การใช้ภาษา		* # / ! Ⓟ			
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง		* # / Ⓟ	!		
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม		* # / ! Ⓟ			

ตาราง 19 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้		* !฿	# /		
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก		# ! ฿	* /		
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	# / ! ฿	*			
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้	! ฿	*# /			
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก	# !	* / ฿			
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้อง	!	*# / ฿			
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	!	# ฿	* /		
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	!	*# / ฿			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	!	*# / ฿			

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 ดร.สมปรรณนา วงศ์บุญหนัก

คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์สมกิจ กิจเพิ่มพูน

! คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง

฿ คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ตาราง 20 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตาม จุด
ประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย		* # / ! Ⓟ			
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย		# / ! Ⓟ	*		
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย		* # / Ⓟ	!		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	#	* / ! Ⓟ			
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย		* # / ! Ⓟ			
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม		* # / ! Ⓟ			
ด้านเนื้อหาโดยรวม		* # / ! Ⓟ			
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	* / ! Ⓟ	#			
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มได้	* / ! Ⓟ	#			
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ		* # / ! Ⓟ			
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะ สม	/	* # Ⓟ	!		
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	# /	* Ⓟ	!		
2.6 ความชัดเจนของเสียง	#	*	/ Ⓟ	!	
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน		* / Ⓟ	# !		
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม		* # Ⓟ	/ !		
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	/	# Ⓟ	* !		
2.10 การใช้ภาษา		* # / ! Ⓟ			
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง		* # / Ⓟ	!		
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม		* # / ! Ⓟ			

ตาราง 20 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	*฿	# !	/		
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	#	* !฿	/		
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	# / !	* ฿			
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้	!	*# / ฿			
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก	# !	* / ฿			
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้อง	!	* # / ฿			
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	!	* # ฿	/		
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	#	* / ! ฿			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม		* # / ! ฿			

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์สมกิจ กิจเพิ่มพูน

! คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง

฿ คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย		* # / ! ⊕			
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย		* # / ! ⊕			
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย		* # / ⊕	!		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้		* # / ! ⊕			
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย		* # / ! ⊕			
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม		* # / ! ⊕			
ด้านเนื้อหาโดยรวม		* # / ! ⊕			
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	# / ! ⊕	*			
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	# / ! ⊕	*			
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ		# / ! ⊕	*		
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	/	# ⊕	!		
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	/ #	* ⊕	!		
2.6 ความชัดเจนของเสียง	#	*	/ ⊕	!	
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน		* # / ⊕	!		
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม		* #	/ ! ⊕		
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	/	* # ⊕	!		
2.10 การใช้ภาษา		* # / ! ⊕			
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง		* # / ⊕	!		
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม		* # / ⊕	!		

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้		* ! ฿	# /		
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก	#	* ! ฿	/		
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	/ !	* # ฿			
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้	* !	# / ฿			
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก	# !	* / ฿			
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้อง	!	* # / ฿			
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	!	* # ฿	/		
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	!	* # / ฿			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม		* # / ! ฿			

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 ดร.สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก

คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์สมกิจ กิจเพิ่มพูน

! คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง

฿ คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 นำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ง่าย	*฿	# / !			
1.2 นำไปสู่ข้อสรุปได้ง่าย		* # / !฿			
1.3 นำไปสู่หลักการได้ง่าย		* # / ฿	!		
1.4 เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	* ฿	# / !			
1.5 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ง่าย	#	* / !฿			
1.6 เนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม	*฿	# / !			
ด้านเนื้อหาโดยรวม	*	# / !฿			
2. ด้านสื่อการเรียนการสอน					
2.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ง่าย	/ !	* # ฿			
2.2 ผู้เรียนสามารถใช้เรียนเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มได้	# / !฿	*			
2.3 การนำเสนอบทเรียนสร้างความสนใจ		* # / !฿			
2.4 การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม	/	* #	!฿		
2.5 ความคมชัดของภาพ ตัวอักษร	/	* # ฿	!		
2.6 ความชัดเจนของเสียง		* #	/ ฿	!	
2.7 ความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน		* # / ฿	!		
2.8 การโต้ตอบเหมาะสม		* ฿	# / !		
2.9 การเสริมแรงเหมาะสม	/	#	* !฿		
2.10 การใช้ภาษา		* # / !฿			
2.11 สามารถประเมินผลได้ถูกต้อง		* # / ฿	!		
ด้านสื่อการเรียนการสอนโดยรวม		* # / !฿			

ตาราง 22 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย มาก	เห็นด้วย	ไม่ เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3. ด้านการนำไปใช้					
3.1 ใช้แทนการสอนของครูได้	*	! ฿	/ #		
3.2 การเข้าสู่โปรแกรมสะดวก		* # ! ฿	/		
3.3 ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาบทเรียนได้	* # / !	฿			
3.4 ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอนได้	* !	# / ฿			
3.5 การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียนกระทำได้สะดวก	# !	* / ฿			
3.6 สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตามต้อง	* !	# / ฿			
3.7 คำสั่ง / คำชี้แจงช่วยให้ใช้บทเรียนได้ง่าย	* !	# ฿	/		
ด้านการนำไปใช้โดยรวม	* !	# / ฿			
เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม	* !	# / ฿			

หมายเหตุ * คือ ผู้ประเมินคนที่ 1 ดร.สมปรรณนา วงศ์บุญหนัก

คือ ผู้ประเมินคนที่ 2 อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

/ คือ ผู้ประเมินคนที่ 3 อาจารย์สมกิจ กิจเพิ่มพูน

! คือ ผู้ประเมินคนที่ 4 อาจารย์สมเกียรติ เม่นบางผึ้ง

฿ คือ ผู้ประเมินคนที่ 5 อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ตาราง 23 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน
ซ่อมเสริม เป็นรายบุคคล จำนวน 3 คน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			คะแนน	
		มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	รวม	ร้อยละ
1.	คำสั่ง/คำชี้แจงช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการใช้บทเรียน	1	2		7	77.77
2.	การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน กระทำได้สะดวก	1	2		7	77.77
3.	สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	1	2		7	77.77
4.	บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของครูได้	1	2		7	77.77
5.	ความสะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ	2	1		8	88.88
6.	เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง	1	2		7	77.77
7.	ขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย		3		6	66.66
8.	สีตัวอักษรและสีพื้นจอทำให้อ่านเนื้อหา ได้ง่าย		3		6	66.66
9.	ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	1	2		7	77.77
10.	เนื้อหาบทเรียนอ่านเข้าใจง่าย	1	2		7	77.77
11.	ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา บทเรียน		3		6	66.66
12.	พอใจเมื่อทราบผลการทดสอบและผล การทำแบบฝึกหัดย่อย	1	2		7	77.77
13.	ขณะเรียนสบายใจกว่ามีครูผู้สอน	1	2		7	77.77
14.	มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	3			9	100.00
15.	ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่อง อื่นอีก	2	1		8	88.88
รวม		48	58		106	78.52

ตาราง 24 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนที่ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอน
ซ่อมเสริม เป็นรายบุคคล จำนวน 9 คน

ข้อที่	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			คะแนน	
		มาก (3)	ปานกลาง (2)	น้อย (1)	รวม	ร้อยละ
1.	คำสั่ง/คำชี้แจงช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการใช้บทเรียน	3	6		21	77.77
2.	การคลิกไปยังส่วนต่าง ๆ ของบทเรียน กระทำได้สะดวก	6	3		24	88.88
3.	สามารถเข้าและออกจากบทเรียนได้ตาม ต้องการ	5	4		23	85.19
4.	บทเรียนนี้ใช้แทนการสอนของครูได้	3	6		21	77.77
5.	ความสะดวกเมื่อต้องการเรียนเนื้อหาซ้ำ	6	3		24	88.88
6.	เรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง	4	5		22	81.48
7.	ขนาดตัวอักษรอ่านได้ง่าย		9		18	55.55
8.	สีตัวอักษรและสีพื้นจอทำให้อ่านเนื้อหา ได้ง่าย		9		18	55.55
9.	ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย	4	5		22	81.48
10.	เนื้อหาบทเรียนอ่านเข้าใจง่าย	3	6		21	77.77
11.	ระยะเวลาในการเรียนเหมาะสมกับเนื้อหา บทเรียน	3	6		21	77.77
12.	พอใจเมื่อทราบผลการทดสอบและผล การทำแบบฝึกหัดย่อย	5	4		23	85.19
13.	ขณะเรียนสบายใจกว่ามีครูผู้สอน	1	8		19	70.39
14.	มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น	4	5		22	81.48
15.	ต้องการเรียนบทเรียนลักษณะนี้กับเรื่อง อื่นอีก	4	5		22	81.48
รวม		153	168		321	79.26

ภาคผนวก ค

- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนิสิตวิทยาศาสตร์ก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม

ตาราง 25 แสดงการหาค่าความยากง่าย(p) และค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก"

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (t)
1.	0.76	4.07	21.	0.39	5.10
2.	0.48	4.47	22.	0.43	6.05
3.	0.82	6.73	23.	0.83	1.75
4.	0.28	1.75	24.	0.56	1.75
5.	0.61	2.02	25.	0.78	2.79
6.	0.72	3.05	26.	0.67	1.75
7.	0.24	1.75	27.	0.69	2.82
8.	0.46	1.75	28.	0.59	3.74
9.	0.56	2.30	29.	0.48	3.65
10.	0.69	3.58	30.	0.43	2.00
11.	0.32	1.75	31.	0.65	2.74
12.	0.33	1.78	32.	0.52	5.39
13.	0.43	3.32	33.	0.52	2.86
14.	0.44	1.75	34.	0.65	4.30
15.	0.46	4.05	35.	0.74	2.64
16.	0.50	5.94	36.	0.56	8.23
17.	0.74	2.64	37.	0.56	6.67
18.	0.57	2.00	38.	0.86	3.56
19.	0.69	2.14	39.	0.28	1.75
20.	0.59	2.31	40.	0.70	2.51

ค่าความเชื่อมั่น 0.87

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (t)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (t)
41.	0.69	3.58	61.	0.70	1.75
42.	0.76	2.33	62.	0.56	3.68
43.	0.52	2.86	63.	0.67	1.75
44.	0.48	1.75	64.	0.59	1.75
45.	0.26	1.75	65.	0.74	1.75
46.	0.74	1.75	66.	0.28	1.92
47.	0.74	1.75	67.	0.50	4.92
48.	0.43	3.32	68.	0.46	1.83
49.	0.82	1.75	69.	0.59	1.75
50.	0.81	2.47	70.	0.54	4.05
51.	0.24	2.33	71.	0.56	2.30
52.	0.76	1.75	72.	0.52	3.64
53.	0.70	2.51	73.	0.35	2.74
54.	0.78	1.75	74.	0.41	4.55
55.	0.28	2.95	75.	0.44	4.51
56.	0.72	1.92	76.	0.26	1.93
57.	0.56	5.44	77.	0.59	2.99
58.	0.63	4.68	78.	0.67	1.75
59.	0.63	2.38	79.	0.57	2.62
60.	0.50	7.26	80.	0.48	4.47

ค่าความเชื่อมั่น 0.87

ตาราง 26 แสดงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อการตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก"

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1		+1	0	-1		+1	0	-1		+1	0	-1
1. •	* # B			21. •	* # B			41. •	* B	#		61. •	* #	B	
2. •	*	# B		22. •	* B		#	42. •	# B	*		62. •	* B		#
3. •	* # B			23. •	B	*	#	43. •	# B	*		63. •		* B	#
4. •	* # B			24. •	# B		*	44. •	B	*	#	64. •	* # B		
5. •	* # B			25. •	* B		#	45. •	B	*	#	65. •	* # B		
6. •	* # B			26. •	B	*	#	46. •	B	*	#	66. •	* #	B	
7. •	* #	B		27. •	# B		*	47. •	B	* #		67. •	* #	B	
8. •	* B	#		28. •	# B		*	48. •	B	* #		68. •	* # B		
9. •	* B	#		29. •	* # B			49. •	B	* #		69. •	* # B		
10. •	* # B			30. •	* # B			50. •	B	* #		70. •	* # B		
11. •	* # B			31. •	* B		#	51. •	B	* #		71. •	* B	#	
12. •	* # B			32. •	# B		*	52. •	B	* #		72. •	* # B		
13. •	* # B			33. •	* # B			53. •	# B	*		73. •	* # B		
14. •	* # B			34. •	B	*	#	54. •	# B	*		74. •	* # B		
15. •	* # B			35. •	# B		*	55. •	# B	*		75. •	* # B		
16. •	* #	B		36. •	* # B			56. •	# B	*		76. •	* # B		
17. •	* # B			37. •	*	# B		57. •	* # B			77. •	* # B		
18. •	* # B			38. •	# B		*	58. •	* # B			78. •	* # B		
19. •	*	#		39. •	# B		*	59. •	* # B			79. •	* # B		
20. •	* # B			40. •	B	#	*	60. •	* # B			80. •	* # B		

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น			ข้อที่	ระดับความคิดเห็น		
	+1	0	-1		+1	0	-1		+1	0	-1		+1	0	-1
81.	*# ฿			86. •	*# ฿			91. •	*# ฿			96. •	*# ฿		
82. •	*#	฿		87. •	*# ฿			92. •	*# ฿			97. •	*#	฿	
83. •	*# ฿			88. •	*# ฿			93. •	*#	฿		98. •	*# ฿		
84. •	*# ฿			89. •	*# ฿			94.	*# ฿			99. •	*#	฿	
85.	*#	฿		90. •	*#	#		95. •	*#	#		100. •	*# ฿		

หมายเหตุ * ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 คือ ดร.สมปรรธนา วงศ์บุญหนัก

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 คือ อาจารย์พิพัฒน์ คงทอง

฿ ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 คือ อาจารย์นฤมล ศิริเจริญ

ข้อที่มีเครื่องหมาย • เป็นข้อที่ถูกนำไปใช้จริงทั้งหมด 80 ข้อ โดยผ่านการแก้ไขข้อบกพร่องในเรื่องภาษา และความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับความสามารถที่ทำการวัด

ตาราง 27 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 1

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน
1	8	13	5	19	8	13	5
2	7	12	5	20	5	12	7
3	8	12	4	21	6	15	9
4	3	13	10	22	8	12	4
5	5	13	8	23	5	13	8
6	7	12	5	24	3	13	10
7	7	13	6	25	5	12	7
8	9	14	5	26	4	13	9
9	6	12	6	27	3	13	10
10	6	13	7	28	5	13	8
11	9	13	4	29	10	14	4
12	5	12	7	30	3	12	9
13	9	13	4	31	5	14	9
14	8	14	6	32	3	13	10
15	6	13	7	33	7	13	6
16	8	13	5	34	6	12	6
17	5	12	7	35	3	14	9
18	6	14	8	36	6	13	7

ตาราง 28 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 2

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน
1.	4	12	8	12.	4	13	9
2.	5	12	7	13.	3	12	9
3.	5	13	8	14.	4	13	9
4.	4	12	8	15.	4	12	8
55	4	11	7	16.	4	13	9
6.	2	13	11	17.	4	12	8
7.	6	12	6	18.	1	11	10
8.	4	12	8	19.	4	11	7
9.	4	12	8	20.	4	14	10
10.	3	12	9	21.	4	11	7
11.	4	12	8	22.	4	12	8

ตาราง 29 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 3

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน
1	9	13	4	19	7	12	5
2	10	13	3	20	10	16	6
3	9	12	3	21	5	14	9
4	10	14	4	22	9	13	4
5	4	12	8	23	8	12	4
6	9	13	4	24	4	13	9
7	11	12	1	25	8	12	4
8	10	12	2	26	8	13	5
9	8	14	6	27	10	12	2
10	7	15	8	28	5	13	8
11	5	13	8	29	4	14	10
12	9	12	3	30	11	13	2
13	5	14	9	31	8	15	7
14	11	12	1	32	6	14	8
15	8	13	5	33	8	13	5
16	12	15	3	34	8	12	4
17	6	13	7	35	8	13	5
18	7	12	5				

ตาราง 30 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 4

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน
1	2	9	7
2	4	10	6
3	3	11	8
4	3	10	7
5	2	9	7
6	3	9	6
7	3	10	7

ตาราง 31 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 5

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน
1	6	13	7	14	6	12	6
2	5	12	7	15	6	13	7
3	6	14	8	16	5	15	10
4	3	13	10	17	6	12	6
5	4	13	9	18	4	13	9
6	5	12	7	19	5	14	9
7	5	13	8	20	6	14	8
8	4	12	8	21	1	12	11
9	7	14	7	22	5	13	8
10	2	15	13	23	5	15	10
11	7	14	7	24	2	12	10
12	4	13	9	25	2	15	13
13	2	16	14				

ตาราง 32 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียนซ่อมเสริม จุดประสงค์การเรียนรู้ข้อที่ 6

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่างของ คะแนน
1	4	5	1	19	2	5	3
2	3	6	3	20	1	5	4
3	4	6	2	21	1	7	6
4	1	5	4	22	2	6	4
5	2	5	3	23	2	6	4
6	2	6	4	24	3	5	2
7	2	6	4	25	2	5	3
8	1	6	5	26	2	7	5
9	2	5	3	27	3	6	3
10	2	5	3	28	2	6	4
11	2	7	5	29	1	5	4
12	2	6	4	30	2	6	4
13	3	5	2	31	1	6	5
14	1	5	4	32	1	5	4
15	4	6	2	33	3	5	2
16	3	6	3	34	4	6	2
17	2	5	3	35	2	5	3
18	2	6	4	36	3	7	4

ภาคผนวก ง

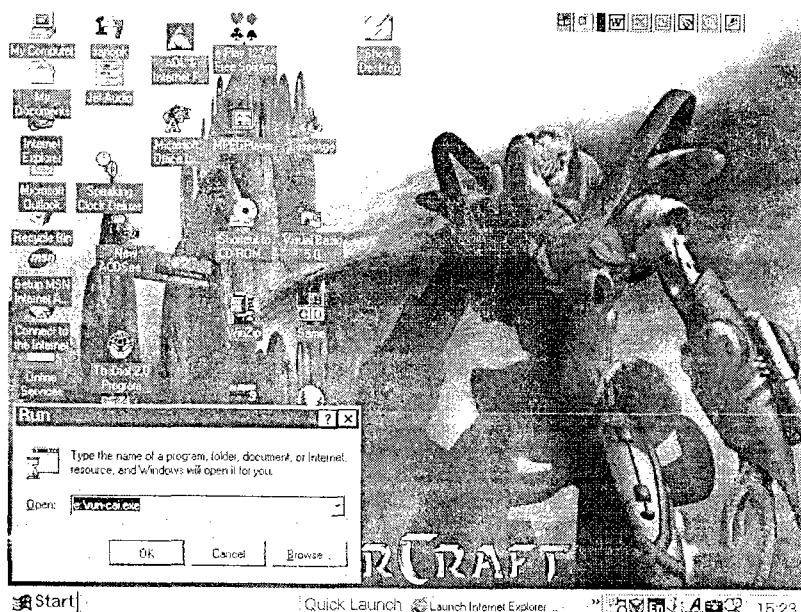
- คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม
- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อความสะดวกต่อการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้ ผู้วิจัยได้สร้างคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม ซึ่งประกอบด้วย

1. คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์
 - 1.1 CPU Pentium Processor
 - 1.2 หน่วยความจำ 16 เมกะไบต์ขึ้นไป (Ram 16 MB ขึ้นไป) แนะนำให้ใช้ที่ 32 MB
 - 1.3 แสดงผลที่ 640 X 480 จุด ที่ High Color 16 bit
 - 1.4 Sound Card และ CD – Rom Drive ขนาด 16 x หรือสูงกว่านี้
 - 1.5 ใช้โปรแกรม Windows 95 หรือ Windows 98
2. วิธีการใช้โปรแกรม วิธีที่ 1
 - 2.1 ใส่แผ่น CD – Rom ในช่อง CD Drive
 - 2.2 เลือกคำสั่ง Run ใน Start Menu จะปรากฏ Dialog box ขึ้นมา หน้าจอจะ

ปรากฏดังนี้



ภาพแสดงหน้าจอคำสั่ง Run

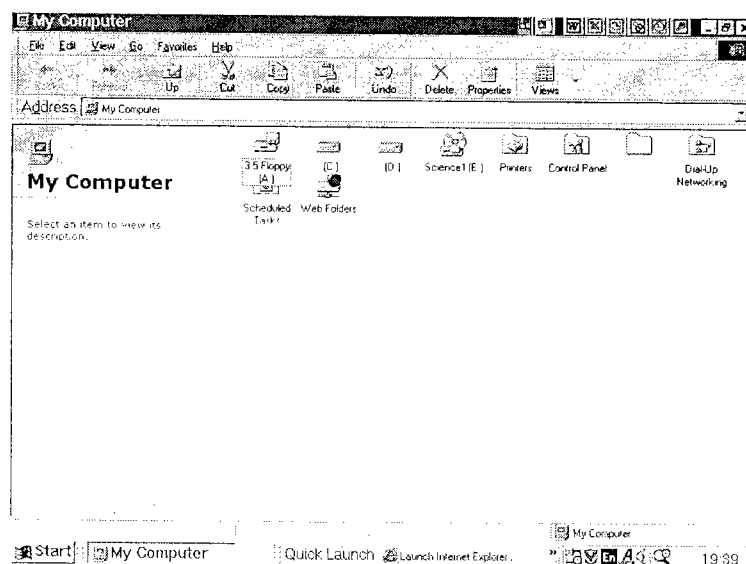
2.3 พิมพ์ชื่อ Drive ของ CD – Rom ตามด้วยไฟล์ Run – CAI .exe เช่นถ้า CD – Rom อยู่ใน Drive D : ให้พิมพ์ว่า D : \ Run – CAI .exe แล้วคลิกที่ปุ่ม OK

2.4 จากนั้นจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมการใช้งานได้ทันที

3. วิธีการใช้โปรแกรม วิธีที่ 2

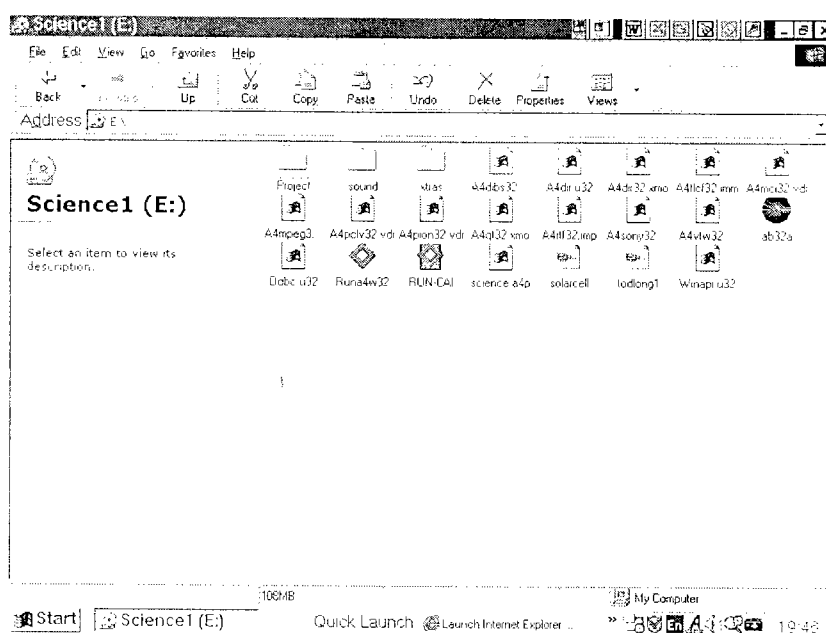
3.1 ใส่แผ่น CD – Rom ในช่อง CD Drive

3.2 ใช้เมาส์คลิกไปที่ My Computer หน้าจอจะปรากฏดังนี้



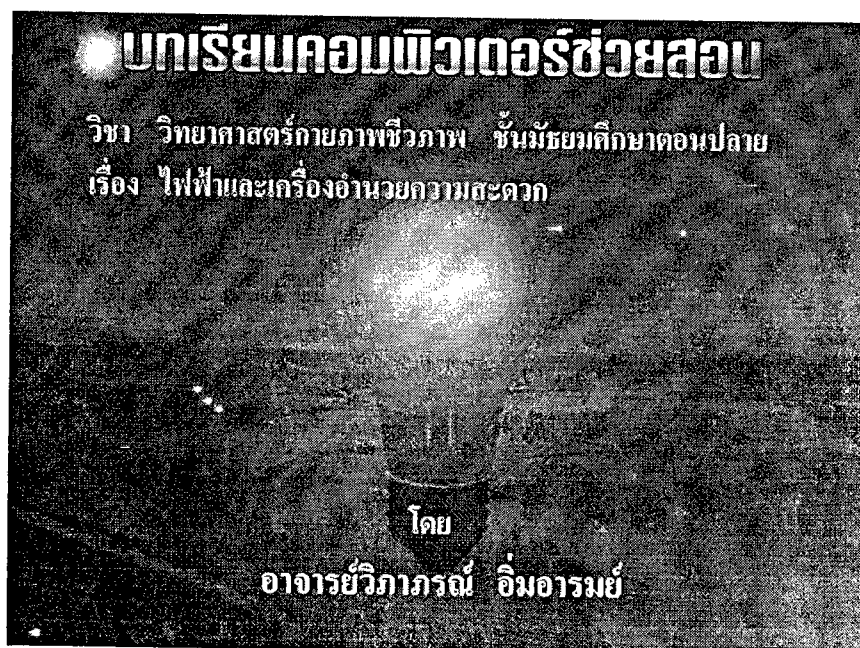
ภาพแสดงหน้าจอ My Computer

3.3 ใช้เมาส์คลิกเลือกไปที่ My Computer หน้าจอจะปรากฏดังนี้



ภาพแสดงหน้าจอ My Computer

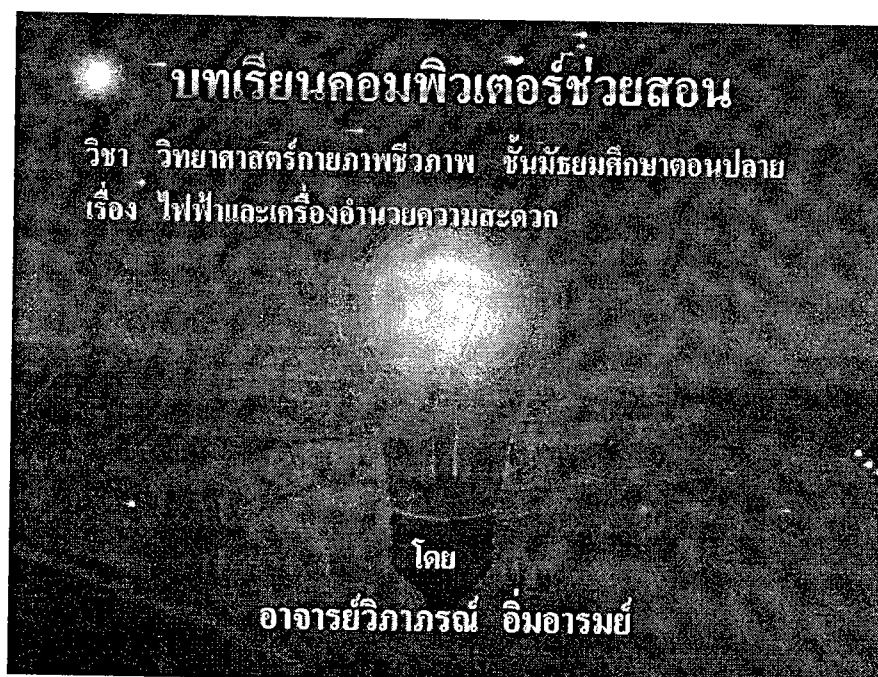
3.4 เลือกคำสั่ง RUN- CAI หน้าจอจะปรากฏ

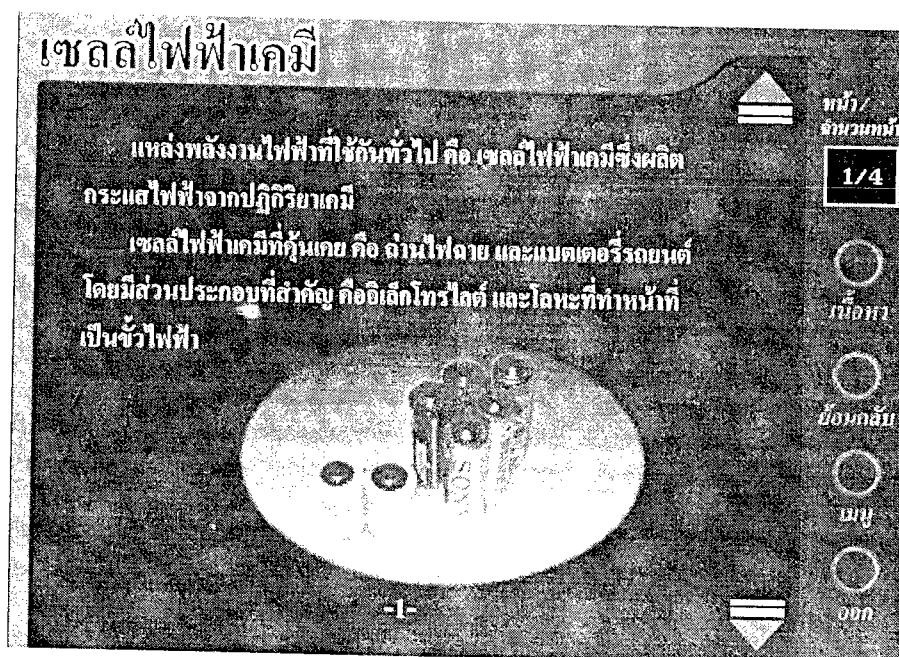


ภาพแสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม

3.5 จากนั้นจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมการใช้งานได้ทันที

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน





เซลล์สุริยะ

หน้า/จำนวนหน้า
1/2

วิธีถัดไป

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

เซลล์สุริยะ จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ชั้น

แสงอาทิตย์

แผ่นซิลิกอน เจือฟอสฟอรัส

รอยต่อ

แผ่นซิลิกอน เจือบอรอน

หลอดไฟ

-1-

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

หน้า/จำนวนหน้า
1/3

วิธีถัดไป

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

เป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยวิธีการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเรียกว่า "กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ"

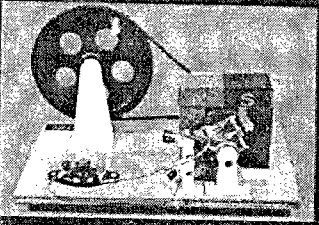
กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการที่สนามแม่เหล็กตัดกับขดลวด โดยการที่แท่งแม่เหล็กเคลื่อนผ่านขดลวด หรือ ขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก

-1-

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ปัจจัยที่ทำให้จำนวนกระแสไฟฟ้ามากหรือน้อย

1. จำนวนของขดลวด
2. ความเร็วในการเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กหรือขดลวด
3. แรงขั้วแม่เหล็ก
4. พื้นที่ของขดลวดที่เส้นแรงแม่เหล็กทะลุผ่าน



-2-

หน้า / จำนวนหน้า 2/3

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

การทดลอง

☐ การทดลองที่ 1

☒ การทดลองที่ 2

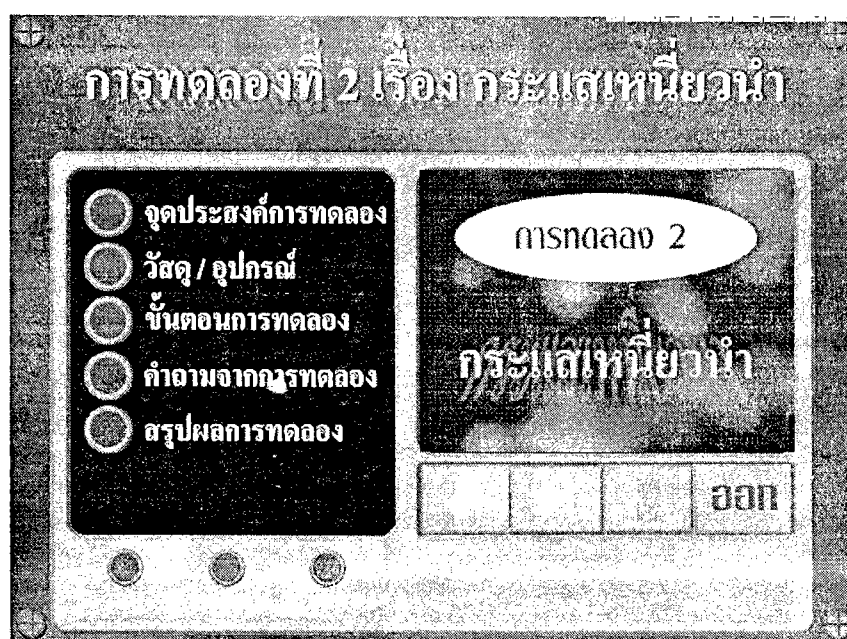
☒ การทดลองที่ 3

ไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะ

ย้อนกลับ

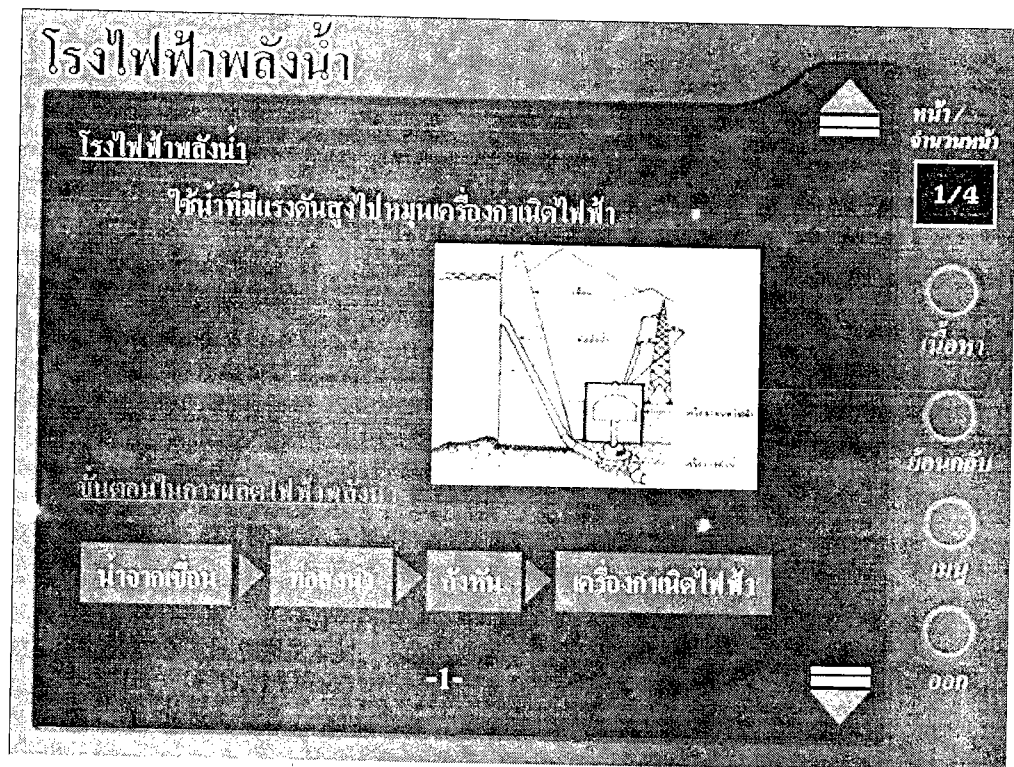
เมนู

ออก









แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพลังงานในการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบ
พลังน้ำ

พลังงานศักย์ → พลังงานจลน์ → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า

-2-

หน้า/
จำนวนหน้า

2/4

เนื้อหา

ย้อนกลับ

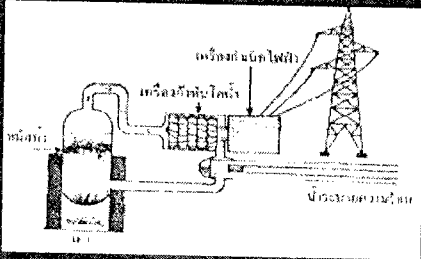
เมนู

ออก

โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

การผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบความร้อน ทำให้น้ำกลายเป็นไอ
ใช้แรงดันไอน้ำไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ความร้อนจากเชื้อเพลิง
ถ่านหิน น้ำมัน → ความร้อน
ต้มน้ำ → ไอน้ำมีแรงดัน → เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
เครื่องกังหันไอน้ำ
หม้อไอน้ำ
มีแรงดันความร้อน

-1-

หน้า/
จำนวนหน้า

1/3

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

ใช้ก๊าซร้อน น้ำไปต้มน้ำ เพื่อกลายเป็นไอน้ำ แล้วผ่านไอน้ำ หมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ก๊าซร้อน

➔

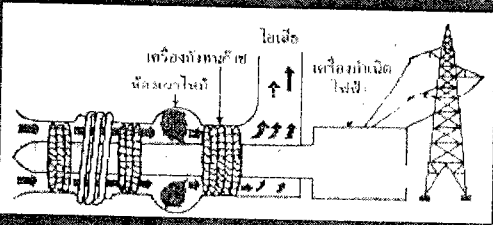
ต้มน้ำ

➔

ไอน้ำหมุนกังหัน

➔

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



-1-

หน้า /
จำนวนหน้า

1/2

เนื้อหา
ย้อนกลับ
เมนู
ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

หลักการการทำงานของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

เชื้อเพลิง
อวกาศ

➔

หม้อต้มและอัด

➔

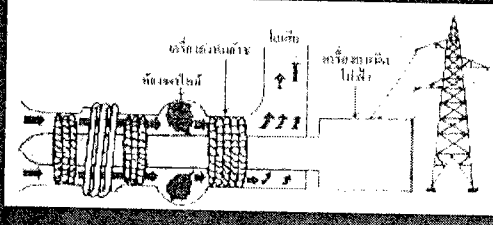
ระบบแรงดัน

➔

กังหันก๊าซ

➔

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า



-1-

หน้า /
จำนวนหน้า

1/2

เนื้อหา
ย้อนกลับ
เมนู
ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

โรงไฟฟ้าดีเซล

โรงไฟฟ้าดีเซล
ใช้เครื่องชนิดดีเซลเป็นต้นกำลัง หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
ขั้นตอนการทำงาน

```

graph LR
    A[เชื้อเพลิง] --> B[ระเบิด]
    B --> C[ถูกสูบเคลื่อนที่]
    C --> D[เครื่องกำเนิดไฟฟ้า]
  
```

ตัวอย่างโรงไฟฟ้าดีเซล

- * จ.ภูเก็ต
- * แม่เมาะ จ.ลำปาง
- * บางตาบ จ.เชียงใหม่
- * บางปะกง จ.นครราชสีมา

หน้า / จำนวนหน้า
1 / 1

เบ็ดเตล็ด

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์
ใช้พลังงานความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ ทำให้น้ำเดือด
แรงดันหมุนกังหันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

-1-

หน้า / จำนวนหน้า
1 / 7

เบ็ดเตล็ด

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

แหล่งที่มา : ความปลอดภัยสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

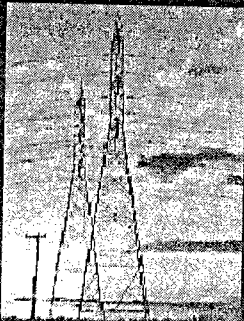


แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก



สายส่งไฟฟ้าแรงสูง

สายส่งไฟฟ้าแรงสูง



เป็นสายเปลือยไม่มีฉนวนหุ้ม
ยาวมาก นำหนักเบา ทำจาก
อะลูมิเนียม

-2-

หน้า / จำนวนหน้า
2/3

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

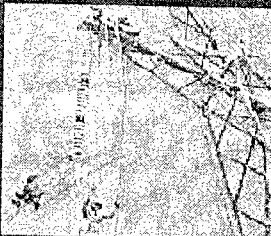
ออก

แหล่งที่มา : ความปลอดภัยสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

สายส่งไฟฟ้าแรงสูง

ปัจจัยในการส่งพลังงานไฟฟ้า

1. สามารถส่งไฟฟ้าไปได้ไกลและมีประสิทธิภาพ
2. มีการสูญเสียพลังงานระหว่างการส่งน้อยที่สุด
3. มีความปลอดภัย



-3-

หน้า / จำนวนหน้า
3/3

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

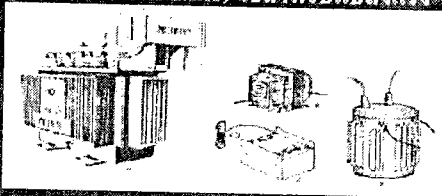
แหล่งที่มา : ความปลอดภัยสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

หม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

ใช้สำหรับเปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้า โดยอาศัยหลักในการเหนี่ยวนำ
เคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง โดยใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับ
มี 2 ชนิด

1. หม้อแปลงขึ้น (Step-up Transformer) ใช้สำหรับแปลงแรง
เคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น
2. หม้อแปลงลง (Step-down Transformer) ใช้สำหรับแปลงแรง
เคลื่อนสูงๆ ให้ต่ำลง



-1-

หน้า/
จำนวนหน้า
1/1

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

การทดลอง 4 หม้อแปลงไฟฟ้า

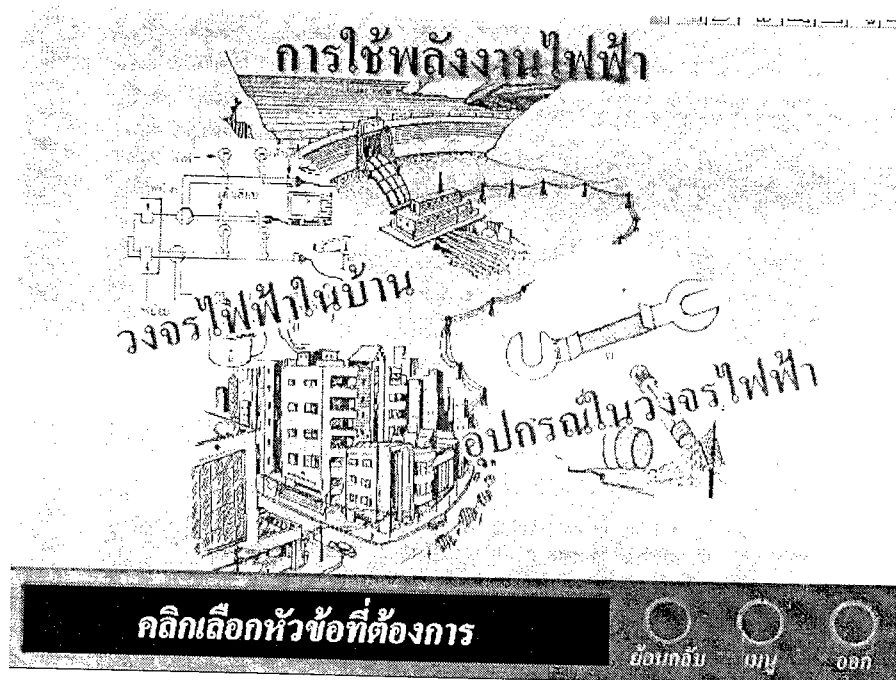
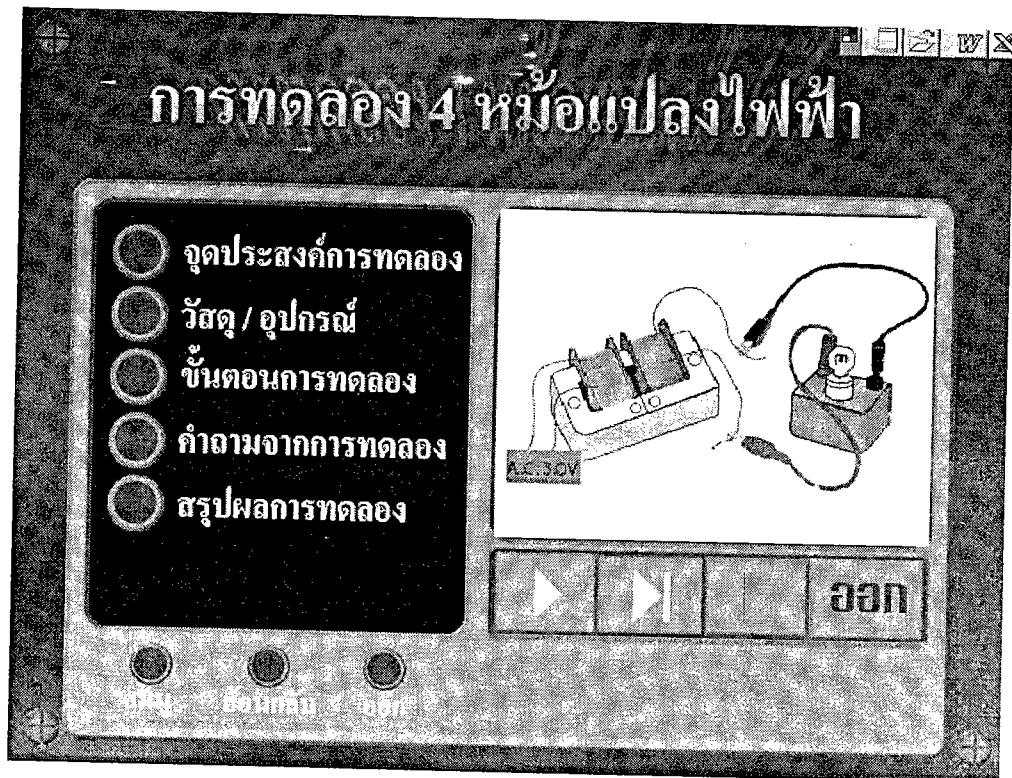
- ☐ จุดประสงค์การทดลอง
- ☐ วัสดุ / อุปกรณ์
- ☐ ขั้นตอนการทดลอง
- ☐ คำถามจากการทดลอง
- ☐ สรุปผลการทดลอง

การทดลอง 4

หม้อแปลงไฟฟ้า

50

ออก

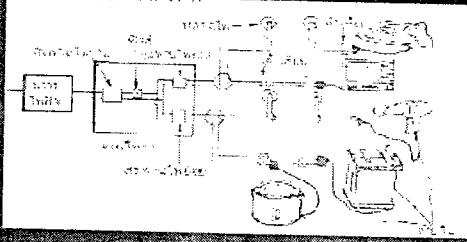


วงจรไฟฟ้าในบ้าน

วงจรไฟฟ้าในบ้าน

วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน หมายถึง วงจรหลังจากผ่านมาตรไฟฟ้าไปแล้ว ส่วนมากจะเป็นวงจรที่ต่ออุปกรณ์ต่างๆ แบบขนาน เพราะ

1. สะดวกในการเปิด-ปิด
2. จะได้รับความต่างศักย์ 220 V เท่ากัน
3. เมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าอันหนึ่งเสียจะไม่เกี่ยวกับเครื่องอื่นๆ



-1-

หน้า / จำนวนหน้า

1/1

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

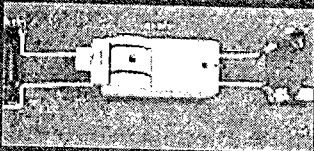
ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า

สะพานไฟ

สะพานไฟหรือคัทเอาท์ ทำหน้าที่ เป็นสวิตซ์ตัดวงจร ภายในบ้าน ใช้ตัดในวงจร หลังจากรับไฟฟ้าเข้ามาแล้ว โดยปกติที่สะพานไฟจะมีฟิวส์ติดเอาไว้



-2-

หน้า / จำนวนหน้า

2/5

เนื้อหา

ย้อนกลับ

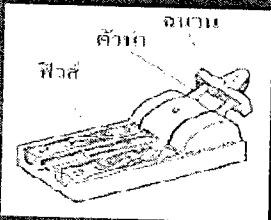
เมนู

ออก

อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า

ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือใช้ไฟมากเกินไปจนเกินขนาดที่กำหนดของฟิวส์

ฟิวส์เส้น ใช้กับสะพานไฟที่แผงวงจรรวม
 ฟิวส์กระเบื้อง ใช้ที่แผงรวมไฟในบ้าน
 ฟิวส์แผ่น ใช้กับแผงรวมไฟของอาคารใหญ่ๆ
 ฟิวส์หลอด ใช้ใส่ในวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ



-3-

หน้า / จำนวนหน้า

3/5

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

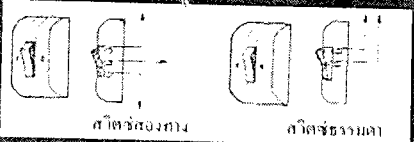
ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

อุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้า

สวิตช์ เป็นเครื่องมือ เปิด-ปิด อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยต่อเข้ากับวงจรแบบอนุกรม สวิตช์มี 3 แบบ

1. สวิตช์ทางเดียว
2. สวิตช์สองทาง
3. สวิตช์อัตโนมัติที่ทักน้ำที่กดสับฟิวส์ จะตัดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรหรือใช้ไฟฟ้าเกินกำหนด สามารถกดปุ่มต่อวงจรไฟฟ้าได้ใหม่ โดยไม่ต้องเปลี่ยนฟิวส์



-4-

หน้า / จำนวนหน้า

4/5

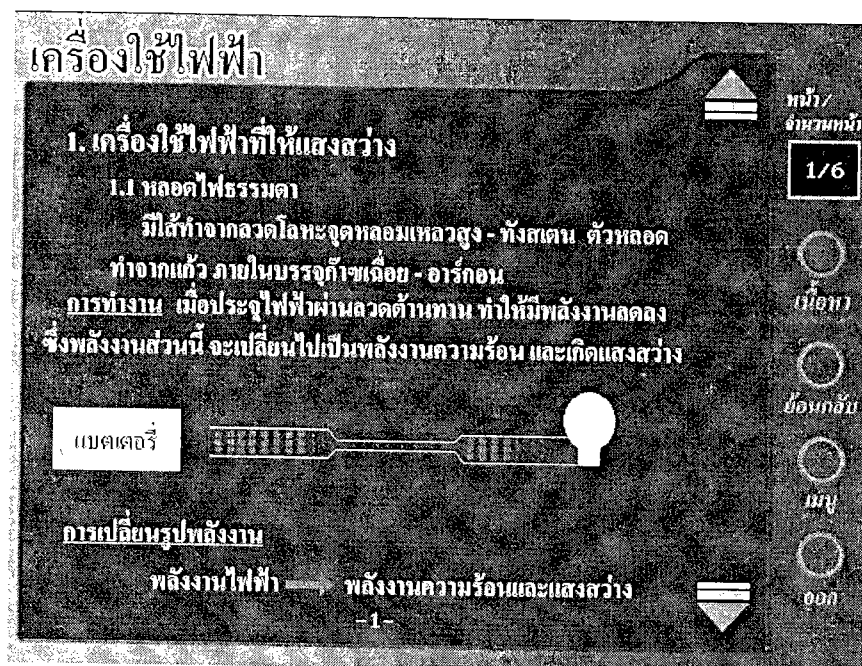
เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

แหล่งที่มา : วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก



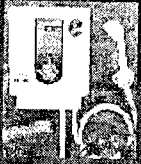
เครื่องใช้ไฟฟ้า

1.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ลวดต้านทาน ที่มีจุดหลอมเหลวสูง ให้ความร้อนเร็ว ได้แก่ สวดนิโครม เป็นโลหะผสมของนิกเกิลกับโครเมียม

หลักการทำงาน

เมื่อประจุไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านลวดต้านทาน ทำให้พลังงานลดลงเกิดการสูญเสียพลังงาน ซึ่งพลังงานส่วนนี้จะเปลี่ยนเป็นความร้อนทำให้ลวดต้านทานมีอุณหภูมิสูงขึ้น




-4-

หน้า/จำนวนหน้า: 4/6

เนื้อหา

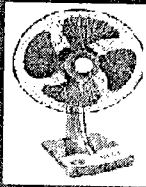
ย้อนกลับ

เมนู

ออก

เครื่องใช้ไฟฟ้า

1.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าพลังงานกล

ส่วนประกอบที่สำคัญคือ มอเตอร์

มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

หลักการทำงาน

ประจุไฟฟ้าเมื่อผ่านขดลวดของมอเตอร์ จะมีพลังงานลดลง กระแสไฟฟ้า ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้มอเตอร์หมุน

การเปลี่ยนรูปพลังงาน

พลังงานไฟฟ้า → พลังงานกล

-6-

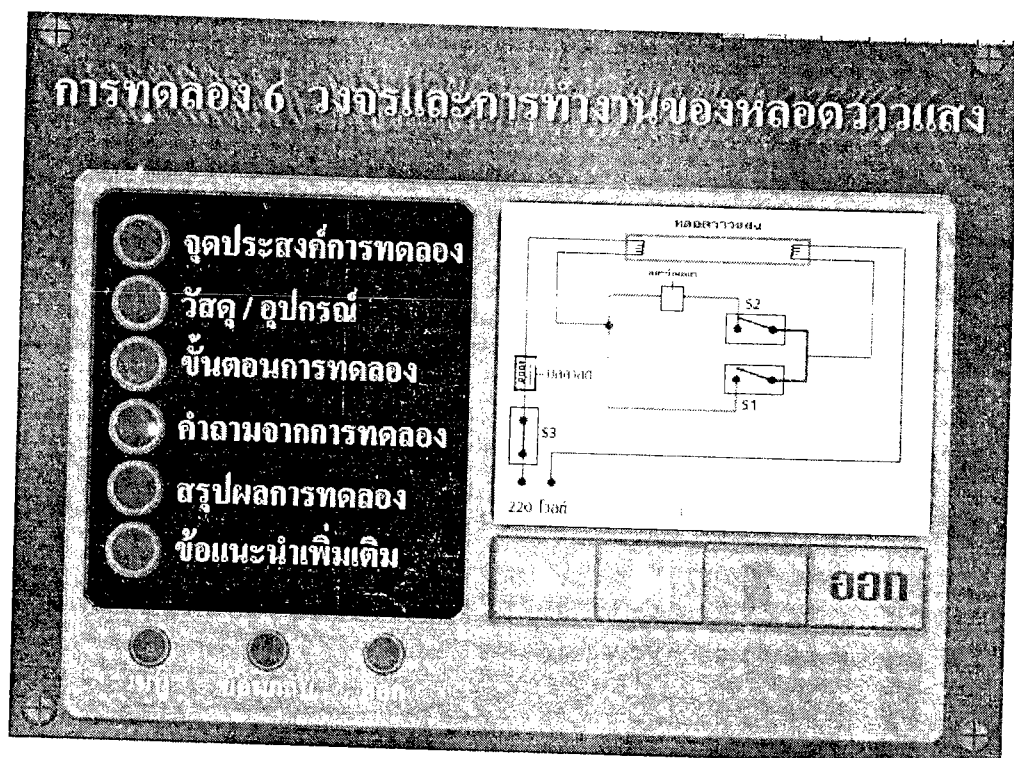
หน้า/จำนวนหน้า: 6/6

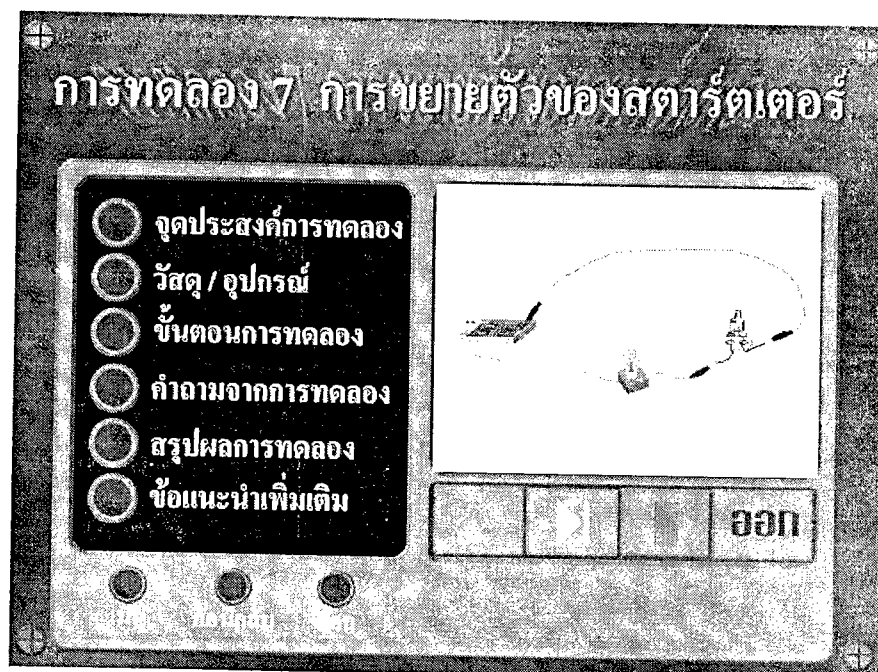
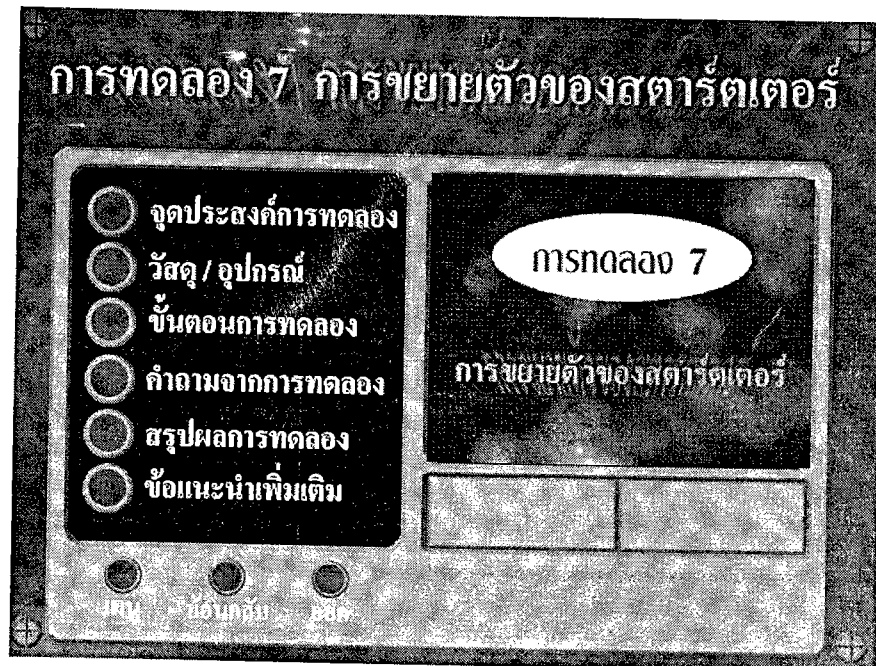
เนื้อหา

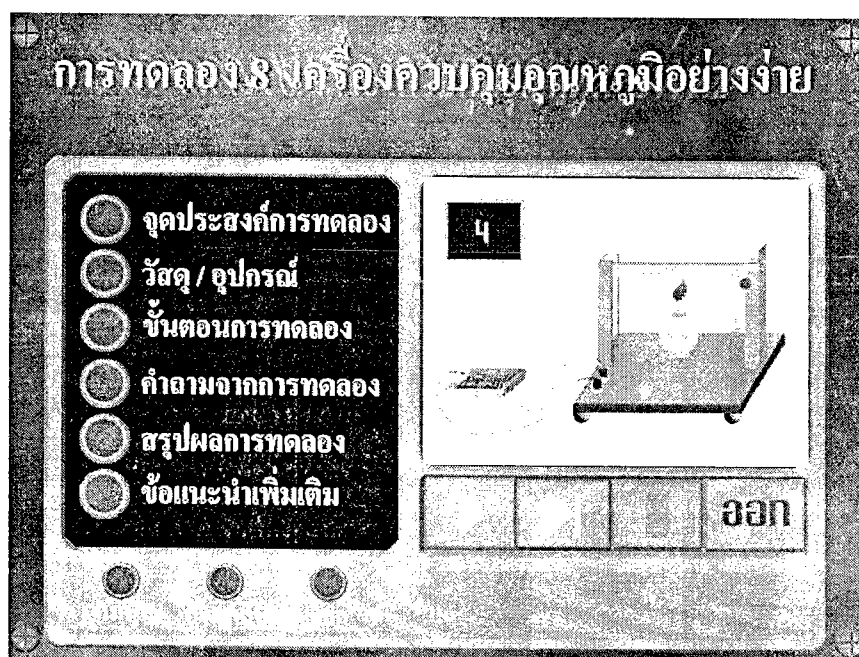
ย้อนกลับ

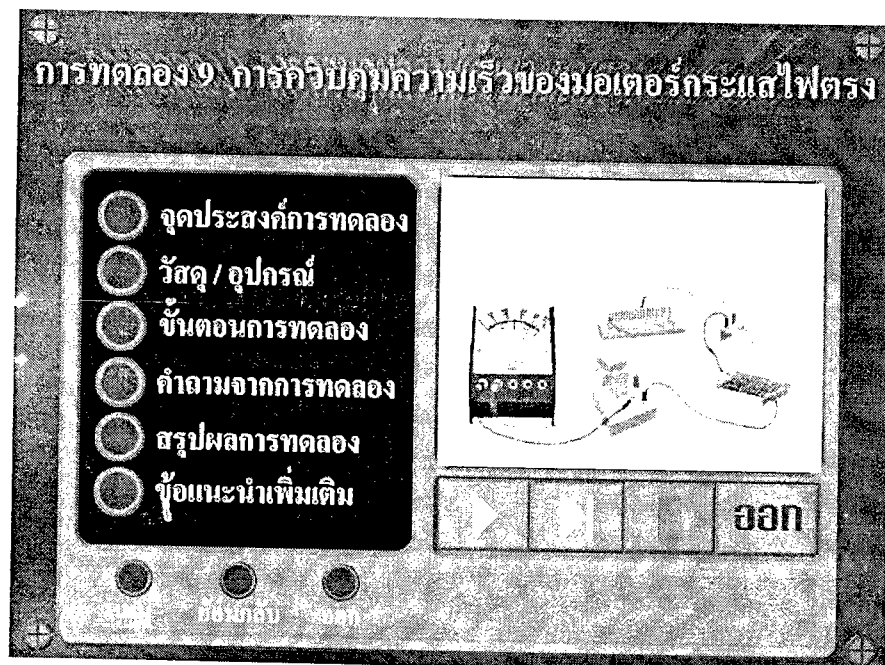
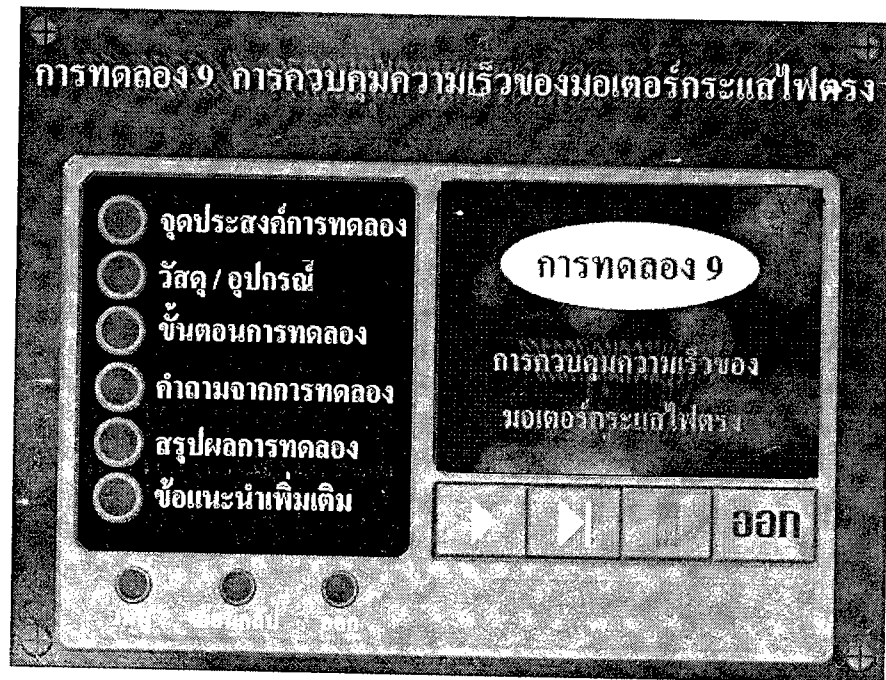
เมนู

ออก









ผลของกระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านร่างกาย

ความปลอดภัยเกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า

1. รีบตัดกระแสไฟฟ้าก่อนเมื่อพบผู้ประสบอันตราย
2. ตรวจสอบฉนวนหุ้มสาย รอยต่อ หัวต่อ ก่อนใช้กระแสไฟฟ้าเสมอ
3. เปลี่ยนทันที ถ้าสายไฟเกิดชำรุด
4. ร่างกายเปียกและอย่าแตะไฟฟ้า
5. อย่าเดินว่าวใกล้สายไฟ
6. ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสม



-1-

หน้า/
จำนวนหน้า

1/2

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

การปฐมพยาบาล



1. การช่วยเหลือผู้ถูกกระแสไฟฟ้า
 - 1.1 อย่าจับผู้ประสบอันตราย หรือสายไฟ
 - 1.2 รีบ ถอดปลั๊ก หรือตัดไฟฟ้าก่อน
 - 1.3 ใช้เชือก สายยางหรือไม้แห้ง คล้อง ดึง เชื้อ หรือดันให้หลุดจากไฟฟ้า
 - 1.4 ถ้าไม่หายใจรีบเป่าปาก

2. เมื่อผู้ถูกกระแสไฟฟ้าหยุดหายใจ วิธีให้ลมหายใจ

- 2.1 วางผู้ป่วยนอนหงาย ให้ศีรษะต่ำ
- 2.2 สอดนิ้วหัวแม่มือเข้าในปาก จับขากรรไกรล่างยกขึ้นกดปากอ้า
- 2.3 ดึงสิ่งของที่ค้างในปาก ถ้าคอแล้วมีขมุก
- 2.4 ทวนปากปิดปากผู้ป่วยให้สนิท เป่าลมเป็นจังหวะ 15 ครั้งใน 1 นาที
- 2.5 ถ้าไม่สามารถอ้าปากผู้ป่วยได้ให้ดูดขมุกแทน
- 2.6 ขณะนำส่งโรงพยาบาลให้ปากปิดติดต่อกันครั้งคราวจนกว่าจะถึงมือแพทย์

-1-

หน้า/
จำนวนหน้า

1/2

เนื้อหา

ย้อนกลับ

เมนู

ออก

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาววิภาภรณ์ อิ่มอารมย์
วันเดือนปีเกิด	2 มกราคม 2507
สถานที่เกิด	อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	356/1 หมู่ 11 ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	อาจารย์ 1 ระดับ 4
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบางบ่อวิทยาคม กรมสามัญศึกษา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2522	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง
พ.ศ. 2524	มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสมุทรปราการ
พ.ศ. 2526	ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (ป.กศ.สูง) วิทยาลัยครู ธนบุรี
พ.ศ. 2528	กศ.บ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา
พ.ศ. 2544	กศ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร