

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON
MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาและการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

บัณฑิตวิทยาลัย

ศูนย์พัฒนเทคโนโลยีการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาและการศึกษาพิเศษ

พ.ศ. 2544

ISBN 974-648-161-6

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON
MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC



อภิชาติ อนุกุลเวช

ABHICHAT ANUGOOLWECH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2544

ISBN 974 - 648 - 161 - 4

เลขหมู่.....

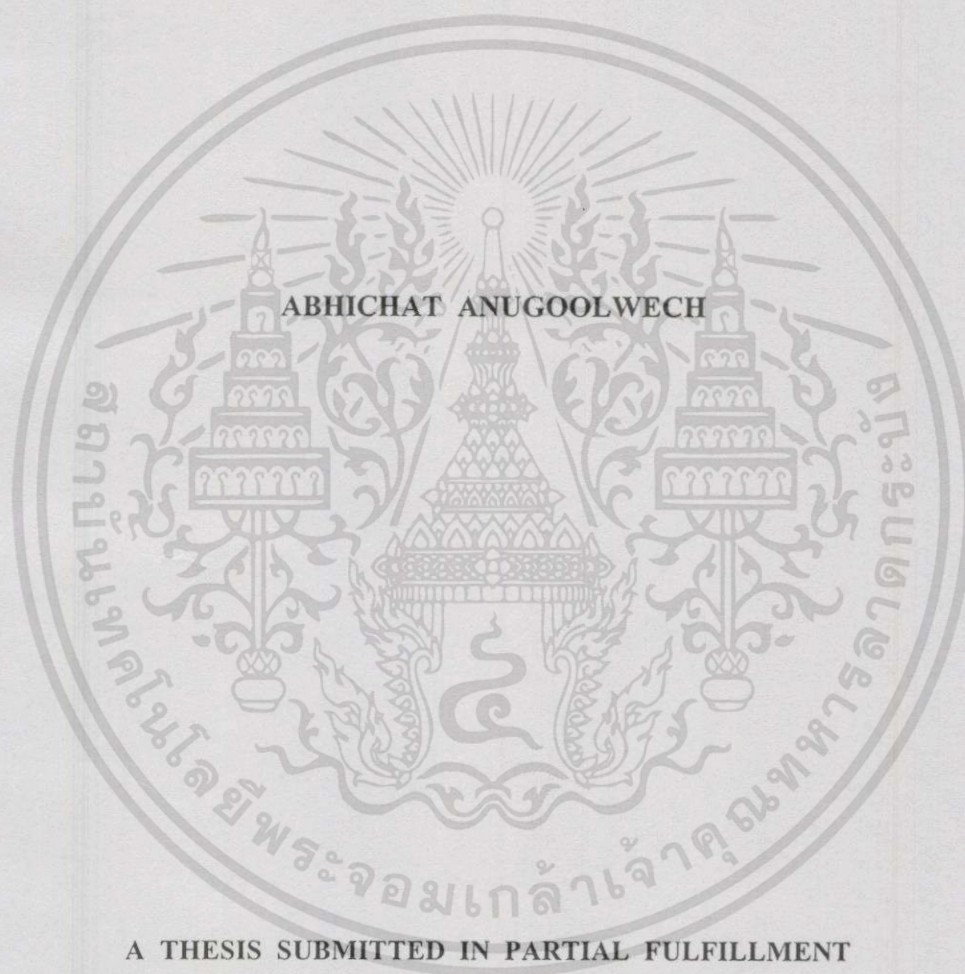
เลขทะเบียน 39617

วัน, เดือน, ปี - 8 ส.ย. 2544

b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON
MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM IN
EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2001

ISBN 974 - 648 - 161 - 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2001

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า
COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON MAGNETIC AND
ELECTROMAGNETIC
ชื่อนักศึกษา นายอภิชาติ อนุกุลเวช
รหัสประจำตัว 40064451
ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์
รศ.ดร.บุญมี พันธุ์ไทย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์	
ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี	
รศ.ดร.สมพร ไชยะ	
ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด	
ผศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 23 มีนาคม 2544 เวลา 8.30 น. เป็นต้น

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัดชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 9 เดือน 3 ปี 2544 พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า”
นักศึกษา	นายอภิชาติ อนุกุลเวช
รหัสประจำตัว	40064451
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2544
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ดร.สุรสิทธิ์ รัตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ รศ.ดร.บุญมี พันธุ์ไทย

บทคัดย่อ

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนจากการสอนปกติ โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า สร้างตามหลักทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ ที่มีกรนำเสนอนเนื้อหาแบบสาขา (Branching Programs) มีจำนวน 527 กรอบ ใช้เวลาในการเรียนประมาณ 104.20 นาที

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือนักศึกษาที่สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มาจากประชากรที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือนักศึกษาที่สุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มาจากประชากรที่เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัด และควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 60 คน แล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.23/83.10 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05



Thesis Title	Computer Assisted Instruction on Magnetic and Electromagnetic
Student	Mr.Abhichat Anugoolwech
Student ID.	40064451
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2001
Thesis Advisor	Dr. Surasit Ratee
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Supit Karnjanapun Assoc. Prof. Dr. Boonmee Panthai

ABSTRACT

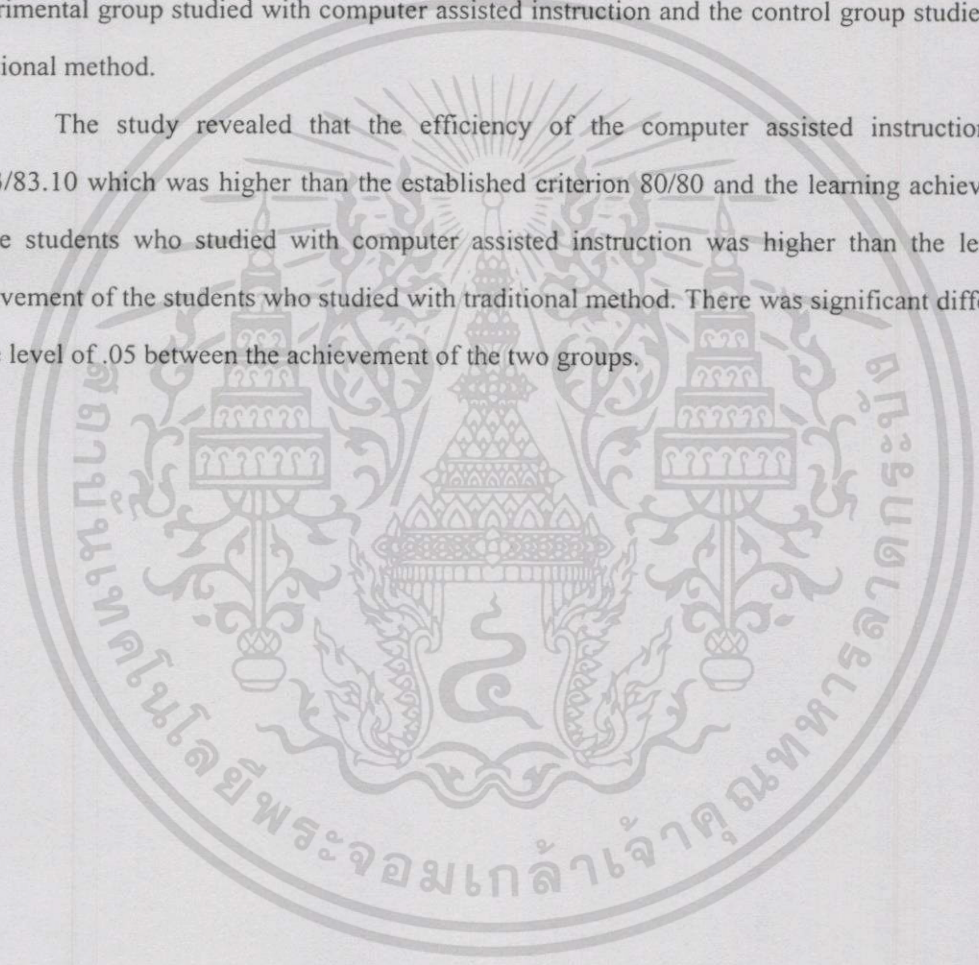
The purposes of this thesis were to construct and to find out the efficiency of the computer assisted instruction of Electrical Machines (31202103) on the topic of magnetic and electromagnetic, and to compare the learning achievement of the students who studied with the computer assisted instruction and the learning achievement of the students who studied with traditional method. The hypotheses were established that the computer assisted instruction which was developed can be used efficiently as the standard criterion 80/80 and the achievement of the students who studied with the computer assisted instruction was higher than the achievement of the students who studied with traditional method and there was significant difference at the level of .05 between the achievement of the two groups.

The computer assisted instruction on the topic of magnetic and electromagnetic was constructed along the theory of Alessi and Trollip. It comprised tutorial, animation, and model with branching programs. There were 527 frames and the time spent was 104.20 minutes.

The samples used to find out the efficient of the computer assisted instruction taken by simple random sampling from the population of first year diploma students (graduated M.6) majoring in Electrical Machines , Division of Electrical Power and first year diploma students (graduated vocational certificate) majoring in Telecommunication , Division of Electronics. All of them were the students of Chonburi Technical College , second semester , academic year 1999 who had never studied Electrical Machines (31202103) before and 30 students were chosen by drawing slot and were the first experimental group who studied with computer assisted instruction

The samples used in comparison the learning achievement were the students chosen by simple random sampling from the population of first year diploma students (graduated vocational certificate) and third year diploma students (graduated M.6) majoring in Industrial Instrumentation and Control , Division of Instrumentation and Control. All of them were the students of Chonburi Technical College , first semester , academic year 2000 who had never studied Electrical Machines (31202103) before and 60 students were chosen by drawing slot and then were divided into 2 groups , each group consisted of 30 student. After this they were chosen to be the second experimental group and the control group by drawing slot. The second experimental group studied with computer assisted instruction and the control group studied with traditional method.

The study revealed that the efficiency of the computer assisted instruction was 85.23/83.10 which was higher than the established criterion 80/80 and the learning achievement of the students who studied with computer assisted instruction was higher than the learning achievement of the students who studied with traditional method. There was significant difference at the level of .05 between the achievement of the two groups.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะ ได้รับความอนุเคราะห์สนับสนุน ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ในด้านแนวคิดในการออกแบบและการผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมไปถึงกระบวนการดำเนินการศึกษาค้นคว้าจาก ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ และรศ.ดร. บุญมี พันธุ์ไทย อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ่งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.โอวาท พูลศิริ ผศ.อรรถพร อุทธิเกิด ผศ.สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ และ รศ.ดร.สมพร ไชยะ ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการดำเนินงานวิจัย ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องงานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนให้ข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ไมตรี วรรณจิรบรรยากุล อาจารย์วชิระ สุขุมหา อาจารย์อนุรัตน์ ชันชวิธิ อาจารย์สมเจตน์ ม่วงเกษม และอาจารย์สุนทร นพวิง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองอย่างละเอียดรอบคอบ ให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพสูงสุด ทำให้การทดลองครั้งนี้มีความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผอ.วิศิษฐ์ สว่างทรัพย์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ผช.ดร.ไชย นันท์ แสงเมฆา ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ได้กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลซึ่งผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา ผู้วิจัยซาบซึ้ง ในความอนุเคราะห์ของท่านเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และบุคคลสำคัญที่ช่วยส่งเสริมและผลักดันให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสก้าวเข้าสู่ความสำเร็จและความหวังที่ตั้งใจก็คือ บพการี ผู้วิจัยระลึกถึงและกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอบแต่ คุณพ่อ คุณแม่ และครู-อาจารย์ ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

อภิชาติ อนุกุลเวช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	XI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	7
1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 หลักสูตรวิชาเครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา. 31202103.....	10
2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	16
2.3 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	28
2.4 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	48
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	57
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	92
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	97

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	101
4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	101
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	104
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	109
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	109
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	109
5.3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	110
5.4 สรุปผลการวิจัย.....	114
5.5 อภิปรายผล.....	115
5.6 ข้อเสนอแนะ.....	119
บรรณานุกรม.....	121
ภาคผนวก.....	126
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	127
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	135
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	138
ภาคผนวก ง เนื้อหาบทเรียนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า.....	153
ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	193
ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล.....	203
ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	225
ภาคผนวก ซ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	245
ประวัติผู้เขียน.....	267

สารบัญตาราง

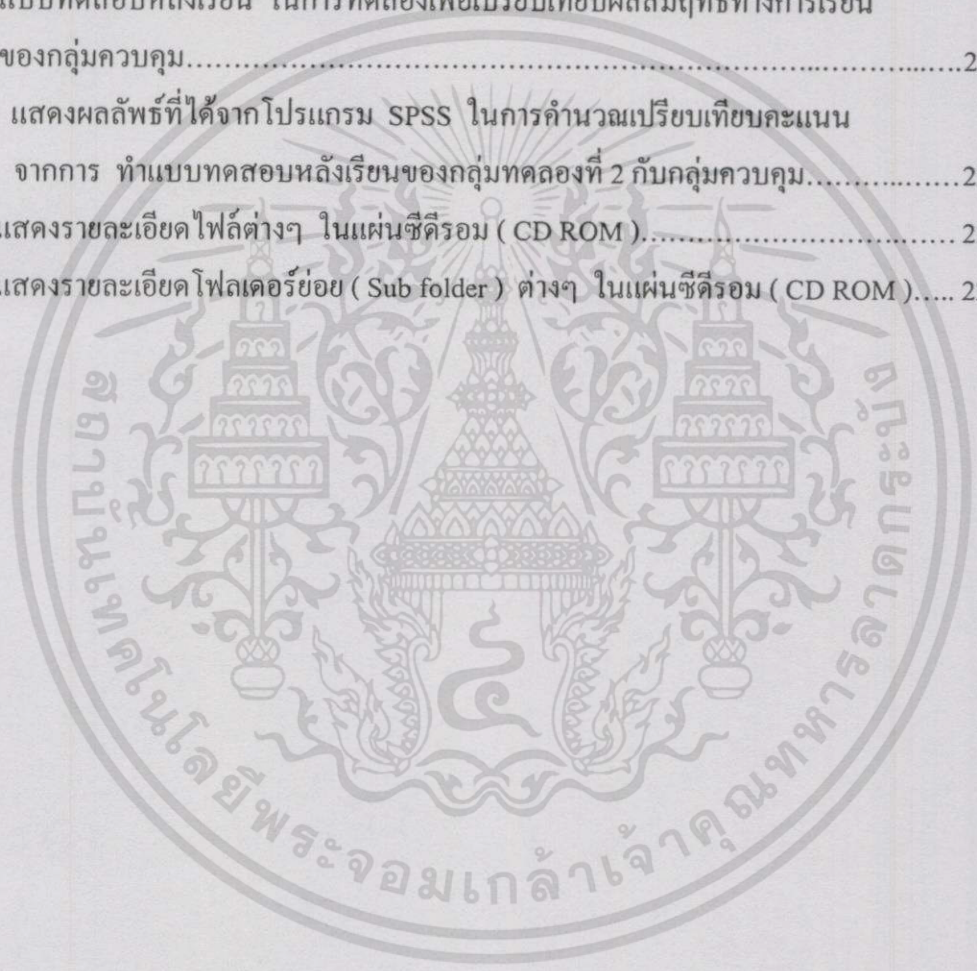
ตารางที่	หน้า
2.1 หน่วยการสอนทฤษฎีวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103).....	11
2.2 หน่วยการสอนปฏิบัติวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103).....	14
3.1 แสดงจำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	63
3.2 แสดงจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	66
3.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....	72
3.4 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....	74
3.5 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย.....	79
3.6 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย.....	80
3.7 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย.....	80
3.8 แสดงผลการวิเคราะห์ห้ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (p), ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่องแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า.....	81
3.9 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น.....	85
3.10 แสดงขอบเขตส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และความหมาย.....	85
3.11 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน.....	86
3.12 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน.....	88
4.1 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการกลุ่มทดลองที่ 1	102
4.2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน	104

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ.....	106
4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผลต่างระหว่าง ค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม.....	108
ฉ 1 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนเรื่องแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และระดับการวัดผลพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive).....	204
ฉ 2 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่นำไปทดลองใช้กับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขางาน ช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุม ในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ปีการศึกษา 2542 จำนวน 40 คน ที่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103).....	207
ฉ 3 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งเลือกตอบ เพื่อนำไป คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ $r_{11} = 0.7931$	208
ฉ 4 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนเลือกตอบ เพื่อนำไป คำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ $r_{11} = 0.7931$	209
ฉ 5 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง.....	211
ฉ 6 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย.....	213
ฉ 7 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1.....	215

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ 8 คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2	218
ฉ 9 คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม.....	220
ฉ 10 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS ในการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการ ทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม.....	223
ช 1 แสดงรายละเอียดไฟล์ต่างๆ ในแผ่นซีดีรอม (CD ROM).....	226
ช 2 แสดงรายละเอียดโฟลเดอร์ย่อย (Sub folder) ต่างๆ ในแผ่นซีดีรอม (CD ROM).....	227



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่.....	22
2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน.....	23
2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง.....	23
2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน.....	24
2.5 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ.....	25
2.6 แผนผังลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	46
3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	58
3.2 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินโปรแกรม.....	69
3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	71
3.4 แสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	77
3.5 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	83
3.6 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	92
3.7 แสดงลำดับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	97
ง 1.1 ลักษณะขั้วแม่เหล็กที่ดูผงตะไบ.....	157
ง 1.2 แท่งแม่เหล็กที่หักเป็นแท่งเล็กๆ ยังคงมีขั้วเหมือนเดิม.....	158
ง 1.3 รูปร่างของแม่เหล็กถาวรโดยทั่วไป.....	158
ง 1.4 การวางตัวของผงตะไบเหล็กแสดงให้เห็นถึงลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น.....	159
ง 1.5 ไดอะแกรมของเส้นแรงแม่เหล็ก.....	159
ง 1.6 ขั้วต่างกันพยายามที่จะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน.....	160
ง 1.7 ขั้วเหมือนกันพยายามที่จะออกแรงผลักซึ่งกันและกัน.....	160
ง 2.1 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก.....	161
ง 2.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากแท่งแม่เหล็ก.....	162
ง 2.3 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก.....	163
ง 2.4 เปรียบเทียบความซึมซาบจำเพาะระหว่างแกนไม้กับแกนเหล็ก.....	164
ง 2.5 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก.....	166
ง 2.6 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก.....	167
ง 3.1 ลักษณะของแม่เหล็กธรรมชาติ.....	169
ง 3.2 แม่เหล็กถาวรและแม่เหล็กชั่วคราว.....	170

สารบัญรูป(ต่อ)

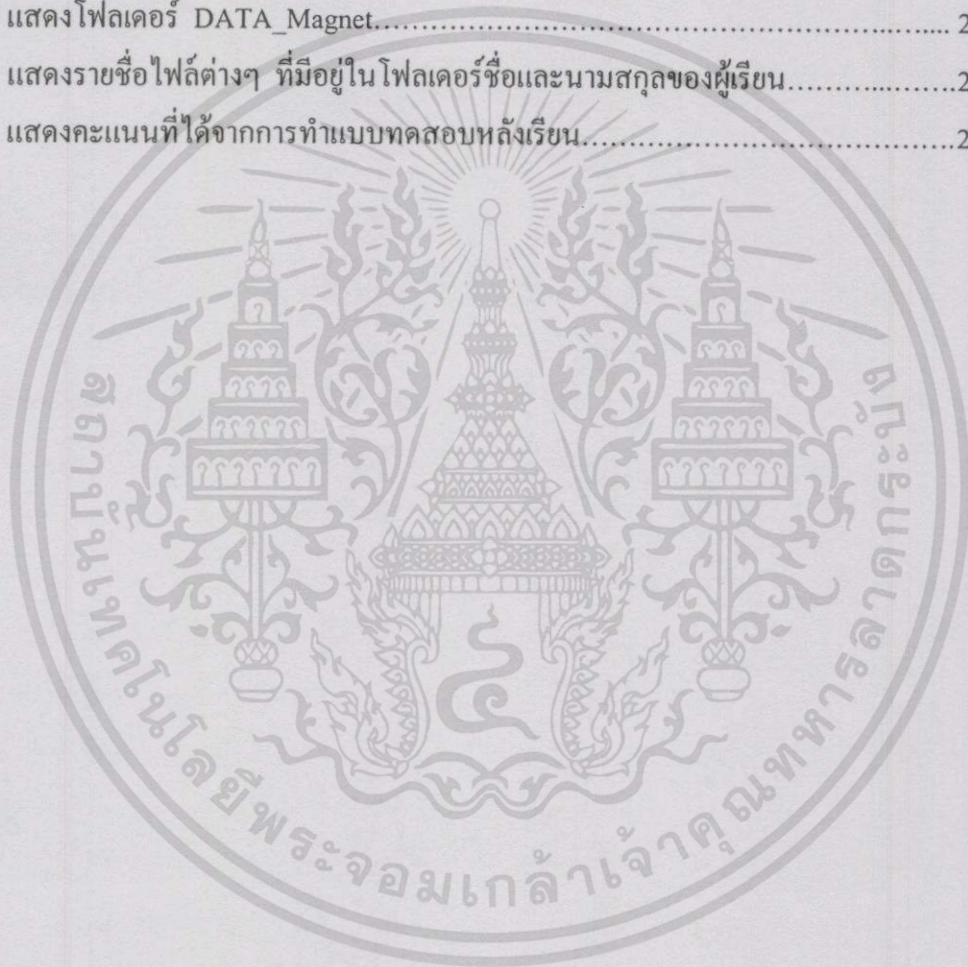
รูปที่	หน้า
ง 3.3 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบ ๆ อิเล็กตรอน.....	171
ง 3.4 แสดงคุณสมบัติการเรียงตัวกันของ โมเลกุลเมื่อแสดงและไม่แสดงอำนาจแม่เหล็ก.....	172
ง 4.1 วงจรแม่เหล็กอนุกรม.....	173
ง 4.2 วงจรแม่เหล็กขนาน.....	174
ง 4.3 วงจรไฟฟ้า.....	175
ง 4.4 วงจรแม่เหล็ก.....	175
ง 5.1 การทดลองของเออร์สเตด.....	177
ง 5.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน.....	177
ง 5.3 กฎมือขวาสำหรับหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำเมื่อมีกระแสไหลผ่าน.....	178
ง 5.4 แสดงวิธีหาทิศทางของการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็ก โดยใช้หลักการหมุนตะปูควง (สกรู).....	179
ง 5.5 การมีผลกระทบกระทั่่งต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า.....	180
ง 5.6 การใช้กฎมือขวาหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวด.....	181
ง 5.7 ลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวดเมื่อมีกระแสไหลผ่าน.....	181
ง 6.1 ตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำ.....	182
ง 6.2 กฎของเลนซ์.....	183
ง 6.3 กฎมือขวาของเฟลมมิง.....	184
ง 6.4 แสดงการหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนตัวนำในสนามแม่เหล็ก โดยใช้กฎมือขวาของเฟลมมิง.....	184
ง 6.5 กฎซ้ายมือของเฟลมมิง.....	185
ง 6.6 แสดงการหาทิศทางของการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก โดยใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิง.....	185
ง 6.7 แสดงการหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนตัวนำในสนามแม่เหล็ก โดยใช้กฎมือขวาของเฟลมมิง.....	186
ง 6.8 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดรอบเดียวที่หมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็ก.....	186
ง 6.9 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์.....	188

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ฉ 1 แสดงค่า t ที่คำนวณได้ อยู่ในเขตวิกฤต.....	224
ช 1 แสดงส่วนการนำเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	227
ช 2 แสดงไฟล์ Title_Magnet.EXE ในแผ่นซีดีรอม.....	228
ช 3 แสดง Taskbar ขณะโปรแกรมกำลังถูกเรียกขึ้นมา.....	228
ช 4 แสดงส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน.....	229
ช 5 แสดงส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน.....	229
ช 6 แสดงกรอบคำแนะนำในการเรียน.....	230
ช 7 แสดงเมนูบทเรียน.....	230
ช 8 แสดงเมนูหลักของบทเรียน.....	231
ช 9 แสดงเมนูหลักและเมนูย่อย.....	231
ช 10 แสดงกรอบในส่วนการนำเสนอเนื้อหา เรื่อง คุณสมบัติของแม่เหล็ก.....	232
ช 11 แสดงด้านบนของกรอบในส่วนการนำเสนอเนื้อหา.....	233
ช 12 แสดงส่วนนำเสนอเนื้อหา บริเวณกลางจอภาพ.....	234
ช 13 แสดงส่วนล่างของจอภาพ.....	234
ช 14 แสดงกรอบให้ผู้เรียนเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน หรือไม่.....	235
ช 15 แสดงกรอบคำชี้แจงในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน.....	235
ช 16 แสดงหน้าจอการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน.....	236
ช 17 แสดงปุ่มที่ใช้เรียกเครื่องคิดเลข.....	236
ช 18 แสดงเครื่องคิดเลข ที่มีในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน.....	237
ช 19 กรอบแสดงผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนผ่าน 80 %.....	237
ช 20 กรอบแสดงผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ไม่ผ่าน 80 %.....	238
ช 21 แสดงกรอบคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน.....	238
ช 22 แสดงหน้าจอของแบบทดสอบก่อนเรียน.....	239
ช 23 แสดงปุ่มที่ใช้เรียกเครื่องคิดเลข.....	239
ช 24 แสดงเครื่องคิดเลขที่มีในแบบทดสอบก่อนเรียน.....	240
ช 25 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนไม่ผ่าน 50 %.....	240
ช 26 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 50 % แต่ไม่เกิน 60 %.....	241
ช 27 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 60 % แต่ไม่เกิน 70 %.....	241

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ช 28 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 70 % แต่ไม่เกิน 80 %.....	241
ช 29 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 80 % ขึ้นไป.....	242
ช 30 แสดงหน้าจอของแบบทดสอบหลังเรียน.....	242
ช 31 แสดงกรอบให้เลือกว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่.....	243
ช 32 แสดงไฟล์เดอร์ DATA_Magnet.....	243
ช 33 แสดงรายชื่อไฟล์ต่างๆ ที่มีอยู่ในไฟล์เดอร์ชื่อและนามสกุลของผู้เรียน.....	244
ช 34 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน.....	244



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ได้เปิดแผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ขึ้นในวิทยาลัยเทคนิคต่างๆ จำนวน 5 แห่ง ในประเทศไทย คือ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี , วิทยาลัยเทคนิคสตั๊ดทีบ , วิทยาลัยเทคนิคระยอง , วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ และวิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี เพื่อผลิตนักศึกษา ตามความต้องการของตลาดอุตสาหกรรม ซึ่งมีโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เกิดขึ้นมาก

จุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม จะมุ่งเน้นให้นักศึกษาที่จบหลักสูตร สามารถปฏิบัติงานในระดับช่างเทคนิค ผู้ควบคุมงาน ผู้ช่วยวิศวกร มีความรู้ ความสามารถ เจตคติ และประสบการณ์ในด้านต่างๆ เช่น เขียนแบบ ออกแบบ ติดตั้งใช้งานและบำรุงรักษาอุปกรณ์การวัดและควบคุมกระบวนการในงานอุตสาหกรรม , วิเคราะห์และสอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม และออกแบบควบคุมระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (กรมอาชีวศึกษา, 2540)

การจัดการเรียนการสอนของแผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม จะพยายามมุ่งเน้นให้นักศึกษาที่จบออกไปแล้วมีคุณภาพ สามารถที่จะไปทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือสามารถที่จะไปสอบแข่งขันเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีได้ ดังนั้นในการเรียนการสอน ครู - อาจารย์ ผู้สอนทุกคน จึงต้องทำให้นักศึกษาทุกคนเกิดการเรียนรู้ ในวิชาที่เรียนให้มากที่สุด แต่ในการเรียนการสอนในวิชาต่างๆ ที่มีอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม นักศึกษาเกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชาหลายๆ วิชาด้วยกัน โดยเฉพาะในวิชาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้านั้น เนื้อหาภายในวิชามักจะประกอบไปด้วยสิ่งที่มองเห็นได้และสิ่งที่มองไม่เห็น ดังนั้นจึงเป็นปัญหาสำคัญสำหรับครู - อาจารย์ ที่สอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้า ในการที่จะอธิบายในสิ่งที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้เห็นภาพหรือทำสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เข้าใจในเรื่องนั้นๆ ได้ดียิ่งขึ้น ในวิชาที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าที่ผู้วิจัยพุดถึงนี้ จะมีอยู่หลายวิชาที่มีอยู่ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในงานอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา โดยเฉพาะวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ซึ่งเนื้อหาภายในวิชานี้จะประกอบไปด้วยเรื่องของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า และหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยหลักการทำงานของเครื่องกลไฟฟ้าเหล่านี้ ส่วนแต่อาศัยหลักการของแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสิ้น คือ ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเราใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเปลี่ยนการเคลื่อนที่ให้เกิดไฟฟ้า ในมอเตอร์ไฟฟ้าเราใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเปลี่ยนไฟฟ้าให้เกิดการเคลื่อนที่ และในหม้อแปลงไฟฟ้าเราใช้สนามแม่เหล็กเป็นตัวเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้า (ไมตรี วรวิจิตรยากุล. 2534 : 1) เราจะเห็นได้ว่าเรื่องของแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้านั้นมีความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานที่จะทำให้เราเข้าใจในหลักการทำงานของเครื่องกลไฟฟ้าดังกล่าว แต่เรื่องของแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้านั้นเป็นเรื่องที่ยากแก่การเข้าใจเพราะสนามแม่เหล็กที่อยู่รอบๆ แท่งแม่เหล็ก เราไม่สามารถที่จะมองเห็น ได้ยินหรือสัมผัสสัมผัสได้ นอกจากนี้สนามแม่เหล็กไม่มีทั้งรสและกลิ่นอีกด้วย เพียงแต่เราทราบว่ามันมีจริงและทราบว่ามันมาใช้งานได้อย่างไร (ไมตรี วรวิจิตรยากุล. 2534 : 1) เมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจในเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งมีทั้งทฤษฎีและกฎต่างๆ มากมาย เช่น คุณสมบัติของแม่เหล็ก ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก วงจรแม่เหล็ก แม่เหล็กไฟฟ้า กฎของฟาราเดย์ กฎของเลนซ์ กฎของแอมป์แวลต์ กฎมือขวาของเฟลมมิง และกฎมือซ้ายของเฟลมมิง เป็นต้น ก็จะไม่สามารถเข้าใจในวิชาเครื่องกลไฟฟ้าได้ดี จึงมีการนำสื่อการเรียนการสอนหลายประเภทเข้ามาช่วยในการอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้ามากขึ้น แต่ยังไม่สามารถที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างดีพอ เช่น การใช้แผ่นใสหรือสไลด์ก็ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพการวิ่งของเส้นแรงแม่เหล็กและการเคลื่อนที่ของตัวนำ การใช้วีดิทัศน์สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวได้แต่ไม่สะดวกในการดูซ้ำสำหรับผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทางด้านการเรียนรู้ หรือแม้กระทั่งการใช้สื่อที่เป็นของจริงก็ไม่สามารถทำให้ผู้เรียนได้เห็นถึงเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นได้เลย เป็นต้น

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องนำสื่อการเรียนการสอนเข้ามาช่วยให้นักเรียนเห็นภาพการเรียนรู้ดีขึ้น และสื่อการเรียนการสอนที่จะนำมาใช้นั้นต้องสามารถแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรม หรือเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น ได้ดีอีกด้วย

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นนวัตกรรมของสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยช่วยนักศึกษาในการเรียนการสอน มีผลดีกว่าการใช้สิ่งพิมพ์หรือหนังสือ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถโต้ตอบได้ การใช้สื่อการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ทำให้นักศึกษาได้ใช้ประสาททุกส่วนของร่างกายในการเรียนรู้ (ไพศาล หุ่นแก้ว. 2531 : 14 – 17)

คอมพิวเตอร์สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การเรียนรู้ได้ทั้งจาก จักขุ โสต และกายสัมผัส มีแสง สี เสียง การโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับเครื่อง สามารถตอบสนองเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง คอมพิวเตอร์สามารถบันทึกคะแนน ให้การตอบสนองให้แก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วและเป็นระบบ สามารถให้การเสริมแรงด้วยภาพและเสียงประกอบได้พร้อมๆ กัน (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2532 : 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คอมพิวเตอร์กับงานด้านการศึกษา ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น โดยผู้สอนเป็นผู้เขียนโปรแกรมเอง โปรแกรมที่ใช้ในการศึกษา คนส่วนใหญ่จะรู้จักคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า Computer – Assisted Instruction หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า บทเรียน CAI (กุลยา นิมัสกุล. 2534 : 24)

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยเสนอเนื้อหาทีละหน้า สามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการในการเรียนรู้ เพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วยคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการ คือ (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 8)

1. มีลักษณะสารสนเทศ หมายถึง มีเนื้อหาสาระที่ได้รับการเรียบเรียงเป็นอย่างดี ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2. สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทางการเรียน ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจและพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถควบคุมเนื้อหาได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล ในเรื่องที่ยังไม่เข้าใจ ผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำได้จนกว่าจะผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (ไพฑูรย์ นพภาส . 2535)

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ ได้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน สามารถคลิกที่ปุ่มต่างๆ เลือกเนื้อหาที่ต้องการศึกษา

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ซึ่งตรงกับแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) การให้ผลป้อนกลับเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) โดยมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียน ผู้เรียนต้องตอบคำถามด้วยตนเองไม่สามารถตอบคำถามล่วงหน้าได้ ทำให้ป้องกันความไม่ซื่อสัตย์ต่อตนเอง ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้องจะได้รับคำชมเชยทุกครั้งโดยวิธีการต่างๆ กัน ทั้งภาพและเสียงแต่ถ้าตอบคำถามผิดก็จะให้กำลังใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดความพยายามที่จะตอบคำถามให้ถูกต้อง คอมพิวเตอร์ไม่เคยบ่นหรือว่ากล่าวตักเตือนด้วยถ้อยคำที่อาจทำให้เกิดความท้อถอยหรือหมดกำลังใจ เมื่อจบแบบทดสอบจะปรากฏผลคะแนนสอบให้ทราบทันที (อ่ำพล สงวนศิริธรรม. 2538)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงภาพการจำลองเหตุการณ์ การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า การวิ่งของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ การเคลื่อนที่ของตัวนำ การดูดกันของสนามแม่เหล็กและการผลักรันของสนามแม่เหล็ก เหมือนกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ทำให้

สามารถอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมออกมาเป็นรูปธรรม และอธิบายสิ่งที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้มองเห็นได้ อันจะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนดียิ่งขึ้น

จากปัญหาและลักษณะเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งมั่นที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นมา โดยผู้วิจัยเชื่อมั่นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้จะสามารถนำมาใช้เป็นสื่อการสอนและลดปัญหาในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี โดยจะช่วยทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในด้านเนื้อหาดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้สอนในวิชาอื่นๆ ที่เรียนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย แบ่งเป็น 2 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1.2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนจากการสอนปกติ

1.3 สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย แบ่งเป็น 2 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพัฒนาขึ้นตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

1.4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มีดังนี้

- 1.4.2.1 คุณสมบัติของแม่เหล็ก
- 1.4.2.2 ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก
- 1.4.2.3 ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก
- 1.4.2.4 วงจรแม่เหล็ก
- 1.4.2.5 แม่เหล็กไฟฟ้า
- 1.4.2.6 การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

1.4.3 โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรม Macromedia Authorware Version. 4.0

1.4.4 บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น ต้องการระบบคอมพิวเตอร์ดังต่อไปนี้

1.4.4.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ (PC Computer) ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เทียบเท่าได้กับ Intel Pentium 100 หรือสูงกว่า

1.4.4.2 ระบบปฏิบัติการ Windows 95 , 98 , me , NT หรือ Windows 2000

1.4.4.3 หน่วยความจำ RAM อย่างต่ำ 32 MB

1.4.4.4 เครื่องอ่านซีดีรอม (CD-ROM Drive) ความเร็ว 24 เท่า หรือสูงกว่า

1.4.4.5 การ์ดแสดงผล 800×600 , High Colour (16 Bit) หรือดีกว่า

1.4.4.6 การ์ดเสียง (Sound Card) ควรเป็น Sound Blaster หรือเทียบเท่าพร้อมลำโพง

1.4.4.7 เมาส์ (Mouse)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งหมด 138 คน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 รวมจำนวน 61 คน

2. ประชากรที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 รวมจำนวน 77 คน

1.4.6 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรในส่วนที่ 1 ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรในส่วนที่ 2 ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 60 คน แล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

1.5 ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1.5.1 ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ เป็นผู้มีความสามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้และถือว่าผู้เรียนที่มีความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้

1.5.2 การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนเพศ วัย พื้นฐานทางเศรษฐกิจ สังคม และอารมณ์ของนักศึกษา

1.6 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มาจัดไว้สำหรับนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.6.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพของบทเรียนซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

1.6.3 เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หมายถึง เกณฑ์ที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียน 80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการสอนได้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูกจากแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน คิดเป็นร้อยละ 80 80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ได้จากการหาค่าคะแนนเฉลี่ยของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาตอบถูกจากแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 80

1.6.4 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง

1.6.5 การเรียนจากการสอนปกติ หมายถึง การเรียนในห้องเรียน โดยเรียนกับผู้สอนที่มีการสอนแบบบรรยายพร้อมแผ่นใส เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

1.6.6 นักศึกษาหรือผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ปีการศึกษา 2542 และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัด และควบคุมในงานอุตสาหกรรม แผนวิชาการวัดและควบคุมในงานอุตสาหกรรม ปีการศึกษา 2543 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

1.6.7 กลุ่มทดลองที่ 1 หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นกลุ่มที่จะนำไปใช้หาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.6.8 กลุ่มทดลองที่ 2 หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นกลุ่มที่จะนำไปเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการทดสอบหาค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

1.6.9 กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่เรียนจากการสอนปกติ ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนในห้องเรียน โดยเรียนกับผู้สอนที่มีการสอนแบบบรรยายพร้อมแผ่นใส เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

1.6.10 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม หมายถึง นักศึกษาที่จบมาจากระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หรือเทียบเท่า ในประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หรือ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แล้วเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ใช้เวลาในการศึกษา 2 ปี

1.6.11 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม หมายถึง นักศึกษาที่จบมาจากระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาอื่นๆ หรือ ผู้ที่จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) แล้วเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ใช้เวลาในการศึกษา 3 ปี

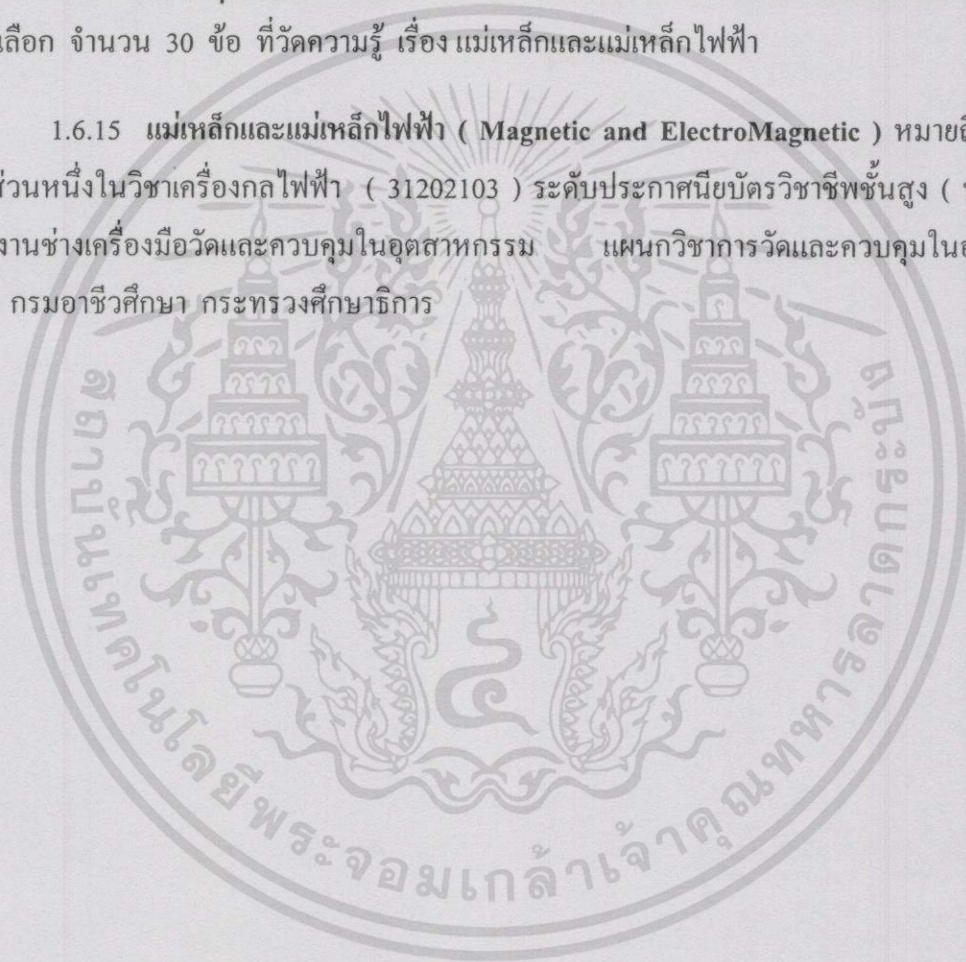
1.6.12 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง นักศึกษาที่จบมาจากระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หรือเทียบเท่า ในประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ แล้วเข้า

ศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ใช้เวลาในการศึกษา 2 ปี

1.6.13 นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หมายถึง นักศึกษาที่จบมาจากระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาอื่นๆ หรือ ผู้ที่จบชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) แล้วเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังใช้เวลาในการศึกษา 3 ปี

1.6.14 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่วัดความรู้ เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

1.6.15 แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic and ElectroMagnetic) หมายถึง เนื้อเรื่องส่วนหนึ่งในวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

1. หลักสูตรวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 หลักสูตรวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) จำนวน 3 หน่วยกิต เรียนสัปดาห์ละ 5 คาบ ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ คาบละ 50 นาที ใช้เวลาในการเรียนทั้งหมด 18 สัปดาห์ รวม 90 คาบ มีรายละเอียดดังนี้ (กรมอาชีวศึกษา. 2540)

2.1.1 จุดประสงค์รายวิชา เมื่อผู้เรียนเรียนวิชานี้แล้วสามารถ

- 2.1.1.1 รู้ลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับแบบต่างๆ
- 2.1.1.2 รู้ลักษณะสมบัติของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับแบบต่างๆ
- 2.1.1.3 เข้าใจหลักการทำงานและวิธีทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า
- 2.1.1.4 เข้าใจวิธีการต่อและทดสอบเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
- 2.1.1.5 เข้าใจวิธีการเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมและวงจรสมมูลของหม้อแปลงเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและมอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาลักษณะสมบัติและหลักการทำงานของเครื่องกลไฟฟ้า การเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม วงจรสมมูลของเครื่องกลไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงแบบต่างๆ การเริ่มเดินและการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบต่างๆ

ปฏิบัติการทดสอบลักษณะสมบัติของเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ แบบเฟสเดียวและสามเฟส การเริ่มเดินและการควบคุมความเร็ว การหาค่าตั้งและประสิทธิภาพเครื่องกลไฟฟ้า การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ การขนานหม้อแปลง การต่อและการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าระบบสามเฟส การหาแรงบิด การหากลุ่มแวกเตอร์ ของเครื่องกลไฟฟ้า

2.1.3 หน่วยการสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1 หน่วยการสอนทฤษฎีวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103)

หน่วยที่	รายการสอน (ทฤษฎี)	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า 1.1 คุณสมบัติของแม่เหล็ก 1.2 ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก 1.3 ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก 1.4 วงจรแม่เหล็ก 1.5 แม่เหล็กไฟฟ้า 1.6 การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	2	
2	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง - ส่วนที่อยู่กับที่ (Field) - ส่วนที่เคลื่อนที่ (Armature) 2.1 หลักการกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 2.2 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง - Separately Exited - Self Exited - Series Generator	4	

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน (ทฤษฎี)	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
3	- Shunt Generator - Differential Compound Generator มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 3.1 โครงสร้าง 3.2 ชนิดและหลักการทำงาน - Series Motor - Shunt Motor - Cumulative Compound Motor	2	
4	3.3 ข้อดี-ข้อเสีย ประโยชน์และการเลือกใช้งาน เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 4.1 โครงสร้าง - ส่วนที่อยู่กับที่ - ส่วนที่เคลื่อนที่ 4.2 หลักการกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับและรูปคลื่นไฟฟ้ากระแส สลับ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วทางกลและทางไฟฟ้า	2	
5	การกำเนิดไฟฟ้าหลายเฟส (Poly Phase) 5.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามเฟส 5.2 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 5.3 การส่งจ่ายไฟฟ้า	4	
6	หม้อแปลงไฟฟ้า 6.1 โครงสร้าง 6.1.1 แกนเหล็ก - Core Type - Shell Type - Teriod	2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน (ทฤษฎี)	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
	6.2 หลักการทำงานและพารามิเตอร์ต่างๆ		
	6.3 ชนิดของหม้อแปลง		
	- Isolate Transformer		
	- Auto Transformer		
7	การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า	4	
	7.1 Open Circuit Test		
	7.2 Short Circuit Test		
	7.3 Load Test		
	7.4 การหาประสิทธิภาพ & Voltage Regulation		
	7.5 เฟสเซอร์ไดอะแกรมและวงจรสมมูลย์		
8	การต่อหม้อแปลงและการขนานหม้อแปลง	4	
	8.1 การกำหนดขั้วสายหม้อแปลง		
	8.2 การขนานหม้อแปลง		
	8.3 การต่อหม้อแปลงแบบต่างๆ		
9	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	2	
	9.1 ชนิดและโครงสร้าง		
	9.2 หลักการทำงาน		
10	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	2	
	10.1 หลักการทำงาน		
	10.2 เฟสเซอร์ไดอะแกรมและวงจรสมมูลย์		
11	อุปกรณ์ควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า	2	
	11.1 Switch Gear		
	11.2 คอนแทคเตอร์และอุปกรณ์ควบคุมป้องกันอื่นๆ		
12	การเริ่มเดินและการควบคุมความเร็วมอเตอร์	2	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 หน่วยการสอนปฏิบัติการวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103)

หน่วยที่	รายการสอน (ปฏิบัติ)	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
1	การทดลองหาคูณสมบัติและคุณลักษณะของแม่เหล็ก - จุดเหล็ก , นิเกิล และ โคบอลท์ - การกำหนดขั้วแม่เหล็ก - การหาแนวเส้นแรงแม่เหล็ก		3
2	การทดลองหาค่า Parameter ต่างๆ ของแม่เหล็กไฟฟ้า การทดลองการเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้า		3
3	การทดสอบการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 3.1 Separately Exited 3.2 Shunt Generator 3.3 Series Generator 3.4 Short Shunt Differential Compound Generator 3.5 Long Shunt Differential Compound Generator		3
4	การทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 4.1 Series Motor 4.2 Shunt Motor 4.3 Short Shunt Cumulative Compound Motor 4.4 Long Shunt Cumulative Compound Motor		3
5	ทดลองหารูปคลื่นแรงดันไฟฟ้า A.C.(Sine Wave) และ Parameter ต่างๆ เช่น Vpp , Time Period , Frequency , RMS & Average		3
6	การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส 6.1 Delta Connection 6.2 Star Connection 6.3 Load Test - Balance Load - Unbalance Load 6.4 การขนานเครื่องกำเนิดไฟฟ้า		3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

หน่วยที่	รายการสอน (ปฏิบัติ)	จำนวนคาบ	
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ
7	การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 7.1 Open Circuit Test 7.2 Short Circuit Test 7.3 Load Test		3
8	ทดลองต่อหม้อแปลงและขนานหม้อแปลง		6
9	ทดลองการเกิดสนามแม่เหล็กหมุนและการกลับทิศทางการหมุน		3
10	ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า 1 เฟส 10.1 Split Phase or Centrifugal Switch Motor 10.2 Capacitor Motor , Capacitor Start & Capacitor Run Motor 10.3 Shaded Pole Motor 10.4 Repulsion Motor 10.5 Universal Motor		3
11	ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส 11.1 Synchronous Motor 11.2 Induction Motor , Wound Rotor or Slip Ring Motor Squirrel Cage Rotor		6
12	การเริ่มเดินและการควบคุมความเร็วมอเตอร์		6

สำหรับเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า นั้นอยู่ในหน่วยการสอนทฤษฎีวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) หน่วยที่ 1 หัวข้อเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ใช้เวลาเรียน 2 คาบๆ ละ 50 นาที รวม 100 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในประเทศไทยเรา มีความตื่นตัวในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากการมีหลักสูตรวิชาคอมพิวเตอร์ ในระดับโรงเรียนเพิ่มจากวิชาอื่นๆ นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับช่วยสอนในวิชาต่างๆ เพิ่มขึ้น ดังจะเห็นได้จากการที่หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีการนำเสนอผลงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการจัดประชุมทางวิชาการเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นประจำทุกปี นับแต่ พ.ศ. 2529 เป็นต้นมา แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมาดังกล่าว การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีไม่มากและแพร่หลายเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจจะมาจากระบบคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาการที่รวดเร็วมาก ทำให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถไปด้วยกันกับระบบคอมพิวเตอร์หรือใช้ด้วยกันไม่ได้ อีกทั้งราคายังอยู่ในระดับที่โรงเรียนทั่วไปไม่สามารถจัดหามาใช้ได้

ปัจจุบันพัฒนาการของระบบคอมพิวเตอร์อยู่ในรูปของมัลติมีเดีย ที่มีการแสดงผลในรูปของแสง สี เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ทำให้มีความน่าสนใจมากขึ้นต่อการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถรับประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัสทั้ง 5 ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียนที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาถึงความเป็นมาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน น่าจะมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) ซึ่งในระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมาการเรียนการสอนแบบโปรแกรมได้รับความสนใจว่าเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากการเรียนการสอนวิธีนี้มีหลักการพื้นฐานของการใช้ทฤษฎีและหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Differences) มีการให้แรงเสริม (Reinforcement) และการให้ข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียน (Feedback) การเรียนการสอนในลักษณะนี้นอกจากจะใช้สื่อการเรียนการสอนในรูปเอกสารแล้ว ได้พยายามสร้างเครื่องมือสอน (Teaching Machine) เพื่อนำเสนอบทเรียนแบบโปรแกรมอีกด้วย และเมื่อคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษา บทเรียนแบบโปรแกรมจึงมีการพัฒนามาอยู่บนจอคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการเสนอบทเรียนในรูปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Book) และทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน (Computer Assisted Instruction) ขึ้น (บุปผชาติ ทัทพิทกรณ์. 2538 : 5 - 9)

2.2.2 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำศัพท์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนนั้น นิยมใช้คำศัพท์แตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ซึ่งคำว่า ซีเอไอ (CAI : Computer – Assisted Instruction) เป็นศัพท์เดิมที่นิยมใช้ในสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่าการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย อีกคำหนึ่งที่นิยมใช้คือคำว่า ซีเอ็มไอ (CMI : Computer – Managed Instruction) หมายถึงการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ ส่วนยุโรปมักจะใช้คำแตกต่างไปจากสหรัฐอเมริกา คำที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันคือ ซีบีอี (CBE : Computer – Based Education) หมายถึงการศึกษาโดยอาศัยคอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ ยังมีอีกหลายคำที่แพร่หลาย เช่น ซีเอแอล (CAL : Computer – Assisted Learning) และ ซีเอ็มแอล (CML : Computer – Managed Learning) (ศรีศักดิ์ จามรมาน. 2535 : 1)

จะเห็นได้ว่า มีการเปลี่ยนศัพท์ตัวกลางและตัวสุดท้ายของคำ และยังมีศัพท์ที่แพร่หลายเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนโดยทั่วไปอีก เช่น

CAI (Computer – Assisted Instruction) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

CAL (Computer – Assisted Learning or Computer – Aided Learning) คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียน

CBI (Computer – Based Instruction) คอมพิวเตอร์ในการสอน

CBL (Computer – Based Learning) คอมพิวเตอร์ในการเรียน

CBE (Computer – Based Education) คอมพิวเตอร์ในการศึกษา

CBT (Computer – Based Training) คอมพิวเตอร์ในการฝึกอบรม

CAT (Computer – Aided Training) คอมพิวเตอร์ช่วยในงานฝึกอบรม

CDI (Computer – Development Instruction) คอมพิวเตอร์พัฒนาการสอน (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541 : 52)

IAC (Instructional Application of Computer) การใช้คอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงขอใช้คำศัพท์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า CAI ซึ่งย่อมาจาก Computer – Assisted Instruction หรือ Computer – Aided Instruction เพราะเป็นที่นิยมและรู้จักกันแพร่หลายมากที่สุดในประเทศเรา นักวิชาการทางการศึกษาหลายท่าน และนักคอมพิวเตอร์ของประเทศไทยก็นิยมใช้คำนี้ด้วยเช่นกัน ซึ่งได้กล่าวถึงความหมายของ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer – Assisted Instruction ; CAI) หมายถึงกลวิธีการสอนที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

ฉลอง ทับศรี (2535) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction ; CAI) เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองเป็นหลัก บทเรียนอาจจะบันทึกเป็นแผ่นดิสก์แผ่นเดียวหรือหลายแผ่นหรืออาจบรรจุอยู่ในฮาร์ดดิสก์ก็ได้ เวลาเรียนจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาเสนอบทเรียนอาจเป็นเครื่องที่ใช้กันอยู่ทั่วไป หรืออาจเป็นเครื่องที่เพิ่มเติมอุปกรณ์ต่างๆ เท่าที่จำเป็นในการนำเสนอบทเรียนนั้นๆ เช่น อาจมีการ์ดเสียง หรือเครื่องเล่นวีดิโอดิสก์ (CD - ROM) ประกอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

ยีน ภู่วรรณ (2531 : 3) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนแบบรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของแต่ละคน

ศิริชัย สงวนแก้ว (2534) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นการประยุกต์โดยนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยจะมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหาในแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบของการสอนเนื้อหาโดยตรง แบบจำลองสถานการณ์หรือแบบแก้ปัญหา การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม โปรแกรมจะถูกเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือในหน่วยความจำของเครื่องและพร้อมที่จะเรียกมาใช้ได้ตลอดเวลา การตอบสนองของผู้เรียนจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนต่อไป

ศักดิ์ ไชยกิจญโญ (2536) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ถนอมพร ดันพิพัฒน์ (2539 : 3) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ช่วยในการสอน โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำการนำเสนอบทเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันจะพบว่ามี การนำสื่อประสมหรือมัลติมีเดีย (Multimedia) เข้ามาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา (สื่อประสมคือการผสมผสานสื่อหลายๆ ชนิด เช่น ข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ฯลฯ เข้าด้วยกัน) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการนำเสนอเนื้อหาของ CAI ได้มาก ทำให้ CAI ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษิณา สวานานนท์ (2530) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำเอา คอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนนั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเครื่อง คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ แล้วเรียกโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นขึ้นมา บนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย บทเรียนหรือรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้อง อ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน รอจนคิดว่าพร้อมแล้วจึงสั่งคอมพิวเตอร์ว่า ต้องการทำต่อ คอมพิวเตอร์อาจให้ทำต่อ หรือทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม ซึ่งอาจเป็นทั้ง แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลือกตอบหรือปรนัย เมื่อทำเสร็จคอมพิวเตอร์จะตรวจและชมเชยถ้า ทำถูก หรือตำหนิเมื่อทำผิด และสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ จากนั้นจะแจ้งผลเพื่อให้ทราบว่าได้ถูกก็ ข้อม ทำผิดก็ข้อม จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องกลับไปศึกษาในบทเรียนนั้นใหม่ หรือจะให้ศึกษาบทใหม่ ต่อไปเลย

Spittgerber (1979 : 20) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ กระบวนการสอนที่ เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ (Interaction Mode) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบเอกัตบุคคล สำหรับผู้เรียนแต่ละคนได้แก่ การฝึกทักษะ การ สอนแบบตัวต่อตัว สถานการณ์จำลอง เกม และการแก้ปัญหา

จากความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นักการศึกษาหลายๆท่านได้กล่าวไว้ สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้จัดเตรียมเนื้อหาวิชาและ ลำดับวิธีการสอนไว้เพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่นำเสนอบทเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยนักเรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2.3 คุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้งานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนใหญ่จะหนักไปทางการเรียนด้วยตนเองมาก กว่า แม้ว่าจะซื้อบทเรียนช่วยสอนก็ตาม กล่าวคือผู้เรียนจะเป็นผู้ใช้บทเรียน CAI หรือผู้เข้าฝึกอบ รมจะใช้บทเรียน CBT แนวคิดของ CAI เกิดขึ้นจากนักเทคโนโลยีการศึกษาที่ประยุกต์เข้ากับการ ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา โดยแท้จริงแล้วพื้นฐานของ CAI ก็คือ เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) การมีเครื่องช่วยสอนทำให้ต้องมีโปรแกรมที่เป็นเนื้อหาแบบฝึกหัดและข้อทดสอบ ที่จะ ใช้กับเครื่องช่วยสอน ซึ่งก่อนหน้าที่จะมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ก็มีการใช้บท เรียนสำเร็จรูปต่างๆ เช่น บทเรียนโปรแกรม (Program Instruction) บทเรียนโมดูล (Module Instruction) ชุดการเรียนการสอนสำเร็จรูป (IMP Instruction Package) เป็นต้น โดยเป็นความ พยายามที่จะหาวิธีที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง ตามความสามารถของตน จะใช้เวลา มากน้อยต่างกันอย่างไรไม่ว่าจึงเกิดการพัฒนบทเรียนสำเร็จรูปเหล่านี้ขึ้น โดยแทนที่จะใช้เครื่อง ช่วยสอนเป็นตัวเสนอเนื้อหา ก็ใช้หนังสือ (Programmed Text) เป็นตัวเสนอเนื้อหา โดยออกแบบ

วิธีการเสนอเนื้อหาให้สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ใช้เทคนิคของการเสริมแรง และหลักการทางจิตวิทยาการเรียนรู้หลายๆ อย่าง มาประกอบกันอย่างเป็นระบบ

อย่างไรก็ตามจุดอ่อนของบทเรียนสำเร็จรูปเหล่านี้ก็คือ ความน่าเบื่อหน่าย ซึ่งเกิดจากความจำกัดของกิจกรรม ความจำกัดของสื่อที่นำมาใช้ ความจำเจอันเกิดจากการอ่านเพียงอย่างเดียว การต้องเปิดหน้าหนังสือกลับไปกลับมา ความจำเจที่ต้องใช้ประสาทตาเพียงอย่างเดียว และประการสำคัญที่สุดได้แก่ ความยากในการสร้างที่จะทำให้เกิดบทเรียนสำเร็จรูปที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการพัฒนา ในด้านการควบคุมผู้เรียนขณะใช้งานก็เป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบที่ดีจึงจะใช้บทเรียนสำเร็จรูปดังกล่าวได้ผล เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาขึ้น ทำให้นักการศึกษาหันไปมองหาวิธีการจัดปัญหาต่างๆ ดังกล่าว โดยการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาแทนบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวเสนอเนื้อหาทำให้ได้เปรียบบทเรียนสำเร็จรูปในด้านต่างๆ เหล่านี้

- 1) เสนอเนื้อหาได้รวดเร็วฉับไว แทนที่ผู้เรียนจะต้องเปิดหนังสือบทเรียนสำเร็จรูปทีละหน้า ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ก็เพียงแค่กดแป้นพิมพ์ครั้งเดียวเท่านั้น
- 2) คอมพิวเตอร์สามารถเสนอรูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ ซึ่งมีประโยชน์มากในการเรียนสັงคัป (Concept) ที่สลับซับซ้อน
- 3) มีเสียงประกอบได้ ทำให้เกิดความน่าสนใจ และเพิ่มศักยภาพทางการเรียนภาษาได้อีกมาก
- 4) สามารถเก็บข้อมูลเนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า
- 5) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง กล่าวคือมีการโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียนได้ สิ่งนี้ทำให้ CAI สามารถควบคุมผู้เรียนหรือช่วยเหลือผู้เรียนได้มาก ในขณะที่บทเรียนโปรแกรม (Program Instruction) ผู้เรียนสามารถโกงตัวเอง โดยการเปิดผ่านเนื้อหาต่างๆ ไปได้ แต่ CAI ผู้เรียนจะทำอย่างนั้นไม่ได้
- 6) CAI สามารถบันทึกผลการเรียน ประเมินผลการเรียน และประเมินผลผู้เรียนได้ ในขณะที่บทเรียนโปรแกรมทำไม่ได้ ผู้เรียนต้องเป็นผู้ประเมินผลตัวเอง
- 7) สามารถนำติดตัวไปเรียนในสถานที่ต่างๆ ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่
- 8) เหมาะสำหรับการเรียนการสอนผ่านการสื่อสาร เช่น การจัดการศึกษาทางไกล (Distance Learning) ผ่านทางดาวเทียม หรือการสื่อสารอย่างอื่น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ใช่บทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ จึงไม่ใช่บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมใดๆ ที่นำเสนอเนื้อหาออกจอภาพทีละหน้าๆ จนครบบทเรียน โดยที่ผู้เรียนทำหน้าที่แค่เพียงกดแป้นพิมพ์เพื่อเปลี่ยนเนื้อหาไปที่หน้าเท่านั้น แม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้แนวคิดมาจากบทเรียนโปรแกรม (Program Instruction) ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาม แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำในสิ่งที่บทเรียนโปรแกรมทำไม่ได้ในหลายๆ ประการ ดังนั้นการออกแบบการเรียนการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงแตกต่างกับบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนลำเรจรูปต่างๆ โดยการออกแบบการเรียนการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพยายามใช้คุณสมบัติพิเศษ (Attribute) ของคอมพิวเตอร์เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อลักษณะเนื้อหาวิชาต่างๆ ส่วนหนึ่งได้แก่ การเสนองานที่เคลื่อนไหวได้ การสร้างเสียงประกอบ และส่วนที่สำคัญที่สุดได้แก่ การโต้ตอบได้ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 3 – 4)

2.2.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียน CAI หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีหลายรูปแบบด้วยกันซึ่งการแบ่งรูปแบบหรือประเภทของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์จะขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านนี้ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสอนและการรับรู้ของผู้เรียน โดยสรุปแล้ว จะมี 5 รูปแบบด้วยกัน คือ (บุปผชาติ ทัพทิกธณ์. 2538 : 5 – 9)

2.2.4.1 แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)

2.2.4.2 แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

2.2.4.3 แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation)

2.2.4.4 แบบเกมการสอน (Instructional Games)

2.2.4.5 แบบใช้ทดสอบ (Test)

รายละเอียดของบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละรูปแบบ มีดังนี้

2.2.4.1 บทเรียน CAI แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)

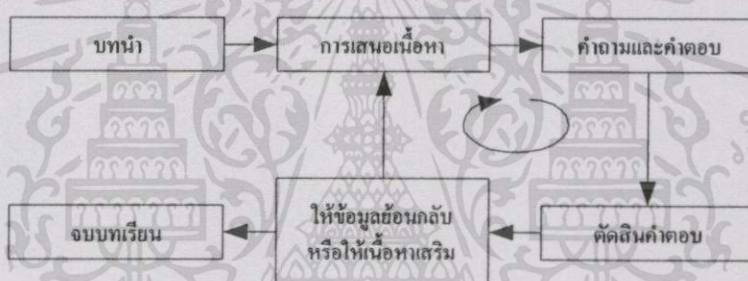
บทเรียนประเภทแรกนี้ เป็นรูปแบบของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีผู้พัฒนากันมากที่สุด ประมาณกันว่ามีมากกว่า 80% ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั่วโลกจะเป็นประเภทนี้ เนื่องจากมีพื้นฐานการพัฒนาขึ้นจากความเชื่อที่ว่าคอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่อประเภทอุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียน กล่าวโดยสรุปก็คือ น่าจะใช้แทนครูได้ในหลายๆ หมวดวิชา แนวคิดตรงนี้มีพื้นฐานในมุมมองกว้างการเรียนการสอนนั้น ไม่ได้จำกัดอยู่แต่ในโรงเรียนประถม มัธยม หรืออุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังขยายกว้างไปถึงการฝึกอบรม (Training) ในระดับและสาขาอาชีพต่างๆ ซึ่งอาจผสมผสานการสอนการเรียนรู้และการฝึกฝนด้วยตนเองในหลายๆ รูปแบบ และ CAI แบบ Tutorial ก็อาจเป็นวิธีการหนึ่งที่เข้าไปมีบทบาทได้

การใช้บทเรียน CAI แบบ Tutorial ในระบบการศึกษาปกติโดยมีพื้นฐานแนวความคิดที่จะใช้สอนแทนครูทั้งในห้องเรียน และสอนเสริมนอกเวลาเรียนนั้นยังเป็นปัญหาที่ต้องใช้เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์กันอีกกระษะหนึ่ง ประเด็น ไม่อยู่ที่ว่าจะทำให้จำนวนครูลดลงหรือขาดบทบาทสำคัญในความเป็นครู แต่จะอยู่ที่ความเชื่อในส่วนลึกของผู้คนอีกจำนวนมากที่เชื่อว่าไม่มีสื่อใดในโลกที่จะถ่ายทอดความรู้ ความคิด ทักษะคติ และทักษะได้ดีเท่ากับมนุษย์ด้วยกันเอง ซึ่งหมายถึงครูนั่นเอง ปัญหาการใช้บทเรียน CAI แบบ Tutorial เพื่อสอนแทนครูดังกล่าวยังรวมไปถึงความพร้อมทางด้านงบประมาณ โครงสร้างของระบบการศึกษา รวมทั้งปัญหาเฉพาะด้านของแต่ละแห่ง แม้ปัญหาจะมีอยู่มากแต่จากความเชื่อในการพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ไม่มีวันสิ้นสุด ทำให้นักคอมพิวเตอร์การศึกษาเชื่อว่ามีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูงในอนาคตที่จะใช้บทเรียน CAI แบบนี้เพื่อสอนเสริม สอนกึ่งทบทวน หรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ล่วงหน้าก่อนการเรียนในชั้นปกติ ผู้เรียนด้วยความสมัครใจหรืออาจเป็น Assignment จากผู้สอนในหรือนอกเวลาเรียนปกติตามแต่กรณี

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ มีลักษณะดังนี้
(Alessi and Trollip, 1991)



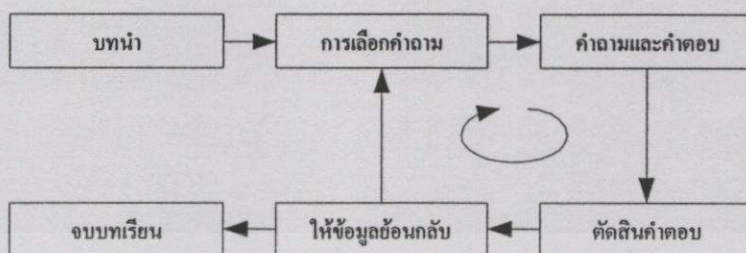
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials)

2.2.4.2 บทเรียน CAI แบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์รูปแบบที่สองนี้ เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีผู้พัฒนาจำนวนมาก รองลงมาจากประเภทแรก ออกแบบขึ้นเพื่อฝึกทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นการผสมผสาน การทบทวนแนวความคิดหลักการฝึกฝนในรูปแบบของการทดสอบ บทเรียนที่พบส่วนมากจะเป็นบทเรียนด้านภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้ (Knowledge) เป็นส่วนมาก จึงไม่เน้นส่วนประกอบหลักๆ ของการเรียนรู้ที่จะต้องมีส่วนประกอบหลายๆ ด้าน เช่น การเสนอเนื้อหาอย่างเป็นระบบตามลำดับขั้น การเสริมแรง การตรวจปรับเนื้อหา สื่อการเรียนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอนและอื่นๆ แต่จะเน้นเฉพาะจุดที่แบบฝึกหัดหรือแบบฝึกทบทวนความรู้เนื้อหามากกว่า ดังนั้นบทเรียนช่วยสอนประเภทนี้จึงมักจะต้องใช้ควบคู่กับกิจกรรมอย่างอื่น เช่น ควบคู่กับการสอนปกติในห้องเรียน การให้แบบฝึกหัดเพิ่มเติมในการเรียนเสริม เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากรูปแบบแรกที่เป็นรูปแบบที่สมบูรณ์ในตัวเองสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ทั้งในและนอกห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice) มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip, 1991)



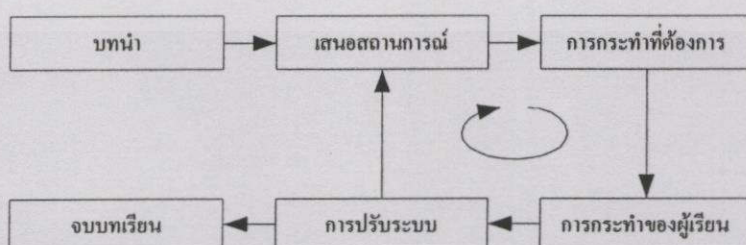
รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice)

2.2.4.3 บทเรียน CAI แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations)

บทเรียน CAI แบบนี้จะออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ทบทวนหรือสอนเสริม ในสิ่งที่ศึกษาหรือทดลองไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ การจำลองสถานการณ์ ลำดับขั้นเหตุการณ์ต่างๆ และเนื้อหาอื่นๆ ที่มีลำดับการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องโดยเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยาก ไม่สามารถมองเห็นได้ต้องอาศัยการจินตนาการช่วย ชับซ้อน หรืออันตรายที่จะไปศึกษาในเหตุการณ์จริง ตัวอย่างเช่น ภาวะภายในร่างกายมนุษย์ โครงสร้างของอะตอม การเกิดปฏิกิริยาทางเคมี หลักการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าและอื่นๆ ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ในด้านธุรกิจสังคมก็สามารถประยุกต์ได้ เช่น การสร้างสถานการณ์ซื้อขายเพื่อเรียนรู้หรือทบทวนการบวก ลบ คูณ หาร การสร้างสถานการณ์ในรูปแบบของบทบาทสมมติ (Role Play) เพื่อสอนหรือทบทวนเรื่องธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

บทเรียน CAI ประเภทนี้ มีจำนวนน้อยมาก เนื่องจากความยากในการออกแบบ ทั้งนี้เนื่องจากผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานความรู้ที่ทําอย่างดี สามารถจำแนกเป็นลำดับขั้นการเปลี่ยนแปลงได้ อีกทั้งอาจจะต้องใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงเพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อหา แต่ละส่วนนั้นให้สามารถนำเสนอในรูปแบบที่ง่ายขึ้น เช่น แสดงเป็นกราฟ

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations) มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip, 1991)



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulations)

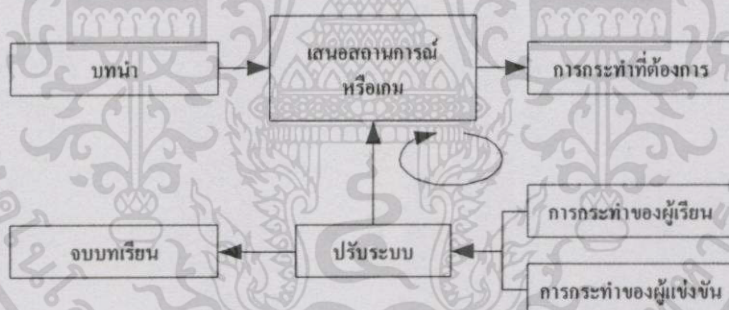
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.4 บทเรียน CAI แบบเกมการสอน (Instructional Games)

บทเรียน CAI ลักษณะนี้พัฒนาจากแนวความคิดและทฤษฎีทางการเสริมแรงหรือ Reinforcement บนพื้นฐานการค้นพบที่ว่า ความต้องการในการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะให้ผลดีต่อการเรียนรู้และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) วัตถุประสงค์ของบทเรียนประเภทนี้สร้างเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหา แนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้ว คล้ายกับแบบ Drill and Practice แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุก ตื่นเต้นขึ้น โดยมีหลักการพัฒนาว่าบทเรียนแบบเกมการสอนที่ดีควรต้องท้าทาย กระตุ้นจินตนาการเพื่อฝัน และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น

บทเรียน CAI แบบเกมการสอน จึงเหมาะสำหรับผู้เรียนในระดับต่ำๆ มากกว่าระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนระดับต่ำ เช่น ระดับอนุบาล จำเป็นต้องมีการกระตุ้นด้วยสีสัน แสง เสียงที่ก่อให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น จึงเหมาะสำหรับเนื้อหาต่างๆ ไป เช่น เกมคำศัพท์ภาษาอังกฤษ แฉวนคอ เกมทายตัวเลข เป็นต้น ส่วนในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นจะมุ่งความเพลิดเพลินเป็นหลัก เช่น เกมไพ่ Poker เป็นต้น

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games) มีลักษณะดังนี้ (Alessi and Trollip, 1991)



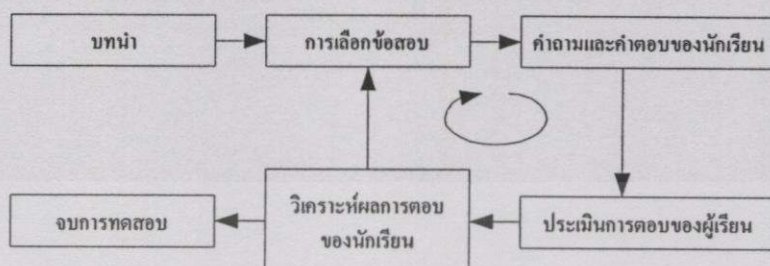
รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน (Instructional Games)

2.2.4.5 บทเรียน CAI แบบใช้ทดสอบ (Test)

บทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ประเภทนี้ เป็นรูปแบบที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่น จุดประสงค์หลักก็เพื่อทดสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียน การสอบดังกล่าวอาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังการเรียน (Post-test) หรือทั้งก่อนและหลังการเรียน แต่การออกแบบหากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้นข้อสอบต่างๆ อาจถูกเก็บในรูปแบบของคลังข้อสอบ (Item Bank) เพื่อสะดวกต่อการสุ่มมาใช้ก็ได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินถูก-ผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ (Multiple Choices) หรือแบบถูก-ผิด

(True-False) การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้างบทเรียน CAI แบบสถานการณ์จำลองเข้ามา รวมด้วยก็ได้

โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test) มีลักษณะดังนี้



รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้ทดสอบ (Test)

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ เป็นการสรุปรูปแบบของ CAI ที่ได้พัฒนาขึ้นมาใช้งานแต่ละรูปแบบ ก็มีจุดเด่นไปคนละด้าน อย่างไรก็ตาม ใดก็ตามที่กล่าวถึงเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักคอมพิวเตอร์การศึกษาส่วนมาก จะนึกถึงบทเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorials) เพราะโดยหลักการแล้ว บทเรียนแบบนี้จะมีการประยุกต์เทคนิคและหลักการของบทเรียนอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นแบบฝึกทบทวน แบบสร้างสถานการณ์จำลอง แบบเกมการศึกษาหรือแบบใช้ทดสอบ เข้ามารวมอยู่ด้วยความเหมาะสม โดยอยู่ภายใต้พื้นฐานของธรรมชาติของเนื้อหาที่จะสร้าง ทั้งนี้เนื่องจากความยากง่ายของเนื้อหา และระดับของผู้เรียนก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่งที่จะต้องพิจารณาเลือกรูปแบบของบทเรียนที่จะสร้าง (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 4-7)

2.2.5 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.5.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุญชม ศรีสะอาด (2537 : 123 - 124) ได้สรุปข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้เป็นข้อๆ ดังนี้

1) ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของตน ผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้เร็วก็ไม่รอนคนอื่นด้วยความเบื่อหน่าย รำคาญ ส่วนผู้เรียนที่มีอัตราการเรียนรู้ช้าก็ไม่ประสบปัญหาตามบทเรียนไม่ทัน ไม่วิตกต่อความรู้สึกของคนอื่นๆ จึงมีความสบายใจในการเรียน

2) ผู้เรียนสามารถเลือกเวลาเรียนได้ตามที่ตนต้องการ ไม่จำเป็นต้องต้องกำหนดเวลาตายตัว

3) ในบทเรียนที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนจะสามารถเลือกบทเรียนที่มีความเหมาะสมกับความต้องการ หรือ สอดคล้องกับระดับความสามารถของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์จะจดจำคำตอบของผู้เรียนให้คะแนนคำตอบ แล้วจัดให้ได้เรียนบทเรียนที่เหมาะสมกับผู้เรียนคนนั้น

4) ผู้เรียนได้รับข้อมูลสะท้อนกลับ (Feedback) ทันทีเป็นการย้ำความเข้าใจและการเรียนรู้

5) สามารถใช้เทคนิคที่ดึงดูดความสนใจได้หลายๆ เทคนิค อย่างมีประสิทธิภาพไม่ว่าจะใช้เทคนิคเดียวหรือหลายเทคนิครวมกัน เช่น การแสดงด้วยเส้นกราฟ (Graphics) คนตรี การใช้สี การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้เสียงและการพูดตอบโต้กับผู้เรียน เป็นต้น

6) สามารถทำกิจกรรมที่ซับซ้อน จำลองสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทดลองกับข้อมูลหลายชนิด หลายแบบ แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้ คำนวณได้อย่างแม่นยำ จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวางและลุ่มลึก

7) เหมาะสำหรับการสอนทักษะที่เป็นงานเสี่ยงอันตรายในระยะต้นๆ ของการฝึกทักษะนั้น เช่น การควบคุมการจราจร การขับเครื่องบิน เป็นต้น

8) เหมาะสมที่สุดสำหรับการเรียนรู้ที่ต้องการสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจริง เช่น สภาวะไร้น้ำหนัก ความเฉื่อย เหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้การจำลองสถานการณ์

9) คอมพิวเตอร์เสนอบทเรียนโดยปราศจากอารมณ์ ไม่มีความเหน็ดเหนื่อยและไม่แสดงอาการเบื่อหน่าย

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังอำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอนหลายประการ ดังต่อไปนี้ (Hill, 1994 ; ศรีนรินทร์ ไชยบุรี, 2538)

1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงการสอนลง ทำให้ครูมีเวลาในการพัฒนาด้านอื่น

2) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาในการติดต่อกับผู้เรียน

3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยการสอนในห้องเรียนสำหรับครูที่มีงานสอนมาก โดยเปลี่ยนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน

4) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์ พัฒนางานนวัตกรรมใหม่ๆ

5) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียน

6) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดปัญหาระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน เพราะเป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2536 : 138 – 139) ได้รวบรวมข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

1) การออกแบบโปรแกรม เป็นงานที่ใช้เวลาความสามารถมาก และต้องมีครูผู้รู้เนื้อหาวิชา แต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ ยังคงต้องพบอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับขั้นสูงๆ ของพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงจิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้นอีก

3) เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเกิดความเคยชินกับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ลดลง บางครั้งก็ให้ผลตรงข้าม ผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนจะใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน

5) ผู้เรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ใหญ่ ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนไปตามขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6) ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดลอมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่างๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้กับท้องที่ในชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7) ในประเทศไทยความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมเมอร์ที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลนอยู่มาก การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายซอฟต์แวร์ จะมีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อย เมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์ทางด้านธุรกิจ

8) ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวัง และธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้จะประกอบด้วยปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเบื้องต้น ก็จะทำให้สัดส่วนการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่จ่ายเงินกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) โปรแกรมที่ออกแบบเพื่อเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีโปรแกรมเมอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบผู้ที่สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10) ปัญหาทางเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่างๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลงกลไกตลาด ทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้วยคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขายและอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

2.3 การออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI นั้น ต่างไปจากการใช้เทคนิควิธีการสอนแบบอื่นๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถใช้ช่วยครูสอน (Adjunt) และใช้สอนแทนครู (Primary) หรือใช้ฝึกอบรบรายละเอียดเฉพาะบุคคลได้ การเรียนและสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องละเอียดรอบคอบและมีความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ผู้ตัว ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตและจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

2.3.1 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์, ทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom หรือทฤษฎีการเรียนรู้ Gagne' ในที่นี้จะยึดหลักการเรียนการสอนเป็นพื้นฐาน โดยจะดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne' ตามลำดับขั้นดังนี้

2.3.1.1 ได้รับความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากจะเรียน ดังนั้นบทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียงหรือการประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัว ตามลักษณะของบทเรียน CAI การเตรียมตัวและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือการสร้าง Title ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือการสร้าง Title นั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่า Title ดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกด Space Bar หรือด้วยการกด Key ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่จะต้องพิจารณาเพื่อเร้าความสนใจของผู้เรียน มีดังนี้

- 1) ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหาและกราฟิกนั้นควรมีขนาดใหญ่ ง่ายและไม่ซับซ้อน
- 2) ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรสั้นและง่าย
- 3) ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นๆ ที่ตัดกับพื้นชัดเจน
- 4) ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
- 5) กราฟิกควรจะมีคัมบังบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกด Key หรือ Space Bar
- 6) ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
- 7) ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
- 8) กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2.3.1.2 บอกวัตถุประสงค์ (Define Objectives)

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นนอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้างๆ นี้เองจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียด หรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่แบบที่เป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ จนกระทั่งถึงการบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หลักการสำคัญอย่างหนึ่งคือ ข้อความที่เสนอบนจอควรเป็นข้อความที่สั้น และได้ใจความและข้อเสนอแนะนั้นถ้าเป็นไปได้ควรมีส่วนจูงใจผู้เรียนด้วย ดังนั้นการบอกถึงวัตถุประสงค์ในบทเรียน CAI จึงนิยมใช้ข้อความที่สั้นและโน้มน้าวใจผู้เรียน ส่วนจะเป็นวัตถุประสงค์กว้างๆ หรือเชิงพฤติกรรมนั้น คงขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้เรียนบทเรียน แต่โดยหลักการเรียนการสอนแล้วมักจะกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากสามารถวัดได้และสังเกตเห็นได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอควัตถุประสงค์ มีดังนี้

- 1) ใช้คำสั้นๆ และเข้าใจได้ง่าย
- 2) หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป
- 3) ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ
- 4) ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง

บ้าง

5) หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยหลายๆ บทเรียน หลังจากบอควัตถุประสงค์กว้างๆ แล้วควรจะตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย

6) อาจกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงด้านเวลาระหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

7) เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วยโดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

2.3.1.3 ทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ซึ่งในส่วนของเนื้อหาและแนวความคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ให้ ทั้งนี้นอกจากเพื่อเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pretest) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

ในขั้นทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อๆ กันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนก่อนหน้า การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสมจะมากน้อยนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น ในการสอนสมการ 2 ชั้น หากผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจสมการสองชั้นได้ ในกรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจเพียงพอมที่จะเรียนสมการสองชั้นหรือไม่ ลักษณะนี้การทดสอบความจำเป็นหากพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจ ก็อาจแนะนำให้กลับไปเรียนบทเรียนสมการชั้นเดียวก่อน หรือผู้เรียนบทเรียนอาจต้องเรียนบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องสมการชั้นเดียวเพื่อการทบทวนก่อนก็ได้

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

- 1) ไม่ควรคาดเดาเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
- 2) การทบทวนหรือการทดสอบควรให้กระชับและตรงตามวัตถุประสงค์มากที่สุด
- 3) ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
- 4) หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิมผู้เขียนโปรแกรมควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
- 5) อาจจะใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.3.1.4 การเสนอเนื้อหา (Present Information)

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว ภายใต้อธิบายพื้นฐานที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการหลายๆ วิธีที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้แต่จำนวนน้อยก็ยังดีกว่าคำเขียนทั้งหมด

ภาพที่ใช้ในบทเรียนช่วยสอน จำแนกออกได้ 2 ส่วนหลักๆ คือภาพนิ่ง (Still Picture) ได้แก่ภาพถ่ายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ กราฟ และอื่นๆ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว (Motion Picture) เช่น ภาพจากสัญญาณวีดิทัศน์ (Video) ภาพจากสัญญาณดิจิทัลอื่นๆ เช่น Photo Cd จาก Laser Disc จากกล้องถ่ายภาพโทรทัศน์โดยตรง เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหาในส่วนนี้อาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพนั้น

- 1) มีรายละเอียดมากเกินไป
- 2) ใช้เวลามากไปในการปรากฏภาพบนจอช้า
- 3) ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเท่าที่ควร
- 4) ชับซ้อน เข้าใจยาก
- 5) ไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ไม่สมดุล

ในส่วนของเนื้อหาที่เสนอเป็นคำอ่านหรือคำอธิบายนั้น ในแต่ละกรอบไม่ควรมีมากเกินไป เพราะนอกจากผู้เรียนอาจรู้สึกเบื่อที่ต้องนั่งอ่านๆ โดยไม่ได้ทำอะไรเลย แม้กระทั่งกด Space Bar การบรรจุข้อความมากๆ และเบียดเสียดกันยังทำให้อ่านยากอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ มีดังนี้

- 1) ใช้ภาพประกอบในการนำเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
- 2) พยายามใช้ภาพเคลื่อนไหวในส่วนของเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น
- 3) ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
- 4) ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนที่ยากของข้อความสำคัญซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สีหรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น คู่มือด้านล่างของภาพ
- 5) ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 6) จัดรูปแบบของคำอ่านให้หน้าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
- 7) คำที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจง่าย
- 8) หากเครื่องแสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
- 9) ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรม และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
- 10) คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึงและเข้าใจตรงกัน
- 11) ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่น แทนที่จะให้กด Space Bar อย่างเดียว เช่น โต้ตอบบทเรียนด้วยการพิมพ์ หรือการใช้ Mouse ร่วมกับเป็นพิมพ์

2.3.1.5 ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่าการเรียนที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียน วิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ในขั้นนี้ก็คือพยายามหาเทคนิคในการที่กระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้เปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่างและตัวอย่างนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคของการใช้ภาพเปรียบเทียบดังได้กล่าวข้างต้น เทคนิคการให้ตัวอย่างและตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจ Concept ต่างๆ ชัดเจนขึ้น

ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียน CAI อาจใช้หลักของ Guided Discovery ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลง จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง และเช่นกันเทคนิคการใช้ตัวอย่างและให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างได้ในข้อนี้ นอกจากนั้นการใช้คำพูดกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่น่าจะนำไปใช้ได้ สรุปแล้วในขั้นนี้ผู้ออกแบบบทเรียน CAI จะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งยากไปสู่สิ่งที่ง่าย และเป็นไปตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการแนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

- 1) แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งข้อย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
- 2) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้ หรือ ประสบการณ์มาแล้ว
- 3) พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป เพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างของถ้วยหลายๆ ชนิด หลายๆ ขนาด
- 4) ให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น ให้ดูภาพกระป๋องน้ำ ภาพของจาน และบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น
- 5) การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปสู่รูปธรรม
- 6) กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

2.3.1.6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses)

ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถามการตอบ ในด้านของการจำนั้น ย่อมจะดีกว่าผู้เรียน โดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว คอมพิวเตอร์มีข้อได้เปรียบเหนืออุปกรณ์อื่นๆ อย่าง เช่น วิทยุทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทป หรือสื่อการสอนอื่นๆ ซึ่งจัดเป็นการสอนแบบ Non - interactive คือการเรียนจากคอมพิวเตอร์นั้น ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมได้หลายลักษณะ แม้จะเป็นการแสดงความคิดเห็น การเลือกกิจกรรมและการโต้ตอบกับเครื่องก็สามารถทำได้ กิจกรรมเหล่านี้เองที่ทำให้ผู้เรียน ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายและเมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิด การคิดนำหรือติดตาม ย่อมมีส่วนผูกประสานให้โครงสร้างของการจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรม ขั้นตอนต่างๆ ซึ่งมีข้อแนะนำดังนี้

- 1) พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
- 2) ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อเร้าความสนใจแต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป
- 3) ถามคำถามเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสมของเนื้อหา
- 4) เร้าความคิด และจินตนาการด้วยคำถาม
- 5) ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก
- 6) หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดสักครั้งสองครั้งควรจะให้ Feedback และเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป
- 7) ในการตอบสนองที่ผิดพลาดบ้าง ด้วยความเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือ Space Bar ในการพิมพ์ อาจเกินไปหรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก ควรคำนึงถึงด้วย
- 8) ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม และการตรวจปรับคำตอบ จะต้องอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย ซึ่งอาจจะเป็นเฟรมซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักเดิมก็ได้

2.3.1.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

การวิจัยพบว่าบทเรียน CAI นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เล่น โดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การ Feedback ที่เป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนอย่างไรก็ดีการให้ Feedback เป็นภาพหรือ Visual Feedback นี้จะมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการรู้ว่าหากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมแขวนคอ (Hanged Man) ในการสอนศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกด Space Bar ไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือ Visual Feedback นี้ควรเป็นภาพในทางบวก เช่น แล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขับยานสู่วงจันทร์ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียน CAI ที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้นไป การ Feedback ด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสมดีพอแล้ว

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลตอบสนอง มีดังนี้

- 1) ให้ Feedback ทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบโต้
- 2) บอกให้ผู้เรียนได้ทราบว่าตอบถูกหรือผิด โดยแสดงคำถามคำตอบและ Feedback ในเฟรมเดียวกัน
- 3) ถ้าใช้ภาพ Feedback ควรเป็นภาพที่ง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 4) หลีกเลี่ยงผลทางจอภาพ (Visual Effects) หรือการให้ Feedback ที่ตื่นตา หากผู้เรียนทำผิด
- 5) อาจใช้กราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกันเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้จริงๆ
- 6) อาจจะใช้เสียงสำหรับการ Feedback เช่น คำตอบที่ถูกต้อง และคำตอบที่ผิด โดยใช้เสียงแตกต่างกัน
- 7) เฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 2-3 ครั้ง
- 8) อาจจะใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
- 9) พยายามส่งเสริม Feedback เพื่อสร้างความสนใจ

2.3.1.8 ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Assess Performance)

บทเรียน CAI จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่างบทเรียนหรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนที่เรียกว่า Post Test เป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองการทดสอบเพื่อเก็บคะแนนหรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ค่าสุดเพื่อที่จะศึกษา บทเรียนต่อไป หรือยัง อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

การทดสอบดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนรู้แล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรมีความเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายส่วน อาจจำแนกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

- 1) ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
- 2) ข้อทดสอบ คำตอบและ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
- 3) หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในหนึ่งคำถามมีคำถามอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลายๆ คำถาม

5) บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้ กค T ถ้าเห็นว่าถูกและกค F ถ้าเห็นว่าผิด เป็นต้น

6) คำนี้ถึงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7) อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์เลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด

8) อย่าทดสอบโดยใช้เขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบบ้าง

9) ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็ก แทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

2.3.1.9 การจำและนำไปใช้งาน (Promote Retention and Transfer)

ในการเตรียมการสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ กาย่ (Gagne') นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาที่อันจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจจะแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นเมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียน CAI จึงมีข้อพิจารณาดังนี้

1) สรุปกับผู้เรียนว่าความรู้ใหม่ มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร

2) ทบทวนแนวความคิดที่สำคัญของเนื้อหาเพื่อเป็นการสรุป

3) เสนอแนะเนื้อหาที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้

4) บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่ เป็นประโยชน์ในการศึกษาต่อไป

ขั้นการสอน 9 ขั้นของ Gagne' นี้ เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ใช้ได้กว้างๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าวนี้ ก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติเทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือการพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ขั้นการสอน 9 ขั้นนี้ ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับตามที่เรียงไว้และไม่จำเป็นว่าจะต้องมีครบทั้ง 9 ข้อ จะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบใด หรือครอบคลุมขั้นการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้นด้วย การยึดขั้นตอนทั้ง 9 ขั้นเป็นหลักและในขณะเดียวกันก็พยายามปรับเทคนิคการนำเสนอไม่ให้ซ้ำๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบ CAI ต้องคำนึงถึง (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 7 -

13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 หลักจิตวิทยาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลักจิตวิทยาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้อาศัยทฤษฎีทางจิตวิทยาของนักจิตวิทยาหลายๆ ท่าน ดังนี้

2.3.2.1 Jean Jacques Rousseau (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13 - 45) กล่าวถึงการให้การศึกษาแก่เด็กว่า จะต้องทำความเข้าใจธรรมชาติของเด็กที่จะสอนเสียก่อน เพราะพัฒนาการ ความสามารถ ความสนใจของเด็กและผู้ใหญ่แตกต่างกัน สิ่งที่ผู้ใหญ่ชอบ เด็กอาจไม่ชอบเลย จุดมุ่งหมายของการศึกษาจึงมุ่งให้การศึกษารายบุคคลมากกว่าให้การในลักษณะรวมๆ และความรู้ที่จะให้เด็กควรจะต้องสอดคล้องกับความต้องการของเด็ก

2.3.2.2 John Dewey (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13 - 45) เสนอทฤษฎีประสบการณ์ โดยเห็นว่า “ กุญแจสำคัญที่จะไขไปสู่ความรู้และความเจริญงอกงามของบุคคลในด้านต่างๆ คือ การเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by Doing) และบุคคลจะสามารถปรับชีวิตให้ดีขึ้นเรื่อยๆ ด้วยการใช้ประสบการณ์เข้าเกี่ยวพัน ” และมีหลักการ คือ กำหนดจุดมุ่งหมายการศึกษาจากเอกภาพขององค์บุคคลและเอกภาพของภาวะทางการศึกษาตามกาลเทศะ ที่จะก่อให้เกิดสภาพแห่งการศึกษาขึ้น โดยใช้วิธีแก้ปัญหาตามแบบวิทยาศาสตร์และเน้นหลักประสบการณ์สัมพันธ์ (Principle of Interaction) กับหลักความต่อเนื่อง (Principle of Continuity) ดีวี่ (Dewey) มีชื่อเสียงมากในฐานะนักปฏิรูปการศึกษา ปฏิบัติ และผู้นำกลุ่มปรัชญาพัฒนาการ (Progressivism) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการศึกษาแนวใหม่

2.3.2.3 Edward L. Thorndike (ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535 : 13 - 45) เสนอ “ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory) ” ว่าการเรียนรู้ของมนุษย์จะเกิดขึ้นได้ด้วยการสร้างสิ่งเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ที่เหมาะสมกัน และการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้น จะต้องอยู่บนพื้นฐานของกฎ 3 ประการ คือ กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กฎแห่งความพอใจ (Law of Effect) และกฎแห่งการฝึกฝน (Law of Exercise) โดย

- 1) ครูควรพิจารณาความพร้อมของผู้เรียนเสียก่อน
- 2) ครูควรใช้เทคโนโลยีทางการสอนเป็นเครื่องจูงใจ
- 3) ครูควรกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังของนักเรียน ให้เกิดขึ้นและกำหนดเรื่องที่จะให้เรียนลงไปเสียก่อน
- 4) การเรียนรู้ใดๆ ย่อมเป็นผลจากความสามารถปรับปรุงพฤติกรรมที่ได้แสดงออก และการรู้ผลการกระทำของตนในทางที่ถูกต้อง
- 5) ครูควรให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดทบทวนอยู่เสมอ เพื่อเน้นย้ำสิ่งที่เรียนนั้นให้เข้าใจยิ่งขึ้นจำได้นานและมีความชำนาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไคค์ มีอิทธิพลต่อเทคโนโลยีทางการสอนมาก จนสกินเนอร์ (Skinner) ยกย่องว่า ธอร์นไคค์ เป็นผู้ริเริ่มประวัติศาสตร์เทคโนโลยีทางการศึกษาแบบวิเคราะห์สมัยใหม่

2.3.2.4. B.F.Skinner (สุมาลี จันทร์ชลอ. 2530 : 32 – 37) เสนอ “ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบการปฏิบัติ (Operant Conditioning) ” เขาเชื่อว่า การเรียนรู้เกิดจากการกระทำของผู้เรียนเอง เนื่องจากพฤติกรรมของคนส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นการเรียนรู้แบบการกระทำ (Operant Learning) และการเสริมแรง (Reinforcement) สิ่งสำคัญที่ทำให้คนแสดงพฤติกรรมตอบสนองโดยอาศัยสิ่งเร้าภายในเป็นตัวกระตุ้นเพื่อสนองความต้องการของตนเอง ทำให้มีการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรมและเครื่องช่วยสอนขึ้น โดยมีหลักการในการศึกษา คือ

1) การปรับปรุงการศึกษาจะต้องมุ่งเน้นกระบวนการเรียนมากกว่า มุ่งผล การเรียนเพียงอย่างเดียว

2) การเรียนรู้จะเกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียน

3) ควรใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาในการเรียนการสอน เพราะสิ่งเหล่านี้ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และเข้าใจบทเรียนดีขึ้น

4) ควรเลือกวิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและความพร้อมของผู้เรียน

5) ควรจะเสริมแรงเมื่อนักเรียนทำดี และตัดเตือนเมื่อทำไม่ดี

6) ควรให้ผู้เรียนรู้ผลการเรียนทันที

7) ควรจะจัดประสบการณ์ให้เป็นระเบียบและต่อเนื่อง มีความสอดคล้อง ความสามารถของผู้เรียน

8) ควรส่งเสริมบรรยากาศการเรียนแบบอิสระ ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมตนเอง (Self-management) และพึ่งพาตนเอง (Self-reliance)

2.3.3 บุคลากรทางด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ นั้นจะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องดังเช่น

2.3.3.1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา

บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมถึงไปถึง การกำหนดเป้าหมายและทิศทางของหลักสูตร วัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learner) ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนและการสอน ขอบข่ายรายละเอียด คำอธิบายของเนื้อหาวิชา ตลอดจนวิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาได้เป็นอย่างดีเรียกว่า Resource Person ทางด้านหลักสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2. ผู้เชี่ยวชาญทางการสอน

บุคคลกลุ่มนี้หมายถึงผู้ที่ทำหน้าที่ในการเสนอในเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ มีประสบการณ์และมีความสำเร็จในด้านการเรียนการสอนมาเป็นอย่างดี เป็นต้นว่ามีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งสามารถจัดลำดับความยากง่ายความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของเนื้อหา รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและสร้างบทเรียน ตลอดจนมีวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมาเป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.3.3.3 ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนและการสอน

ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนจะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษาทางการวางแผนการออกแบบบทเรียน อันประกอบด้วยเรื่อง การออกแบบและการจัด Layout การจัดวางรูปแบบ การออกแบบหน้าจอหรือเฟรมต่างๆ การเลือกและวิธีการใช้ ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ สี แสง เสียง การจัดทำรายงานและสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ ที่จะช่วยให้บทเรียนมีความสวยงามและน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.3.3.4 ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1) การสร้างบทเรียน CAI ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูประบบนิพจน์บทเรียน โปรแกรมระบบนี้จะถูกเขียนและพัฒนาขึ้นด้วยผู้ชำนาญการและผู้เชี่ยวชาญทางการเขียนโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์หรือ โปรแกรมเมอร์โดยตรง ระบบนี้จึงออกแบบไว้สำหรับการสร้างและการนำเสนอบทเรียน CAI โดยเฉพาะ ดังนั้นการใช้งานจึงง่ายและสะดวกต่อครูและผู้สอนที่ไม่มีทักษะทางการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างและผลิตบทเรียน CAI แต่เนื่องจากระบบนี้กำลังเริ่มพัฒนาเข้าสู่มาตรฐาน โดยเฉพาะมาตรฐานภาษาไทยที่กำลังพัฒนาอยู่ในขณะนี้ คาดว่าอีกไม่นาน Authoring System ฉบับภาษาไทยคงจะเป็นมาตรฐานมากขึ้นตามระบบปฏิบัติการของคอมพิวเตอร์ Authoring System ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ ได้แก่ Authorware Professional , Ten CORE , PINE , Icon Author และอื่นๆ

สำหรับในประเทศไทยเอง ได้มีการนำเข้า Authoring System เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียน CAI โดยตรงเป็นรายแรกเมื่อประมาณ 10 ปีมาแล้ว โดยมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช ได้นำเข้าโปรแกรมชื่อ VITAL เป็น Authoring System จากประเทศ Canada แต่การใช้งานไม่แพร่หลายเท่าที่ควร เนื่องจากปัญหาด้านลิขสิทธิ์และตัวโปรแกรมเองก็สร้างบทเรียน CAI ได้ค่อนข้างยาก ในปัจจุบันนี้ ภายหลังจากที่ได้มีการพัฒนาระบบภาษาไทยภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้ตลาด Authoring System กว้างไกลขึ้น ได้มีการนำเข้าโปรแกรม Authorware Professional , Ten Core และอื่นๆ เพื่อนำมาใช้สร้างบทเรียน CAI นอกจากนี้ยังมีนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและนักคอมพิวเตอร์ในประเทศไทยที่ได้ทุ่มเทกำลังความสามารถผลิต Authoring System ฉบับไทยแท้ขึ้นมาเพื่อใช้สร้างบทเรียน CAI แต่คุณภาพการใช้งานก็สามารถทำได้ในระดับพื้นฐานเท่านั้น โปรแกรมเหล่านี้ได้แก่ Thaishow , Thaitas เป็นต้น

2) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์

การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ทั้งภาษาระดับสูงและภาษาระดับต่ำ เช่น ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาแอสเซมบลีและอื่นๆ สามารถใช้สร้างบทเรียน CAI ได้ ซึ่งการสร้างบทเรียน CAI ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์นี้จะอยู่ในวงการของนักคอมพิวเตอร์เสียเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากการสร้างบทเรียนด้วยการใช้โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เขียนต้องอาศัยความชำนาญการและประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก ดังนั้นระบบการสร้างบทเรียนวิธีนี้จึงอยู่ในหมู่ของผู้สอนและครูน้อยมาก การใช้ภาษาคอมพิวเตอร์สร้างบทเรียน CAI จะช่วยสนับสนุนรูปแบบของบทเรียน CAI ประเภทจำลองสถานการณ์ (Simulations) โดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากภาษาคอมพิวเตอร์จะสนับสนุนคณิตศาสตร์ทุกระดับได้เป็นอย่างดี ซึ่งจำเป็นต้องใช้บทเรียนดังกล่าว โดยที่ระบบนิพจน์บทเรียนสำเร็จรูปจะไม่สามารถสนับสนุนฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์สูงมากนัก จึงไม่สามารถใช้ได้ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 14 - 16)

2.3.4 กระบวนการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะแบ่งขั้นตอนการพัฒนาได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบบทเรียน (Courseware Design)

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนประกอบกิจกรรมและด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา (Course Analysis)

ขั้นตอนนี้ถือว่าสำคัญที่สุดของกระบวนการออกแบบบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน CAI ในส่วนของเนื้อหาบทเรียนจะได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชาและเนื้อหาของหลักสูตร รวมไปถึงแผนการเรียนและการสอน และคำอธิบายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการแล้ว ให้ทำดังนี้

1. นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
2. จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยการเขียน Network Diagram แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา

3. เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
4. เลือกหัวข้อเรื่องและเขียนหัวข้อย่อย
5. เลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

2) กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน

วัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นแนวทางที่กำหนดไว้เพื่อคาดหวังให้ผู้เรียนมีความสามารถในเชิงรูปธรรม หลังจากที่เรียนจบบทเรียนแล้ว วัตถุประสงค์จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของบทเรียนปกติจะเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้ว่าผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอย่างไรออกมา ในระหว่างการเรียนหรือจบบทเรียนแล้ว เช่น อธิบายได้ แยกแยะได้ อ่านได้ เปรียบเทียบได้ วิเคราะห์ได้ เป็นต้น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังกล่าวนี้จะได้จากขอบข่ายของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นที่ 1 ซึ่งจะสอดคล้องกับหัวข้อเรื่องย่อยๆ ที่จะนำสร้างเป็นบทเรียน CAI

3) การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม

การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรมในขั้นตอนนี้ จะยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก โดยทำการขยายมีรายละเอียดดังนี้

1. กำหนดเนื้อหา กิจกรรมการเรียนและ Concepts ที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้

2. เขียนเนื้อหาสั้นๆ ทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3. เขียน Concepts ทุกหัวข้อย่อย จากนั้นนำมา

3.1 จัดลำดับเนื้อหา ได้แก่

- บทนำ
- ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม
- ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อกหรือเฟรม
- ความยากง่ายของเนื้อหา
- เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้พิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องใช้สื่อชนิดใดแล้วระบุลงในกิจกรรมนั้น

3.2 เขียนผังงาน (Layout Content) โดยการ

- แสดงการเริ่มต้น และจุดจบของเนื้อหา
- แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน
- แสดงการปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่างๆ ของบทเรียน
- แสดงเนื้อหา จะใช้แบบสาขา หรือแบบเชิงเส้น
- การดำเนินบทเรียนและวิธีการเสนอเนื้อหาและกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบจอภาพและแสดงผล ได้แก่

- บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม
- การจัดเฟรม หรือแต่ละหน้าจอ
- การให้ สี แสง เสียง ภาพ ลายและกราฟิกต่างๆ
- การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร
- การสนองตอบและการโต้ตอบ
- การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

3.4 กำหนดความสัมพันธ์ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
- กิจกรรมการเรียนการสอน

4) การกำหนดขอบข่ายบทเรียน

การกำหนดขอบข่ายของบทเรียน CAI หมายถึงการกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาในเรื่องดังกล่าวแยกเป็นหัวเรื่องย่อยหลายๆ หัวข้อ จำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่องๆ เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน เพื่อระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้ทราบถึงแนวทางขอบข่ายของบทเรียนที่ผู้เรียนจะเรียนต่อไป หลังจากที่จบบทเรียนในแต่ละหัวเรื่องย่อยแล้ว ถ้าบทเรียน CAI ที่ออกแบบขึ้นมีเพียงบทเรียนเรื่องเดียว ขอบข่ายความสัมพันธ์ของบทเรียนก็อาจจะละลายไปได้

5) การกำหนดวิธีการนำเสนอ

การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้ ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเฟรมว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปผลจากขั้นตอนที่ 3 และ 4 นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอเป็นต้นว่า การจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหา การออกแบบและแสดงภาพและกราฟิกบนจอภาพ การออกแบบเฟรมต่างๆ ของบทเรียนและการนำเสนอ ส่วนประการสุดท้ายได้แก่ การวัดและประเมินผล แบบปรนัย จับคู่ และเติมคำตอบ

ขั้นตอนที่ 2 การสร้าง Storyboard ของบทเรียน

Storyboard หมายถึงเรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรมๆ ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละเฟรมย่อย เรียงลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย นอกจากนี้แล้ว Storyboard ยังจะต้องระบุภาพที่ใช้ในแต่ละเฟรมพร้อมเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ เสียงประกอบ ความสัมพันธ์ของเฟรมเนื้อหากับเฟรมอื่นๆ ของบทเรียน ในลักษณะบทสคริปต์ของภาพยนตร์ เพียงแต่ Storyboard จะมีเงื่อนไขประกอบอื่นๆ โดยยึดหลักการและแนวทางตามขั้นที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Courseware Design มาแล้ว

Storyboard จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป ดังนั้น การสร้าง Storyboard ที่ละเอียดและสมบูรณ์มากขึ้นเท่าใด จะทำให้การสร้างบทเรียนด้วย Authoring System เป็นระบบมากขึ้นเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มที่เขียน Storyboard เป็น คณะกลุ่มกับกลุ่มที่สร้างบทเรียน Storyboard จะยิ่งทวีความสำคัญขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นับว่ามีความสำคัญประการหนึ่ง เนื่องจากเป็น ขั้นตอนหนึ่งที่จะได้เป็นผลงานออกมา ภายหลังจากที่ได้ทำตามขั้นตอนต่างๆ แล้ว ในขั้นนี้จะดำเนินการตาม Storyboard ที่วางไว้ทั้งหมด นับตั้งแต่การออกแบบเฟรมเปล่าหน้าจอ การกำหนดสีที่จะใช้งานจริง รูปแบบของตัวอักษรที่จะใช้ ขนาดของตัวอักษร สีพื้นและสีของตัวอักษร นอกจากนี้แล้วยังมีข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content) ได้แก่

- 1.1 ข้อมูลที่จะแสดงบนจอ
- 1.2 สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง
- 1.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง

2) การใส่ข้อมูล/บันทึกการสอน (Input Teaching Plan)

3) สร้างบทเรียน (Generate Courseware) โดยใช้ Authoring System ได้แก่

- 3.1 การสร้างภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพจริง ภาพเคลื่อนไหว
- 3.2 การสร้างเสียง
- 3.3 การสร้างเงื่อนไขบทเรียน เช่น การโต้ตอบ การ Feedback และ
- 3.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรม แต่ละหัวข้อ

และอื่นๆ

อื่นๆ

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบและประเมินผลก่อนนำไปใช้งาน

ในขั้นสุดท้ายของการนำบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ไปใช้งาน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบและการประเมินผลการเรียน (Courseware Testing and Evaluating) เสียก่อน เพื่อประเมินผลในขั้นแรกของตัวบทเรียน CAI ว่ามีคุณภาพอย่างไร ซึ่งมีข้อพิจารณา ดังนี้

1) การตรวจสอบ ในการตรวจสอบนั้นจะต้องทำตลอดเวลา หมายความว่า การตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน

2) การทดสอบการใช้งานบทเรียน โปรแกรมบทเรียน CAI จำเป็นต้องมีการทดสอบบทเรียนก่อนที่จะมีการนำไปใช้งาน เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการใช้งานบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การประเมินผลบทเรียน มีจุดประสงค์เพื่อการประเมินผลตัวบทเรียน CAI และการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

นอกจากนี้ในการประเมินบทเรียน CAI ก่อนนำไปใช้งานในการเรียนการสอนหรือการฝึกอบรมก็ตาม เพื่อที่จะให้ได้บทเรียน CAI ที่มีคุณภาพ จึงมีเกณฑ์ที่จะประเมินคุณภาพของบทเรียนเป็นแนวทางเป็นลำดับขั้นดังนี้

- ขั้นที่ 1 ตรวจสอบสื่อการสอนทุกชิ้นที่มีมาด้วย เช่น คำแนะนำ คำสั่ง และคู่มือ เป็นต้น
- ขั้นที่ 2 ตรวจสอบจำนวนของอุปกรณ์ประกอบ (ถ้ามี) ว่ามีครบในบทเรียน CAI หรือไม่
- ขั้นที่ 3 ลองให้สื่อ CAI นั้นดูคร่าวๆ ก่อนที่จะประเมินจริงๆ ว่าโปรแกรมทำงานเป็นปกติหรือไม่
- ขั้นที่ 4 ใช้บทเรียน CAI นั้นเป็นรอบที่สองเพื่อพิจารณาในรายละเอียดยิ่งขึ้น และมีการบันทึกความเห็น จากการสังเกตไว้ด้วยทุกตอน
- ขั้นที่ 5 สรุปผลการประเมิน

การประเมินผลบทเรียน CAI จะเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะได้นำข้อมูลที่ได้จากการประเมินมาปรับปรุงบทเรียน CAI ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และการใช้งานต่อไป ก่อนที่จะเผยแพร่บทเรียน CAI จำเป็นต้องสร้างคู่มือการใช้งานของบทเรียนดังกล่าวเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ ให้ใช้งานได้เกิดประโยชน์สูงสุด (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 16 – 20)

2.3.5 โปรแกรมสร้างบทเรียน (Authoring System)

การพัฒนาและการสร้างบทเรียน CAI นั้นได้กล่าวมาแล้วว่าสามารถทำได้ โดยการเขียนและพัฒนาโปรแกรมจากภาษาคอมพิวเตอร์วิธีหนึ่ง และอีกวิธีหนึ่งคือการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแบบระบบนิพนธ์บทเรียน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์หรือ Courseware จากโปรแกรมประเภทแรกนั้น ต้องอาศัยความรู้และประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมพอสมควร ส่วนการใช้โปรแกรมสร้างบทเรียนหรือบางครั้งเรียกว่า ระบบนิพนธ์บทเรียน เป็นโปรแกรมที่ออกแบบขึ้นมาสำหรับใช้งานทางด้านการเรียนและการสอนโดยเฉพาะ ครูผู้สอนสามารถนำมาสร้างบทเรียนได้ง่ายกว่าเพราะไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานทางด้านการเขียนโปรแกรม เพียงแต่มีพื้นฐานทางด้านการโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาบ้างก็สามารถสร้างบทเรียน CAI ได้ แต่โดยหลักการพื้นฐานแล้วถ้าผู้พัฒนาบทเรียน CAI มีความรู้ทางด้านหลักการศึกษามาบ้าง เช่น การวิเคราะห์หลักสูตร การเขียนวัตถุประสงค์ การออกแบบใบประเมินผล และเรื่องอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ก็จะทำให้สามารถพัฒนาบทเรียน CAI ได้อย่างมีหลักการและน่าจะมีคุณภาพมากกว่าบทเรียน CAI ที่พัฒนาโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมเมอร์โดยตรง ดังนั้นในยุคสารสนเทศปัจจุบันนี้จึงเป็นโอกาสดีที่นักศึกษา ครูอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ฝึกอบรม ควรจะต้องเป็นผู้พัฒนาบทเรียน CAI เอง ซึ่งน่าจะมีคุณภาพมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากระบบนิพจน์บทเรียนในปัจจุบัน มีให้เลือกใช้เป็นจำนวนมากและไม่ยุ่งยากในการใช้ เพื่อพัฒนาบทเรียน CAI

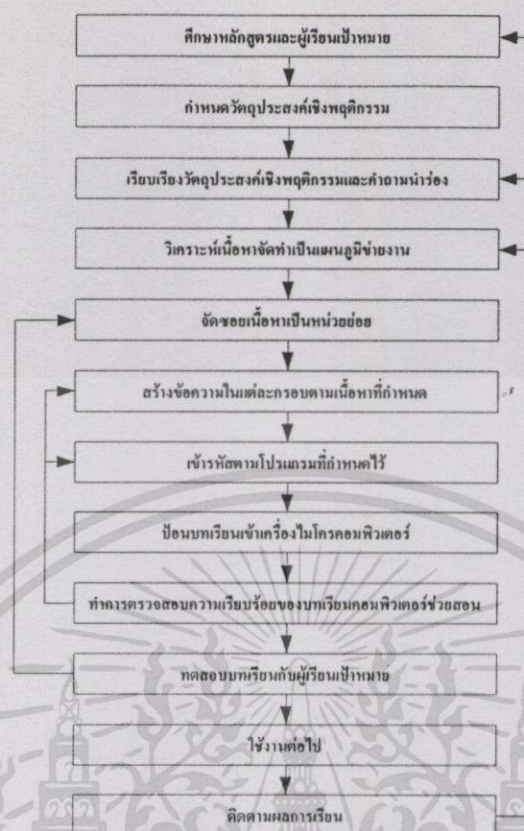
ข้อควรพิจารณาเลือกโปรแกรมสร้างบทเรียนหรือระบบนิพจน์บทเรียนที่ดีนั้น ควรมีลักษณะที่ใช้งานได้ง่าย โดยที่ครูผู้สร้างบทเรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์อย่างมาก และสามารถใช้โปรแกรมนี้สร้างและผลิตบทเรียนได้อย่างดี ซึ่งพอสรุปหน้าที่ของ Authoring System ไว้ดังนี้

- 1) ใช้ผลิตตัวหนังสือและตัวอักษรต่างๆ
- 2) ใช้สร้างภาพ ลวดลายแบบและกราฟิกต่างๆ
- 3) ใช้สร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
- 4) ใช้ควบคุมการทำงานและข้อมูลต่างๆ
- 5) ใช้จัดการเพิ่มข้อมูล
- 6) ใช้สร้างบทเรียนและควบคุมการดำเนินบทเรียน
- 7) ใช้ควบคุมการทำงานของโมดูลและเฟรมต่างๆ ของบทเรียน
- 8) ใช้ Run บทเรียน
- 9) ใช้เก็บ System Environment และพจนานุกรมหรือ Dictionary ต่างๆ
- 10) ใช้สนับสนุนอย่างอื่นๆ เช่น การรับภาพ การรับเสียงจากแหล่งภายนอก

(สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537 : 20 – 21)

2.3.6 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล. 2527 : 74-80) เป็นกระบวนการที่เป็นระบบสมบูรณ์เป็นภาระที่สำคัญที่ต้องการความละเอียดรอบคอบ และจิตสำนึกของวิธีการระบบ (System Approach) ผู้เขียนจะต้องระลึกอยู่เสมอว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เขียนขึ้นนี้ จะทำการสอน โดยไม่มีครู-อาจารย์ปรากฏต่อหน้าผู้เรียน ไม่มีการกำกับการเรียนทีละขั้น ไม่มีใครกำชับให้สนใจเรียนหรือจดงาน นอกจากบทเรียนที่ได้เขียน โดยการวางแผนไว้อย่างดีแล้วเท่านั้น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.6 แผนผังลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายละเอียดของขั้นตอนต่างๆ มีดังนี้

2.3.6.1 ศึกษาหลักสูตรและผู้เรียนเป้าหมาย เพื่อทราบถึงรายละเอียดวิชาที่กำหนดตามหลักสูตรว่าเนื้อหาทั้งหมดเป็นอย่างไร ระดับใครควรใช้เวลาสอนปกติเท่าใด ผู้เรียนมีพื้นความรู้ขนาดใด ความพร้อมทางด้านอื่นของผู้เรียนมีอะไรบ้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาประสบการณ์การสอนวิชาที่กำหนดนี้ ของตนเองและของผู้สอนคนอื่นๆ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการจัดวางแผนต่อไป

2.3.6.2 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของวิชาที่กำหนดเป็นสิ่งที่สำคัญและจะต้องจัดเขียนขึ้นเอง ทั้งนี้ตามหลักสูตรส่วนมากจะไม่ได้กำหนดไว้ หรืออาจมีเฉพาะวัตถุประสงค์ทั่วไป การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนี้จะต้องเขียนให้ถี่ถ้วนทุกๆ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือที่จะได้จากการเรียนวิชานี้

2.3.6.3 เรียบเรียงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดขึ้นทั้งหมดนี้ แต่ละวัตถุประสงค์จะมีความต่อเนื่องและเสริมซึ่งกันและกัน การจัดเรียงวัตถุประสงค์เหล่านี้ให้อยู่ในระบบที่ดี และกำหนดคำถามไว้ให้เหมาะสมจะเป็นการนำร่องในการสร้างบทเรียนได้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6.4 วิเคราะห์เนื้อหาจัดทำเป็นแผนภูมิช่วยงาน โดยอาศัยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและคำถามนำร่องที่ได้จัดทำไว้ นำมาประกอบในการวิเคราะห์จัดเรียงเนื้อหาวิชา ให้อยู่ในระบบความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และเสริมซึ่งกันและกัน โดยจัดเขียนหัวเรื่องเหล่านั้นในรูปแบบแผนภูมิช่วยงานที่สมบูรณ์ แสดงลำดับก่อนหลังของหัวเรื่องต่างๆ พร้อมทั้งลำดับทางตรรกของเนื้อหาที่สมบูรณ์ด้วย

2.3.6.5 จัดชอยเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย เนื่องจากการสอนทางคอมพิวเตอร์จะเป็นการสอนที่ปราศจากครู-อาจารย์ การเสนอเนื้อหาครั้งละมากๆ อาจมีปัญหาในการเรียนได้ ดังนั้นจำเป็นจะต้องชอยเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่มีความสมบูรณ์ในแต่ละหน่วยย่อยพอสมควรและผู้เรียนสามารถจะติดตามเนื้อเรื่องต่อไปโดยไม่สับสนหรือขาดตอน

2.3.6.6 การสร้างข้อความในแต่ละกรอบตามเนื้อหาที่กำหนด ข้อความเหล่านี้จะต้องกระชับรัดเป็นประโยคง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน ข้อความในกรอบต่างๆ ต้องสอดคล้องกับหน้าที่ของแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละกรอบด้วย โดยทั่วไปในแต่ละหน่วยย่อยของเนื้อหาจะประกอบด้วยกรอบข้อความต่างๆ 4 ชนิด คือ

1) กรอบหลัก (Set Frame) เป็นกรอบที่จะให้ข้อมูลโดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ ในเรื่องต่างๆ ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

2) กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่จะให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดข้อมูล ที่ได้จากรอบหลัก

3) กรอบส่งท้าย (Terminal Frame) เป็นกรอบทดสอบโดยผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความเข้าใจจากกรอบหลักมาตอบ

4) กรอบรองส่งท้าย (Sub - terminal Frame) เป็นกรอบเขียนต่อจากกรอบส่งท้าย แต่เป็นข้อมูลที่จะแก้ไข ความเข้าใจผิดหรือตอบผิดจากกรอบส่งท้าย เป็นกรอบที่จะเสริมความเข้าใจในกรอบส่งท้ายให้เข้าใจ ได้ถูกต้องยิ่งขึ้นแต่อาจจะเป็นกรอบที่ข้ามไปได้

2.3.6.7 เข้ารหัสตามโปรแกรมที่กำหนด การเข้ารหัสในที่นี้หมายความว่าโครงสร้างโปรแกรมที่สร้างขึ้นจำเป็นจะต้องแปลงข้อมูลเป็นรหัส เช่น แบบ Generative หรือแบบ Artificial Intelligence ก็จัดทำตามที่กำหนด แต่ถ้าโปรแกรม Authoring แบบ Frame (Authoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมสร้างบทเรียนได้ง่ายๆ การป้อนบทเรียนโดยไม่ต้องเข้ารหัสก็สามารถป้อนเข้าไปได้ง่าย ขั้นตอนนี้ก็คงเป็นทั้งเตรียมตัวป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

2.3.6.8 ป้อนบทเรียนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการป้อนบทเรียนเข้าไปนี้จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ โดยไม่ต้องกังวลว่าจะไม่เป็นไปตามที่ตนคิดเพราะการจัดลำดับการแสดงผลบทเรียนจะถูกควบคุมโดยโปรแกรมในส่วนอื่นๆ ต่อไป

2.3.6.9 ทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ เมื่อป้อนบทเรียนเข้าไปหมดแล้ว ทดลองเรียกบทเรียนตามลำดับที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติ ทำการตรวจเช็คความเรียบร้อย แก้ไขปรับปรุงถ้าจำเป็น

2.3.6.10 ทดสอบบทเรียนกับผู้เรียนเป้าหมาย กล่าวคือการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่าที่กระทำมาจนถึงขั้นนี้ ได้กระทำไปตามหลักทฤษฎีและความคาดหวังของผู้สร้างเท่านั้น เมื่อสร้างเสร็จแล้วจำเป็นจะต้องทำการทดสอบ เพื่อตรวจสอบผลว่าจะได้ตามที่คาดหมายไว้หรือไม่เพียงใด หากจำเป็นต้องแก้ไขปรับปรุงก็ควรจัดการแก้ไขเสียก่อน นำออกไปใช้จริง

2.3.6.11 เมื่อผ่านการทดสอบแล้ว จึงนำไปใช้กับผู้เรียนเป้าหมายต่อไป

2.3.6.12 การติดตามผลการเรียน ของผู้เรียนเป้าหมายนี้เป็นปัจจัยที่จำเป็นมาก เมื่อการเรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผลของการเรียนจากกลุ่มเป้าหมายต่างๆ เป็นไปตามที่คาดหวังไว้อย่างไร มีจุดอ่อน ข้อบกพร่อง หรือประเด็นที่ควรจะต้องแก้ไขอย่างไร ควรจะติดตามรวบรวมไว้เป็นข้อมูลในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ให้ดีขึ้นต่อไป รวมทั้งเป็นข้อมูลประกอบการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับวิชาอื่นๆ ต่อไปด้วย

2.4 การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 วัตถุประสงค์ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวัตถุประสงค์สำคัญ 5 ประการ คือ (วชิระ อินทร์อุดม, 2540 : 75)

2.4.1.1 เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียน

2.4.1.2 เพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรม

2.4.1.3 เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน

2.4.1.4 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของบรรจุภัณฑ์และคู่มือการใช้บทเรียน

2.4.1.5 เพื่อหาประสิทธิภาพความคุ้มค่าในการใช้

2.4.2 แนวคิดในการประเมินผลการเรียน มีผู้เสนอแนวคิดไว้หลายแนวคิด เช่น

2.4.2.1 แนวคิดของ Schwarz and Lawis (1989) ให้ความสำคัญกับการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบประเมินผลบทเรียน (Courseware Evaluation Form) เป็นแบบสอบถามประเภทตรวจสอบรายการ ถ้ามุ่งเกี่ยวกับศักยภาพของบทเรียน ศักยภาพของโปรแกรม ความเหมาะสมระหว่างบทเรียนกับอุปกรณ์ที่ใช้ ความสามารถในการสอน ความสะดวกในการเรียน การเข้าออกโปรแกรม การควบคุมบทเรียน การบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลข้อมูล ความคิดเห็นของครู-นักเรียน โปรแกรมที่มีต่อบทเรียน ส่วนผู้ประเมินจะมีทั้งนักเรียน ครู นักเทคโนโลยีการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญและโปรแกรมเมอร์

2.4.2.2 แนวคิดของ Criswell (1989) ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ที่เกิดจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งในระดับส่วนรวมทั้งชั้นเรียนและในระดับรายบุคคล วิธีการที่ใช้มี 4 วิธี คือ

- 1) การคำนวณหาร้อยละของผู้ที่เรียนจบบทเรียนภายในระยะเวลาที่กำหนด
- 2) การคำนวณหาร้อยละของคำตอบที่ผู้เรียนตอบถูก จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3) การคำนวณหาเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเรียนจากบทเรียน
- 4) การคำนวณหาอัตราการทำข้อสอบถูกเพิ่มหรือที่เรียกว่า อัตราเร่ง (Celeration) ซึ่งคำนวณจากคำตอบถูกและคำตอบผิดต่อนาที

2.4.2.3 แนวคิดของ Chauhun (1982) ให้ความสำคัญกับการประเมินผลสื่อที่มีลักษณะตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยอาศัยข้อมูลเชิงปริมาณและข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้ทั้งการทดสอบ การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์และการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน ข้อมูลเชิงปริมาณที่ได้จะมาจากการทำคะแนนแบบฝึกหัดในบทเรียน คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและอัตราการตอบผิดในบทเรียน

2.4.2.4 แนวคิดของ Hovland (วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 77) ได้เสนอแนวความคิดในการหาประสิทธิภาพสื่อ เมื่อนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องคำนวณหาค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index : E.I) ซึ่งมีค่าที่คำนวณได้จะเป็นจุดทศนิยม ถ้ามีค่าใกล้ 1 มากเท่าใด ยิ่งแสดงว่าสื่อชนิดนั้นมีประสิทธิภาพมาก ข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณมาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งการทดสอบก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

2.4.2.5 แนวคิดการหาประสิทธิภาพกระบวนการต่อประสิทธิภาพผลลัพธ์

ตามแนวคิดนี้มีการพัฒนาการมาจาก การหาเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียนมาตรฐาน การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาธิราช. 2527 ; เสาวณีย์ สีขามันจิต. 2528)

1) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้วแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ E_1/E_2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ / ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80 , 85/85 , หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติ อาจตั้งไว้ 70/70 , 75/75 (สุโขทัยธรรมาราช. 2527)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน ± 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80/80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ ± 2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ก. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 82.5/82.5

ข. เท่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 80/80

ค. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า 77.5/77.5

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2) วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1/E_2 ซึ่ง E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521)

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100)$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \quad (\text{หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100)$$

เมื่อ

- E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด
 A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3) ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541)

ก. ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษาจำนวน 3 คน โดยเลือกผู้เรียนที่กล้าวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นซึ่งมีระดับผลการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ข. ทดสอบกลุ่มย่อย นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่อไปทดลองใช้กับนักศึกษา โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 3 คน รวมเป็น 9 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. ทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กเมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่สุ่มตัวอย่างมาจำนวน 30 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าได้ถึงเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ายังไม่ถึงก็ต้องปรับปรุงบทเรียนใหม่

2.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายชนิดซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการประเมินผลว่า ผู้ประเมินต้องการข้อมูลเชิงปริมาณหรือข้อมูลเชิงคุณภาพ หรือทั้งสองอย่าง ข้อมูลที่ได้ส่วนใหญ่ได้มาจาก (วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 78)

2.4.3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.4.3.2 แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่อยู่ภายในบทเรียน

2.4.3.3 แบบสอบถาม

2.4.3.4 แบบสังเกตและแบบสัมภาษณ์

2.4.3.5 แบบรายงานผลการเรียนรายบุคคลที่บันทึกไว้ในโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างน้อยที่สุดผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผล ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและนักเทคโนโลยีการศึกษา ควรได้ให้ความเห็นชอบว่ามีประสิทธิภาพเชื่อถือได้ และมีกระบวนการในการหาประสิทธิภาพอย่างรัดกุมชัดเจน

2.4.4 วิธีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นิยมใช้มี 2 วิธี คือ (วชิระ อินทร์อุดม. 2540 : 78)

2.4.4.1 การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา หาข้อบกพร่องของบทเรียนและการทำงานของโปรแกรม ตลอดจนคุณภาพทางด้านเทคนิค

2.4.4.2 การประเมินโดยผู้เรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน มีวิธีประเมิน 3 ขั้นตอน ดังนี้ คือ ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดสอบกลุ่มย่อย และทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นที่นิยมกันแพร่หลายในประเทศไทยขณะนี้ เช่น

ดวงใจ ศรีรัชชัย (2535 : 13-45) “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย” จากเนื้อหาที่เรียน 20-22 คาบ โดยใช้เครื่องมือคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งหมด 6 หน่วยและแบบวัดความรู้ ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทดสอบก่อนหลังเรียน ของบทเรียนทั้ง 6 หน่วยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่า คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียนของบทเรียนแต่ละหน่วย ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เช่นกัน โดยที่กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาในการศึกษาบทเรียน 2-4 คาบ คาบละ 50 นาที ตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน โดยสรุปแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้จริงได้

ประวิทย์ สิมมาตัน (2539 : 47) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความปลอดภัยจากกระแสไฟฟ้าสำหรับการฝึกอาชีพ หลักสูตรการเตรียมเข้าทำงาน พบว่าผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาค่าดัชนีประสิทธิผล โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ การทดลอง 1 : 1 ผลการทดลองปรากฏว่า ได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 71.65/77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.48 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีข้อบกพร่องเพราะค่าประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิผลยังไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง จากนั้นได้ดำเนินการกับกลุ่มเล็ก ผลการทดลองปรากฏว่า ได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 71.65/77.32 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.48 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีข้อบกพร่อง และได้ดำเนินการทดลอง ผลการทดลองปรากฏค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.80/84.52 และค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I) เท่ากับ 0.71 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือประสิทธิภาพ (E_1/E_2) สูงสุด 80/80

ธีระ โสภณจิตต์ (2534 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีการเขียนภาพตัดขวางการเขียนเครื่องกล 2 นำไปทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 83.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.02 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความมีนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่านักศึกษาเมื่อเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วมีความรู้เพิ่มขึ้น

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปช่วยให้การเรียนรู้ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความก้าวหน้าและเกิดการเรียนรู้ได้จริง

สุพรรณ แก้วผืน (2539 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอน เรื่อง สไลด์เรลเกจอินดักชั่นมอเตอร์ ซึ่งใช้ประกอบการสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ซึ่งจากผลการวิจัยปรากฏว่าผู้เรียนทำได้ 84.97/80.95 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.01 ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้จึงมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในวิชานั้นได้

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพัฒนศึกษา วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/82.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

พรทิพย์ สุทรนนท์ (2534 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเรื่อง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่อง อาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "อาหารและโภชนาการ" หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อาหารและโภชนาการ ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เรียนวิชาการดูแลรักษาบ้าน ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่า 81.5/82.31 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 12.37 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีปกติ ซึ่งได้เท่ากับ 10.52 และผลสัมฤทธิ์ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

อมร สุขจำรัส (2533 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาเรื่อง การย่อยอาหาร นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลองของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.000$ และ $p = 0.001$) ตามลำดับ นั่นคือภายหลังการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและครูเป็นผู้สอน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ

จรุ ราชกาญจน์ (2541 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความคงทนของความรู้ระหว่าง การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียกับการเรียนแบบปกติ เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนของความรู้ของนักศึกษา กลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสูงกว่าและนานกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

จากการวิจัยในต่างประเทศ เริ่มให้ความสนใจต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อปี ค.ศ. 1972 โดยประมาณ ดังผลการวิจัยต่างๆ ดังนี้ (ดวงใจ ศรีวัชชัย, 2535 :13-45)

Lui (1975 : 1141-A - 1412-A) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดย จัดตั้งโครงการเพื่อพัฒนาความต่อเนื่องของบทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาความรู้เบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชาฟิสิกส์ 3 พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้นด้วยวิธีการปฏิบัติ ช่วยทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนในห้องไปแล้ว ทำให้เกิดความแม่นยำในการเรียนหัวข้อที่อ่อนและทำให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Casner (1978 : 7106-A) ศึกษาทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ 8 ที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเรียนโดยการสอนปกติ ทำการทดลองกับโรงเรียน 2 แห่งโดยให้โรงเรียนแห่งหนึ่งเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อีกโรงเรียนหนึ่งเรียนจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนทั้ง 2 โรงเรียนมีทัศนคติไม่แตกต่างกันระหว่างการใช้หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ แต่จากแบบสอบถาม 2 ใน 20 รายการ พบว่านักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนมากกว่านักเรียนชายที่เรียนจากการสอนปกติ และเมื่อให้ทำหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นักเรียนชายที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีความอยากทำมากกว่าและเห็นว่าปัญหาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องสนุก

Oden (1982 : 355-A) ศึกษาเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนคณิตศาสตร์และการวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 ที่เรียนโดยการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนปกติ พบว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีการสอนปกติ

Lee (1975 : 1363-A - 1364-A) ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนทักษะการออกเสียงและฟังดนตรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ คือ นักศึกษาวิชาดนตรีจากมหาวิทยาลัยอีสต์ เท็กซัสสเตท (East Texas State University) โดยการประชุมตัวอย่างอย่างง่าย แล้วแบ่งนักศึกษาออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเรียนจากการสอนปกติ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกิดการรับรู้ศัพท์เฉพาะเกี่ยวกับดนตรีได้ดีกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

Wright. (1984 : 1063-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาในรัฐแคลิฟอร์เนียโดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนซ่อมเสริมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Plato กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนซ่อมเสริมกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Apple II และกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติ ใช้เวลาทดลองในช่วง 6 สัปดาห์ ในช่วงภาคฤดูร้อน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนใหญ่พบว่าการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง มีแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น และจากการวิจัยส่วนใหญ่จะพบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ

จากความสำคัญและประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าสามารถเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเหมาะที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้เป็นการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อการศึกษา (Education Research and Development) โดยผู้วิจัยได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ของกรมอาชีวศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งหมด 138 คน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 รวมจำนวน 61 คน

2. ประชากรที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 รวมจำนวน 77 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่

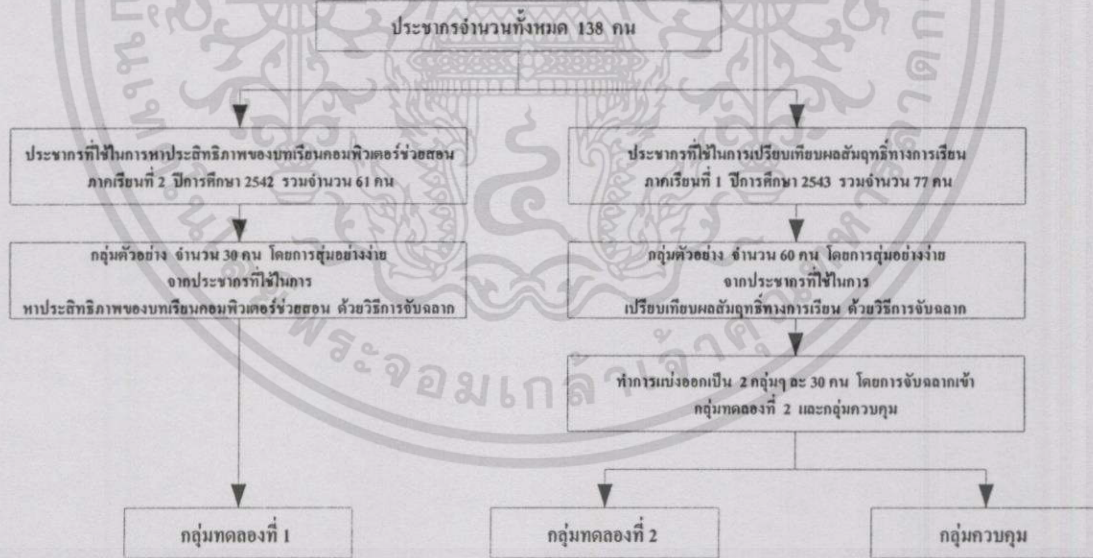
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรในส่วนที่ 1 ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน โดยกำหนดให้เป็น

กลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรในส่วนที่ 2 ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 60 คน แล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยให้

กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
กลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ



รูปที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเองประกอบด้วย

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของทางการเรียน
- 3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างตามหลักทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware Version. 4.0 เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎีวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และปีที่ 3 (หลักสูตร ม. 6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการนำเสนอเนื้อหาแบบสาขา (Branching Programs) มีการอธิบายเนื้อหาส่วนใหญ่ด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพประกอบที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ (Model) ซึ่งสามารถใช้อธิบายในส่วนที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพได้

ในส่วนของการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบในส่วนของการโต้ตอบ (Graphics User Interface) ให้น่าสนใจ สวยงามและสะดวกต่อการใช้งาน ในกรอบแต่ละกรอบ จะแบ่งเป็นส่วนต่างๆ อย่างชัดเจน เช่น ส่วนแสดงเนื้อหา ส่วนแสดงภาพเคลื่อนไหว และส่วนของปุ่มต่างๆ ทุกกรอบการนำเสนอจะถูกวางในตำแหน่งเดียวกันตลอดเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนเกิดการสับสนขณะใช้งาน ดังกรอบที่ 26 ในภาคผนวก ข

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยจะมีส่วนที่แสดงรายละเอียดในการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คอยบอกขั้นตอนการเรียนรู้อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตลอดการเรียน การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้นำเอาความสามารถของคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย (Multimedia) ออกมาใช้เต็มที่ เช่น ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และเสียง (Audio) ทำให้ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้อยู่กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตลอดเวลา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน

ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน จะเป็นภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง ที่มีความยาวประมาณ 1 นาที ที่แสดงให้เห็นถึงหัวข้อเรื่องและตัวอย่างเนื้อหาบทเรียนในแต่ละหัวข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบให้น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไป แสดงผังกรอบที่ 1 ถึงกรอบที่ 13 ในภาคผนวก ข

2. ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน

ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีการเก็บข้อมูลของผู้เรียนไว้ ดังนั้นเมื่อผู้เรียนเข้าสู่บทเรียน จะมีส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน ให้ผู้เรียนกรอกชื่อและนามสกุล เพื่อนำไปเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ ในส่วนรับข้อมูลของผู้เรียนนี้ จะเป็นหน้าจอที่มีช่องให้ผู้เรียนกรอกชื่อและนามสกุล โดยจะมีหน้าจอเล็กๆ ด้านบน คอยแนะนำขั้นตอนต่างๆ ให้ผู้เรียนได้ทราบ ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ทางด้านล่างจะเป็นหน้าจอสำหรับแสดงข้อความยินดีต้อนรับผู้เรียนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในการกรอกชื่อและนามสกุล ถ้าผู้เรียนกรอกชื่อและนามสกุลไม่ถูกต้อง สามารถที่จะทำการกรอกใหม่ได้ แสดงผังกรอบที่ 14 และกรอบที่ 15 ในภาคผนวก ข

3. ส่วนเมนูบทเรียน

ในส่วนของเมนูบทเรียน ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เมนูต่างๆ หน้าจอสำหรับแสดงภาพประกอบของเนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถเลื่อนเมาส์ ผ่านเข้าไปที่เมนูจะมีข้อความแสดงรายละเอียดและรูปภาพประกอบของเมื่อนั้นๆ และจะมีหน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับปุ่มควบคุมต่างๆ ข้อมูลของเนื้อหาและขั้นตอนการใช้เมนูบทเรียน ที่คอยช่วยเหลือตลอดเวลา แสดงผังกรอบที่ 17 ในภาคผนวก ข

ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า นั้น ได้แบ่งหัวข้อเนื้อหาออกเป็น 6 หัวข้อใหญ่ ดังนี้

- 1) คุณสมบัติของแม่เหล็ก
- 2) ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก
- 3) ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก
- 4) วงจรแม่เหล็ก
- 5) แม่เหล็กไฟฟ้า
- 6) การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนรู้หัวข้อต่างๆ ที่ต้องการศึกษาได้ตามต้องการ ผู้เรียนต้องการเรียนซ้ำกี่ครั้งก็ได้ไม่จำกัดเวลา ในส่วนของเมนูบทเรียน ผู้วิจัยได้ออกแบบเมนูให้สามารถเปิดและ

ปิดเมนูได้ โดยกดปุ่มเริ่มต้น (Start) เพื่อเปิดเมนู เมนูจะเลื่อนออกมาทางด้านข้าง ถ้าต้องการปิดเมนู กดปุ่มหยุด (Stop) เมนูก็จะเลื่อนออกไปสู่ด้านข้างดั้งเดิม ในเมนูบทเรียนหลักจะมีเมนูย่อยซ่อนอยู่ ผู้เรียนสามารถกดปุ่มเนื้อหาบทเรียนที่เมนูหลักจะมีเมนูย่อยแสดงออกมาให้เห็น โดยขั้นตอนทั้งหมด จะมีหน้าจอสำหรับแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับปุ่มควบคุมต่างๆ ข้อมูลของเนื้อหาและขั้นตอนการใช้เมนูบทเรียน ที่คอยบอกตลอดเวลา แสดงดังกรอบที่ 18 และกรอบที่ 19 ในภาคผนวก ข

4. ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ส่วนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะเป็นส่วนที่จะบอกให้ผู้เรียนให้ทราบว่าผู้เรียนจะสามารถทำอะไรได้บ้างหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ผู้วิจัยได้ออกแบบเมนูบทเรียนให้สามารถเลือกเข้าไปสู่ส่วนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของหัวข้อต่างๆ ก่อนที่จะเริ่มเรียน จะทำให้ผู้เรียนรู้แนวทางในการเรียนรู้ด้วยตนเอง แสดงดังกรอบที่ 21 และกรอบที่ 22 ในภาคผนวก ข

5. ส่วนการนำเสนอบทเรียน

การนำเสนอบทเรียน จะแบ่งจอภาพออกเป็น 3 ส่วน ส่วนบนเป็นชื่อเรื่อง ส่วนกลางเป็นส่วนนำเสนอเนื้อหา และส่วนล่างเป็นปุ่มต่างๆ และในส่วนล่างนี้ ยังมีหน้าจอเล็กๆ ที่ใช้ในการแสดงรายละเอียดต่างๆ ในการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน แสดงดังกรอบที่ 28 ในภาคผนวก ข

6. ส่วนการนำเสนอเนื้อหา

ในส่วนการนำเสนอเนื้อหา จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนทางซ้ายมือจะเป็นส่วนที่แสดงเนื้อหาบทเรียน โดยจะแสดงชื่อหัวข้อย่อย เลขหน้า และถ้าหากมีเนื้อหาบทเรียนที่มีความยาวเกินกว่าจะแสดงได้ ก็จะมีสกรอลล์เท็กซ์ (Scroll Text) สำหรับเลื่อนดูเนื้อหาที่เหลือได้ ในเนื้อหาบทเรียนจะมีไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) ซึ่งผู้เรียนสามารถรู้ได้ว่าข้อความใดเป็นไฮเปอร์เท็กซ์ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบข้อความส่วนนี้ให้เป็นสีเขียวและขีดเส้นใต้ และขณะที่เลื่อนเมาส์เข้ามาในข้อความที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์ ตัวชี้ (Mouse Pointer) จะเปลี่ยนจากลูกศรไปเป็นรูปมือ แสดงดังกรอบที่ 39 ในภาคผนวก ข

ส่วนทางด้านขวามือ จะเป็นส่วนที่แสดงภาพเคลื่อนไหว (Animation) ในส่วนนี้จะมีปุ่มเล่น (Play) ซึ่งผู้เรียนสามารถกดปุ่มรูปภาพเคลื่อนไหวได้ตลอดเวลา และในส่วนของรูปภาพวงจรต่างๆ ที่แสดงอยู่ในหน้าจอแสดงภาพเคลื่อนไหวนั้นยังมีไฮเปอร์เท็กซ์ให้ใช้เช่นเดียวกัน เช่น ในหัวข้อเรื่องส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า ผู้เรียนสามารถเลื่อน

เมาส์เข้าไปชี้ที่ส่วนประกอบต่างๆ ในวงจร ก็จะแสดงชื่อของส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็กหรือ ส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า ให้ผู้เรียนได้ทราบ แสดงผังกรอบที่ 43 ในภาคผนวก ข

ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถที่จะฟังการอธิบายเนื้อหาบทเรียนด้วยเสียงบรรยาย ซึ่งเสียงบรรยายนี้ ผู้เรียนสามารถเปิดหรือปิดเสียงบรรยายได้ตลอดเวลา โดยการกดปุ่มเปิดหรือปิดเสียง การที่ผู้เรียนได้คุณภาพเคลื่อนไหว พร้อมกับฟังการอธิบายเนื้อหาบทเรียนด้วยเสียงบรรยาย ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

7. ส่วนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

หลังจากผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนในแต่ละหัวข้อจบแล้ว โปรแกรมจะให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก โดยจะมีส่วนของหน้าจอแสดงชื่อผู้เรียน จำนวนข้อถูก จำนวนข้อผิด จำนวนข้อถูกคิดเป็นร้อยละ และข้อมูลตอบสนอง (Response) ที่เป็นทั้งเสียง ข้อความ และกราฟิก ที่จะแสดงออกมา เวลาที่ผู้เรียนได้เลือกคำตอบในแต่ละข้อแล้ว ซึ่งจะเป็นข้อมูลตอบสนองที่เป็นไปในทางชมเชยและให้กำลังใจตลอด แสดงผังกรอบที่ 33 ในภาคผนวก ข

คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแต่ละหัวข้อ จะถูกบันทึกเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) ซึ่งสามารถเข้าไปดูคะแนนที่บันทึกไว้ได้ ในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนนี้ จะมีการประเมินผลการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบ หลังจากผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบทุกข้อแล้ว ว่าผู้เรียนทำคะแนนได้คิดเป็นร้อยละเท่าใด ผู้เรียนควรจะไปเรียนหัวข้อต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาหัวข้อเดิมอีกครั้ง แสดงผังกรอบที่ 36 ถึงกรอบที่ 37 ในภาคผนวก ข

นอกจากนี้ โจทย์ในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ข้อใดที่เป็นการคำนวณ โปรแกรมก็จะมีเครื่องคิดเลข ไว้ให้ผู้เรียนได้ใช้ เพื่อสะดวกในการคิดคำนวณ แสดงผังกรอบที่ 51 ในภาคผนวก ข

8. ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

ก่อนที่ผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เพื่อวัดความรู้เดิมของผู้เรียน และหลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อวัดความรู้หลังจากที่ได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ในการทำแบบทดสอบนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมให้สามารถจับเวลาในการทำแบบทดสอบ และได้ให้เวลาผู้เรียนทำแบบทดสอบภายในเวลา 30 นาที โดยเมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบไปแล้ว 25 นาที จะมีการเตือนด้วยเสียงว่าเหลือเวลาอีก 5 นาที จะหมดเวลา ในหน้าจอของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน จะมีรูปแบบหน้าจอเหมือนกัน ภายในจะมีหน้าจอแสดงชื่อผู้เรียนและส่วนของนาฬิกา ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนได้ทราบเวลาในการเริ่มทำแบบทดสอบ เวลาปัจจุบัน

และเวลาที่ใช้ไปแล้วในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบให้ทันเวลาที่กำหนด ให้ แสดงดังกรอบที่ 55 ในภาคผนวก ข

นอกจากนี้ โจทย์ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ข้อใดที่ เป็นการคำนวณ โปรแกรมก็จะมีเครื่องคิดเลขไว้ให้ผู้เรียนได้ใช้ เพื่อสะดวกในการคิดคำนวณ แสดงดังกรอบที่ 57 ในภาคผนวก ข

9. จำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จำนวนกรอบเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แบ่งตาม กรอบส่วนนำ กรอบ จุดประสงค์ กรอบเนื้อหา กรอบแนะนำและช่วยเหลือ กรอบแบบฝึกหัด กรอบชมเชยและแก้ไข กรอบข้อสอบ และกรอบรายงาน ได้จำนวนทั้งสิ้น 527 กรอบ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หัวข้อ	จำนวนกรอบบทเรียน								รวม	น้ำหนัก (ร้อยละ)
	ส่วนนำ	จุดประสงค์	เนื้อหา	แนะนำและช่วยเหลือ	แบบฝึกหัด	ชมเชยและแก้ไข	ข้อสอบ	รายงาน		
1. การนำเข้าสู่บทเรียน	12	-	-	-	-	-	-	-	12	2.28
2. ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน	-	-	2	6	-	-	-	1	9	1.70
3. เมฆุบทเรียน	1	-	13	21	-	-	-	-	35	6.64
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	-	6	-	8	-	-	-	-	14	2.66
5. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน										
5.1 คุณสมบัติของแม่เหล็ก	-	1	-	17	3	3	-	2	44	8.35
5.1.1 ขั้วแม่เหล็ก	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-
5.1.2 เส้นแรงแม่เหล็ก	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-
5.1.3 การดูดกันของแม่เหล็ก	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
5.1.4 การผลักกันของแม่เหล็ก	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
5.2 ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก	-	1	-	18	4	4	-	2	60	11.39
5.2.1 แรงแม่เหล็ก	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-
5.2.2 เส้นแรงแม่เหล็ก	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-
5.2.3 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-
5.2.4 ความซึมซาบจำเพาะ	-	-	5	3	-	-	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนกรอบบทเรียน								รวม	น้ำหนัก. (ร้อยละ)
	ส่วน นำ	จุด ประ สงค์	เนื้อ หา	แนว นำ และ ช่วย เหลือ	แบบ ฝึกหัด	ชมเชย และ แก้ไข	ข้อ สอบ	ราย งาน		
5.2.5 ความต้านทานแม่เหล็ก	-	-	4	1	-	-	-	-		
5.2.6 ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก	-	-	4	1	-	-	-	-		
5.3 ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก	-	1	-	17	4	4	-	2	62	11.76
5.3.1 ชนิดของแม่เหล็ก	-	-	17	5	-	-	-	-		
5.3.2 สารแม่เหล็ก	-	-	9	3	-	-	-	-		
5.4 วงจรแม่เหล็ก	-	1	-	17	4	4	-	2		
5.4.1 ส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก	-	-	2	1	-	-	-	-		
5.4.2 แบบของวงจรแม่เหล็ก	-	-	2	-	-	-	-	-		
5.4.3 วงจรแม่เหล็กอนุกรม	-	-	3	3	-	-	-	-		
5.4.4 วงจรแม่เหล็กขนาน	-	-	4	4	-	-	-	-		
5.4.5 เปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กกับวงจรไฟฟ้า	-	-	10	4	-	-	-	-		
5.5 แม่เหล็กไฟฟ้า	-	1	-	17	8	8	-	2	69	13.09
5.5.1 แม่เหล็กไฟฟ้า	-	-	4	3	-	-	-	-		
5.5.2 ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆตัวนำ	-	-	5	3	-	-	-	-		
5.5.3 กฎมือขวาสำหรับตัวนำ	-	-	2	1	-	-	-	-		
5.5.4 กฎของแมกซ์เวลล์	-	-	2	1	-	-	-	-		
5.5.5 การมีผลกระทบกระทั่งต่อกันของสนามแม่เหล็ก	-	-	6	1	-	-	-	-		
5.5.6 กฎมือขวาสำหรับขดลวด	-	-	4	1	-	-	-	-		
5.6 การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	-	1	-	18	7	7	-	2	73	13.85
5.6.1 กฎของฟาราเดย์	-	-	2	1	-	-	-	-		
5.6.2 กฎของเลนซ์	-	-	2	1	-	-	-	-		
5.6.3 กฎมือขวาของเฟลมมิง	-	-	4	1	-	-	-	-		
5.6.4 กฎมือซ้ายของเฟลมมิง	-	-	4	1	-	-	-	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หัวข้อ	จำนวนกรอบบทเรียน								รวม	น้ำหนัก (ร้อยละ)
	ส่วน นำ	จุด ประ สงค์	เนื้อ หา	แนะ นำ และ ช่วย เหลือ	แบบ ฝึกหัด	ชมเชย และ แก้ไข	ข้อ สอบ	ราย งาน		
5.6.5 การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	-	-	2	1	-	-	-	-		
5.6.6 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารูป คลื่นไซน์	-	-	18	1	-	-	-	-		
รวมจำนวนกรอบเนื้อหา									369	70.02
6. แบบทดสอบก่อนเรียน	1	-	-	8	-	-	30	5	44	8.35
7. แบบทดสอบหลังเรียน	1	-	-	8	-	-	30	5	44	8.35
รวมกรอบในบทเรียน	15	12	154	203	30	30	60	23	527	100

จากตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนกรอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 527 กรอบ แบ่งเป็นกรอบการนำเข้าสู่บทเรียน 12 กรอบ กรอบส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน 9 กรอบ กรอบเมนูบทเรียน 35 กรอบ กรอบจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 14 กรอบ กรอบการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน 369 กรอบ แบ่งเป็นเนื้อหาเรื่องต่างๆ ดังนี้ เรื่องคุณสมบัติของแม่เหล็ก 44 กรอบ เรื่องลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก 60 กรอบ เรื่องชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก 62 กรอบ เรื่องวงจรแม่เหล็ก 61 กรอบ เรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า 69 กรอบ เรื่องการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 73 กรอบ กรอบแบบทดสอบก่อนเรียน 44 กรอบ และกรอบแบบทดสอบหลังเรียน 44 กรอบ โดยมีจำนวนกรอบการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 70.02 และเน้นเรื่องการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ คิดเป็นร้อยละ 13.85

10. จำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จำนวนเวลาเฉลี่ยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แบ่งตาม กรอบส่วนนำ กรอบจุดประสงค์ กรอบเนื้อหา กรอบแนะนำและช่วยเหลือ กรอบแบบฝึกหัด กรอบชมเชยและแก้ไข กรอบข้อสอบ และกรอบรายงาน รวมทั้งสิ้น 104.20 นาที และเวลาเฉลี่ยในการศึกษาเฉพาะเนื้อหาบทเรียน รวมทั้งสิ้น 54.20 นาที ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หัวข้อ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียน (นาที)								รวม (นาที)
	ส่วน นำ	จุด ประสงค์	เนื้อหา	แนะนำ และ ช่วย เหลือ	แบบ ฝึกหัด	ชมเชย และ แก้ไข	ข้อ สอบ	รายงาน	
1. การนำเข้าสู่บทเรียน	1:00	-	-	-	-	-	-	-	1:00
2. ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน	-	-	0:20	-	-	-	-	-	0:20
3. เมนูปบทเรียน	0:10	-	5:00	-	-	-	-	-	5:10
4. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	-	-	3:00	-	-	-	-	-	3:00
5. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน									
5.1 คุณสมบัติของแม่เหล็ก	-	0:15	-	-	1:30	0:10	-	0:05	5:55
5.1.1 ขั้วแม่เหล็ก	-	-	1:30	-	-	-	-	-	
5.1.2 เส้นแรงแม่เหล็ก	-	-	1:00	-	-	-	-	-	
5.1.3 การดูดกันของแม่เหล็ก	-	-	0:40	-	-	-	-	-	
5.1.4 การผลักกันของแม่เหล็ก	-	-	0:45	-	-	-	-	-	
5.2 ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก	-	0:25	-	-	2:30	0:15	-	0:05	12:45
5.2.1 แรงเคลื่อนแม่เหล็ก	-	-	1:30	-	-	-	-	-	
5.2.2 เส้นแรงแม่เหล็ก	-	-	0:25	-	-	-	-	-	
5.2.3 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก	-	-	1:50	-	-	-	-	-	
5.2.4 ความซึมซาบจำเพาะ	-	-	2:15	-	-	-	-	-	
5.2.5 ความต้านทานแม่เหล็ก	-	-	1:30	-	-	-	-	-	
5.2.6 ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก	-	-	2:00	-	-	-	-	-	
5.3 ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก	-	0:20	-	-	2:00	0:15	-	0:05	6:20
5.3.1 ชนิดของแม่เหล็ก	-	-	2:30	-	-	-	-	-	
5.3.2 สารแม่เหล็ก	-	-	1:10	-	-	-	-	-	
5.4 วงจรแม่เหล็ก	-	0:20	-	-	2:00	0:15	-	0:05	4:55
5.4.1 ส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก	-	-	0:20	-	-	-	-	-	
5.4.2 แบบของวงจรแม่เหล็ก	-	-	0:15	-	-	-	-	-	
5.4.3 วงจรแม่เหล็กอนุกรม	-	-	0:20	-	-	-	-	-	
5.4.4 วงจรแม่เหล็กขนาน	-	-	0:40	-	-	-	-	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

หัวข้อ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียน (นาที)								รวม (นาที)
	ส่วน นำ	จุด ประ สงค์	เนื้อ หา	แนะ นำ และ ช่วย เหลือ	แบบ ฝึกหัด	ชมเชย และ แก้ไข	ข้อ สอบ	ราย งาน	
5.4.5 เปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กกับ วงจรไฟฟ้า	-	-	0:40	-	-	-	-	-	
5.5 แม่เหล็กไฟฟ้า	-	0:45	-	-	4:00	0:25	-	0:05	10:40
5.5.1 แม่เหล็กไฟฟ้า	-	-	1:40	-	-	-	-	-	
5.5.2 ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่ เกิดขึ้นรอบๆตัวนำ	-	-	0:40	-	-	-	-	-	
5.5.3 กฎมือขวาสำหรับตัวนำ	-	-	0:30	-	-	-	-	-	
5.5.4 กฎของแมกซ์เวลล์	-	-	0:30	-	-	-	-	-	
5.5.5 การมีผลกระทบกระทั้งต่อกัน ของสนามแม่เหล็ก	-	-	0:40	-	-	-	-	-	
5.5.6 กฎมือขวาสำหรับขดลวด	-	-	1:25	-	-	-	-	-	
5.6 การเกิดแรงดัน ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	-	0:30	-	-	4:00	0:20	-	0:05	13:45
5.6.1 กฎของฟาราเดย์	-	-	0:45	-	-	-	-	-	
5.6.2 กฎของเลนซ์	-	-	0:30	-	-	-	-	-	
5.6.3 กฎมือขวาของเฟลมมิง	-	-	1:00	-	-	-	-	-	
5.6.4 กฎมือซ้ายของเฟลมมิง	-	-	1:00	-	-	-	-	-	
5.6.5 การเกิดแรงดัน ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	-	-	0:25	-	-	-	-	-	
5.6.6 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารูป คลื่นไซน์	-	-	5:10	-	-	-	-	-	
รวมเวลาเรียนเนื้อหาบทเรียน									54:20
6. แบบทดสอบก่อนเรียน	0:10	-	-	-	-	-	15:00	0:05	15:15
7. แบบทดสอบหลังเรียน	0:10	-	-	-	-	-	25:00	0:05	25:15
รวมเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในบทเรียน	1:30	2:35	41:55	-	16:00	1:40	40:00	0:40	104:20

จากตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลาทั้งหมด 104.20 นาที โดยแบ่งเป็นช่วงเวลาในการศึกษาบทเรียนดังนี้คือ ส่วนการนำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าสู่บทเรียน 1.00 นาที ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน 0.20 นาที ส่วนเมนูบทเรียน 5.10 นาที ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3.00 นาที ส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน 54.20 นาที ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน 15.15 นาที และส่วนแบบทดสอบหลังเรียน 25.15 นาที โดยสรุปผู้เรียนจะใช้เวลาเฉลี่ยในการศึกษาเฉพาะเนื้อหาบทเรียน รวมทั้งสิ้น 54.20 นาที

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถสรุปขั้นตอนในการสร้าง ได้ดังนี้

3.2.1.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากเอกสารและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

3.2.1.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) (กรมอาชีวศึกษา. 2540) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยเลือกศึกษาเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจขั้นพื้นฐานก่อนที่จะไปเรียนเนื้อหาต่อไป

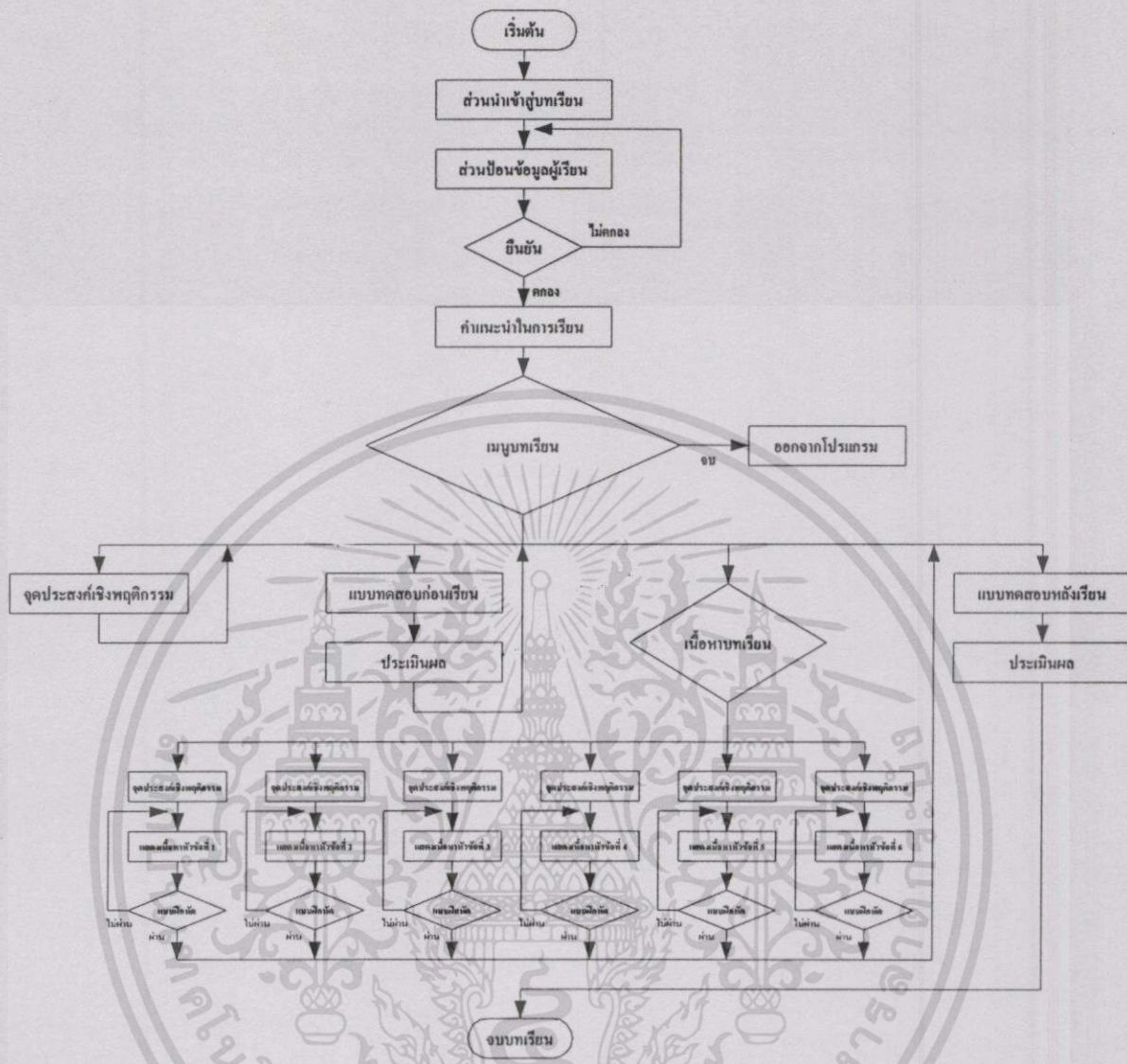
เนื้อหาที่บรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

- 1) คุณสมบัติของแม่เหล็ก
- 2) ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก
- 3) ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก
- 4) วงจรแม่เหล็ก
- 5) แม่เหล็กไฟฟ้า
- 6) การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

3.2.1.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103)

3.2.1.4 นำเนื้อหามาเขียน Story Board เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จะนำเสนอโดยแบ่งรายละเอียดของเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรียงลำดับเนื้อหาตามหัวข้อ กำหนดภาพและการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยสร้างเป็นโฟลว์ชาร์ต (Flow Chart) ว่าจะให้เนื้อหาบทเรียนมีการทำงานแบบใด แล้วนำ Story Board ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ได้ทำการตรวจสอบพิจารณาความถูกต้อง สอดคล้อง เหมาะสม เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนิน โปรแกรม

3.2.1.5 นำ Story Board ที่ผ่านการแก้ไขแล้ว สร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Versoin 4.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท Authoring System ที่สามารถสร้าง Application มาใช้งาน ที่สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การทำงานทางมัลติมีเดีย (Multimedia) เช่น การนำภาพ เสียง วีดิโอ ภาพเคลื่อนไหว มาสร้างไว้ใน Application ได้โดยง่าย โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) ออกแบบกราฟิก เช่น หน้าจอสำหรับติดต่อกับผู้เรียน ชื่อเรื่อง ปุ่มต่างๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) จัดทำภาพกราฟิกต่างๆ โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop Version 5.5 ซึ่งเป็นโปรแกรมกราฟิกที่ใช้ตกแต่งภาพ และใช้โปรแกรม Adobe ImageReady Version 2.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมกราฟิกที่ใช้ตกแต่งภาพและปุ่มต่างๆ

3) จัดทำภาพเคลื่อนไหว โดยใช้โปรแกรม Kinetix 3D Studio MAX Release 3.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพกราฟิกทั้งในแบบของภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ให้กับวัตถุต่างๆ ที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ ส่งผลให้ภาพที่ได้มีความสมจริงสมจัง เช่น ภาพเส้นแรงแม่เหล็กวิ่งจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ ภาพกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำ และภาพตัวนำหมุนในสนามแม่เหล็ก เป็นต้น

4) จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตาม Story Board ที่เขียนไว้ โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware Version 4.0 โดยนำเอาภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหวที่ได้สร้างไว้แล้ว มาใส่ไว้ในตัวโปรแกรม

5) จัดทำเสียง เช่น เสียงบรรยาย เสียงดนตรีประกอบ และเสียงปุ่มต่างๆ เป็นต้น โดยใช้โปรแกรม Sound Recorder ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการบันทึกเสียงและตกแต่งเสียง

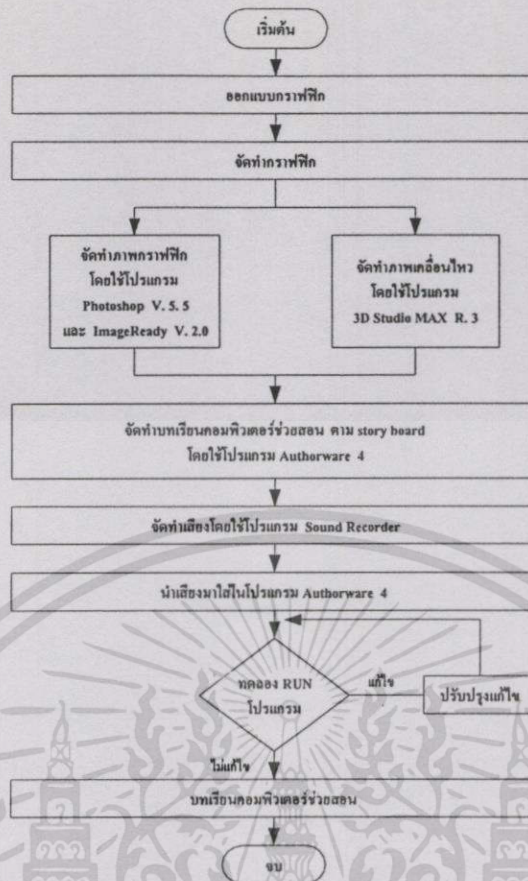
6) นำเสียงต่างๆ มาใส่ไว้ในตัวโปรแกรม Macromedia Authorware Version 4.0

7) ทดลอง Run โปรแกรม ตรวจสอบว่าเป็นไปตาม Story Board ที่ได้เขียนไว้หรือไม่

8) ปรับปรุงแก้ไข แล้วทำการ Package โปรแกรมให้เป็นแฟ้มข้อมูล (File) ต่างๆ คือ

1. Title_Magnet.EXE
2. Input_Data.A4R
3. Menu.A4R
4. Object.A4R
5. Property.A4R
6. Character.A4R
7. Kind.A4R
8. Circuit_Magnet.A4R
9. Electromag.A4R
10. Induce_Voltage.A4R
11. Pretest.A4R
12. Posttest.A4R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1.6 เขียนเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ข

3.2.1.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง สอดคล้อง เหมาะสม หาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข

3.2.1.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว ทำการทดลองและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ รวมจำนวน 61 คน วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541)

1) การทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน โดยเลือกแบบเจาะจง จากนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน ระหว่างการทดลองผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. พฤติกรรมระหว่างเรียนเนื้อหา จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความตั้งใจในการอ่านเนื้อหาบทเรียน โดยผู้เรียนจะเปิดฟังเสียงบรรยาย พร้อมทั้งกดคุณภาพเคลื่อนไหวไปด้วย หลายๆ ครั้ง จนเข้าใจ ระหว่างที่ผู้เรียนคุณภาพเคลื่อนไหวในบางหัวข้อเรื่อง ผู้เรียนจะแสดงท่าทางตามเนื้อหาบทเรียนที่เรียนอยู่นั้นไปด้วย เช่น ในเรื่องของกฎมือขวาสำหรับตัวนำ , กฎมือขวาสำหรับขดลวด , กฎของแมกซ์เวลล์ , กฎมือขวาของเฟลมมิง และกฎมือซ้ายของเฟลมมิง เป็นต้น ผู้เรียนจะใช้มือขวาและมือซ้ายแสดงท่าทางตามที่เห็นในบทเรียน ผู้เรียนจะมีความตั้งใจและสนใจต่อภาพเคลื่อนไหวในเนื้อหาบทเรียนอย่างมาก อาจเป็นเพราะผู้เรียนไม่เคยเห็นภาพในลักษณะการจำลองเหตุการณ์ในลักษณะเหมือนจริง การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนโดยใช้ภาพเคลื่อนไหว จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ดีมากยิ่งขึ้น

ข. พฤติกรรมภายหลังตอบคำถามแบบฝึกหัด ขณะทำแบบฝึกหัดผู้เรียนจะมีความตั้งใจและลุ้นที่จะดูคำตอบที่ถูกหรือผิด โดยผู้เรียนจะรู้สึกตื่นเต้นกับการเฉลยคำตอบแบบทันทีทันใด พร้อมด้วยกราฟิกอันสวยงาม หลังจากผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจบในแต่ละข้อ จะมีการประเมินผลจากบทเรียนว่าผ่าน 80% หรือไม่ ซึ่งผู้เรียนจะพยายามตั้งใจทำแบบฝึกหัดอย่างมาก และใช้เวลาในการคิดแต่ละข้อค่อนข้างนาน เพื่อที่จะเรียนให้ผ่าน 80% ในแต่ละหัวข้อเรื่อง

ตารางที่ 3.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
(กลุ่มเก่ง) 1	25	83.33	25	83.33
(กลุ่มปานกลาง) 2	22	73.33	21	70.00
(กลุ่มอ่อน) 3	21	70.00	20	66.67
รวม	68	226.67	66	220.00
เฉลี่ย	22.67	75.56	22.00	73.33

รายละเอียดแสดงในตารางที่ ๓ ๕ ภาคผนวก ฉ

จากตารางที่ 3.3 พบว่าผลการทดลองชั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัด ทำขบทเรียน เท่ากับ 68 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.67 คะแนน คะแนนรวมจากการทำ คะแนนทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 66 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.56 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 73.33 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองแบบทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยเฉพาะกลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน จะได้คะแนนการทำแบบฝึกหัดทำขบทเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อย ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ อันเนื่องมาจากสาเหตุ ดังนี้

1. สีของตัวอักษรบางภาพดูกลมกลืนกับภาพ ทำให้อ่านลำบาก
2. ผู้เรียนไม่ทราบว่าในแต่ละหัวข้อเรื่อง มีจำนวนทั้งหมดกี่หน้า
3. เนื้อหาบางหัวข้อ ขาดการเน้นข้อความให้ชัดเจน จึงไม่สะดุดสายตาผู้เรียน ผู้เรียนจึงไม่ได้ให้ความสำคัญกับเนื้อหาตรงส่วนนั้นให้มากพอ เช่น ชนิดของแม่เหล็ก , แบบของวงจรแม่เหล็ก , สูตรต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ เป็นต้น
4. Hypertext ที่ส่วนของภาพเคลื่อนไหว ที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น ในเนื้อหาบทเรียนบางหัวข้อ ผู้เรียนไม่ทราบว่ามียูดับเบิลคลิก จึงข้ามเนื้อหาตรงส่วนนี้ไป ทั้งที่เป็นส่วนที่สำคัญ เช่น หัวข้อส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก , หัวข้อเปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กกับวงจรไฟฟ้า เป็นต้น
5. เนื้อหาบางกรอบมีมากเกินไป เช่น หัวข้อแม่เหล็กธรรมชาติ เป็นต้น
6. ภาพเคลื่อนไหวบางภาพสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจน เช่น หัวข้อขั้วแม่เหล็ก , หัวข้อแม่เหล็กไฟฟ้า , หัวข้อการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นต้น
7. ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนไม่ทัน เนื่องจากผู้วิจัยได้ให้เวลาในการทำแบบทดสอบข้อละ 1 นาที เท่านั้น
8. ผู้เรียนไม่เข้าใจการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. ปรับเปลี่ยนสีของตัวอักษร ให้ดูชัดเจนขึ้น
2. เพิ่มการบอกจำนวนหน้าทั้งหมดที่มีอยู่ในหัวข้อนั้น โดยมีรูปแบบดังนี้ “ หน้า 1/13”
3. เน้นข้อความในเนื้อหาบทเรียนที่สำคัญ ด้วยตัวอักษรสีแดง
4. เพิ่มคำแนะนำ ในส่วนของภาพเคลื่อนไหว ที่มี Hypertext
5. เพิ่มการซ่อนและแสดงเนื้อหาแต่ละส่วนเมื่อต้องการศึกษารายละเอียด
6. แก้ไขภาพเคลื่อนไหวให้สื่อความหมายให้ชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ปรับปรุงแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดยให้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 30 ข้อ ภายในเวลา 30 นาที และจะมีการเตือนด้วยเสียงบรรยาย เมื่อมีเวลาเหลืออีก 5 นาที เพื่อให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบได้ทันเวลา

8. เพิ่มกรอบแนะนำการใช้บทเรียน เพิ่มเดิมคำอธิบายในทุกส่วนของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เข้าใจวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยตนเองได้ง่ายและสะดวกขึ้น

2) การทดลองขั้นการทดสอบกลุ่มย่อย ใช้ทดลองกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน โดยเลือกเฉพาะเจาะจง จากนักศึกษาที่มีระดับผลการเรียน สูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 3 คน ผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ตารางที่ 3.4 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
(กลุ่มเก่ง)				
1	26	86.67	25	83.33
2	27	90.00	25	83.33
3	27	90.00	26	86.67
(กลุ่มปานกลาง)				
4	24	80.00	24	80.00
5	25	83.33	23	76.67
6	23	76.67	24	80.00
(กลุ่มอ่อน)				
7	21	70.00	21	70.00
8	21	70.00	20	66.67
9	20	66.67	20	66.67
รวม	214	713.33	208	693.33
เฉลี่ย	23.78	79.27	23.11	77.03

รายละเอียดแสดงในตารางที่ 6 ภาคผนวก ฉ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 3.4 พบว่าผลการทดลองขั้นการทดสอบกลุ่มย่อย แสดงค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเท่ากับ 214 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.78 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 208 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.11 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.27 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.03 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองแบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย ได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยเฉพาะผู้เรียนกลุ่มอ่อนจะได้คะแนนการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนน้อยกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 อันเนื่องมาจากสาเหตุ ดังนี้

1. เนื้อหาบทเรียนบางหัวข้อสั้นไป เช่น หัวข้อแม่เหล็กไฟฟ้า , หัวข้อการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ เป็นต้น
2. ภาพเคลื่อนไหวบางหัวข้อสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เช่น หัวข้อกฎของฟาราเดย์ , หัวข้อกฎของเลนซ์ , หัวข้อทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำ เป็นต้น
3. เนื้อหาบทเรียนบางหัวข้อ ผู้เรียนอ่านและฟังคำบรรยายเนื้อหาแล้วยังไม่เข้าใจ เช่น หัวข้อความซึมซาบจำเพาะ เป็นต้น
4. รูปในแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ยังสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร
5. เนื้อหาบทเรียนบางหัวข้อมีความใกล้เคียงกันมาก ทำให้ผู้เรียนสับสน เช่น หัวข้อกฎมือขวาของเฟลมมิง และหัวข้อกฎมือซ้ายของเฟลมมิง เป็นต้น
6. กราฟิกตรงส่วนที่ใช้แสดงเวลา ในแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ยังไม่สะดุดตาผู้เรียนเท่าที่ควร

ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. เพิ่มเนื้อหาบรรยายในหัวข้อที่อธิบายไว้สั้นไป โดยใช้การอธิบายให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความหมายของแม่เหล็กไฟฟ้าให้มากขึ้น ด้วยข้อความบรรยาย และภาพเคลื่อนไหวที่แสดงให้เห็นเหมือนจริงมากขึ้น
2. แก้ไขภาพเคลื่อนไหวในหัวข้อกฎของฟาราเดย์ , เปลี่ยนภาพเคลื่อนไหวในหัวข้อกฎของเลนซ์ และเพิ่มภาพเคลื่อนไหวในหัวข้อทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำ
3. เพิ่มภาพเคลื่อนไหวให้มากขึ้น ในลักษณะเปรียบเทียบกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความแตกต่างในหัวข้อความซึมซาบจำเพาะ

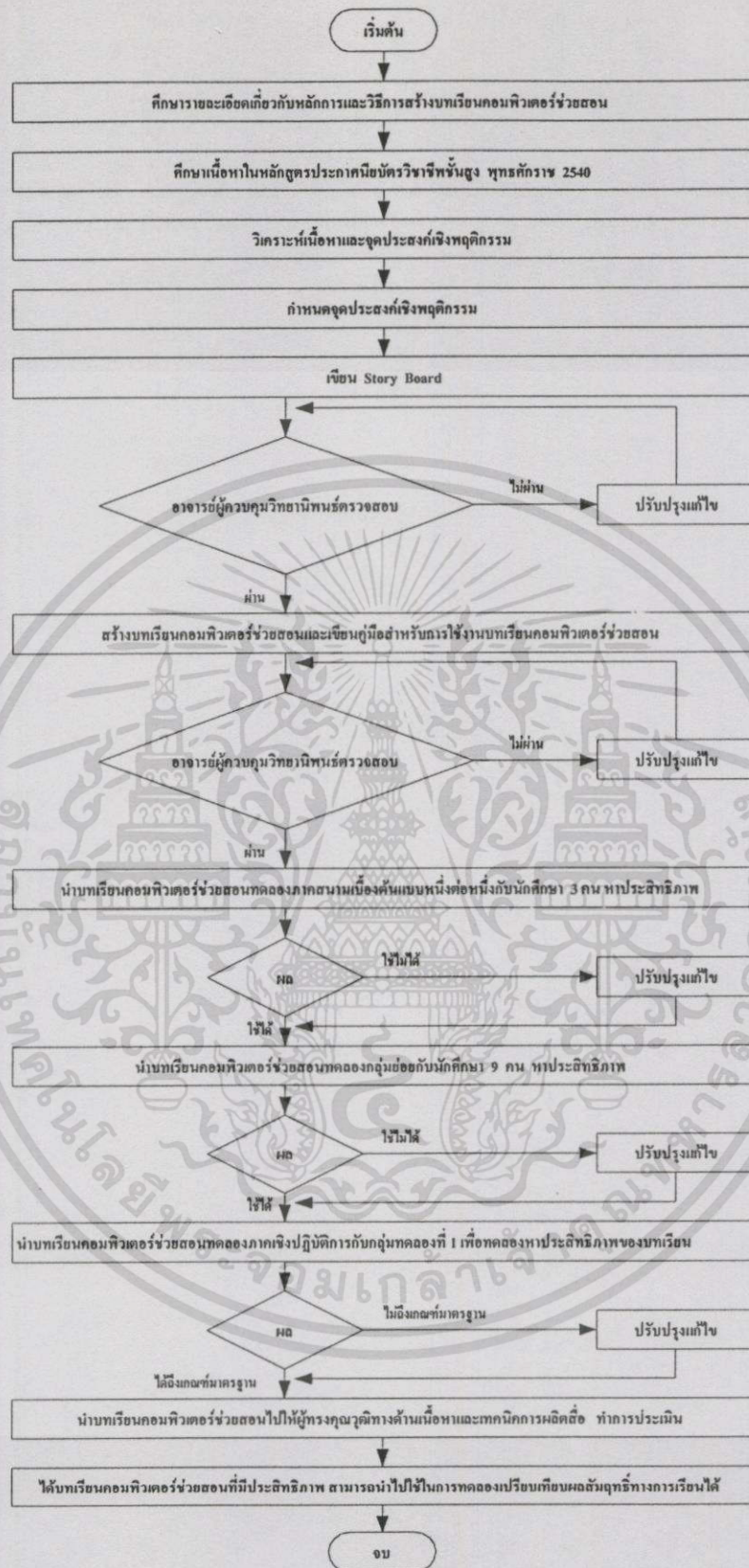
4. ปรับเปลี่ยนรูปในแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนใหม่ ให้สื่อความหมายได้ชัดเจนมากขึ้น

5. แก้ไขภาพเคลื่อนไหวของหัวข้อภูมิอู๋ชาวของเฟลมมิงและหัวข้อภูมิอู๋ชาวของเฟลมมิง ให้มีความแตกต่างกันมากขึ้น และแก้ไขเนื้อหาบทเรียนทั้งสองหัวข้อให้มีความแตกต่างกันมากขึ้น

6. เปลี่ยนแปลงกราฟิกใหม่ ในส่วนแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ให้มีส่วนของการบอกเวลาที่ดูเด่นชัดและสวยงามขึ้น

3) การทดลองชั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 85.23 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.10 แสดงรายละเอียดในตารางที่ ๗ ภาคผนวก ๗ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองชั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มเติม เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่มโปรแกรมเครื่องคิดเลขเข้าไปในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในส่วนที่เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน , แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในข้อที่เป็นการคำนวณ

3.2.1.9 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.24 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้ง 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.36 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน ดังรายละเอียดในภาคผนวก ๘ หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน ได้ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาคำแนะนำ , ข้อเสนอแนะ และข้อแก้ไขต่างๆ มาทำการปรับปรุงบทเรียน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม



รูปที่ 3.4 แสดงลำดับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มทดลองที่ 1 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม ประกอบด้วย

1. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่จัดเรียงลำดับข้อและตัวเลือกให้แตกต่างกับแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อเป็นการป้องกันการจำข้อสอบได้ จัดอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบนกระดาษ เพื่อให้วัดความรู้เดิมของผู้เรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

2. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน แต่มีการเปลี่ยนประโยคคำถามและเรียงลำดับข้อและตัวเลือกให้สลับกัน จัดอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบนกระดาษ เพื่อให้ทดสอบผู้เรียนหลังเรียนจบในแต่ละหัวข้อเรื่องจบแล้ว ของกลุ่มทดลองที่ 1 , กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนของกลุ่มทดลองที่ 1 ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

3. แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ที่จัดเรียงลำดับตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน จัดอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบนกระดาษ รายละเอียดแสดงในภาคผนวก จ เพื่อใช้วัดความรู้หลังจากที่ได้เรียนเนื้อหาบทเรียนจบทุกหัวข้อแล้ว ของกลุ่มทดลองที่ 1 , กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยนำคะแนนของกลุ่มทดลองที่ 1 ไปคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) และนำคะแนนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นให้ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรมแผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม

3.2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังรายละเอียดที่แสดงในภาคผนวก ฉ นำไปสร้างแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก ให้มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและครอบคลุมเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 50 ข้อ

3.2.2.3 นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ตรวจสอบลักษณะด้านการเขียนเนื้อหา ประเมินในการเขียนคำถาม ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.4 นำแบบทดสอบที่ได้สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบลักษณะด้านการเขียนเนื้อหา ประเมินในการเขียนคำถาม ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.2.2.5 เพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบที่สร้างเสร็จ ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของข้อสอบกับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) ปีการศึกษา 2542 สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ผ่านการเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 40 คน โดยการวิเคราะห์ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

1) ความยากง่าย (Difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบประเภทความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Domain) และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (Norm Reference Test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis)

หลักการเลือกข้อสอบมาใช้ ควรเป็นข้อสอบที่มีความยากง่าย ปานกลางประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไป มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ไว้ในช่วง 0.20 - 0.80 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกค่าความยากง่าย (p) ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 3.5 (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237.)

ตารางที่ 3.5 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย

ค่าความยากง่าย (p)	ความหมาย
0.80 - 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60 - 0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40 - 0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก - ง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้)
0.20 - 0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00 - 0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง - กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ

หลักการเลือกข้อสอบมาใช้ ควรเป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง โดยทั่วไปมักกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (r) ไว้ที่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะใช้ได้ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกค่าอำนาจจำแนก (r) ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 3.6 (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 237)

ตารางที่ 3.6 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 - 0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 - 0.29	อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
0.00 - 0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

3) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ สามารถวัดได้สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Kuder - Richardson (KR 20) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงขอบเขตค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) และความหมาย

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})	ความหมาย
+1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.00 หรือใกล้เคียง	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

3.2.2.6 คัดเลือกแบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 30 ข้อ ดังแสดงในภาคผนวก จ ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ค่าความยากง่าย (p) , ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ข้อที่	การวิเคราะห์ข้อสอบ			คุณภาพของข้อสอบ		
	ค่า p	ค่า r	ค่า r_{tt}	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	ความเชื่อมั่น
1	0.75	0.40	0.7931*	ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	ความเชื่อมั่นสูงเชื่อถือได้
2	0.80	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
3	0.80	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
4	0.63	0.25		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
5	0.70	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
6	0.65	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
7	0.55	0.30		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีพอสมควร	
8	0.80	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
9	0.60	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
10	0.80	0.20		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
11	0.80	0.40		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
12	0.70	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
13	0.68	0.25		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
14	0.80	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
15	0.80	0.20		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
16	0.73	0.35		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
17	0.70	0.20		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
18	0.65	0.50		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีมาก	
19	0.33	0.55		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	ดีมาก	
20	0.48	0.25		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
21	0.65	0.20		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
22	0.70	0.20		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
23	0.75	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
24	0.63	0.25		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
25	0.50	0.50		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	ดีมาก	
26	0.40	0.20		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
27	0.80	0.30		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	
28	0.75	0.20		ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)	พอใช้ได้	
29	0.55	0.20		ยากง่ายพอเหมาะ (ดี)	พอใช้ได้	
30	0.38	0.35		ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)	ดีพอสมควร	

* เป็นค่าของข้อสอบทั้งฉบับ

รายละเอียดแสดงในตารางที่ ๓ ๒ , ตารางที่ ๓ และตารางที่ ๓ ๔ ภาคผนวก ๓

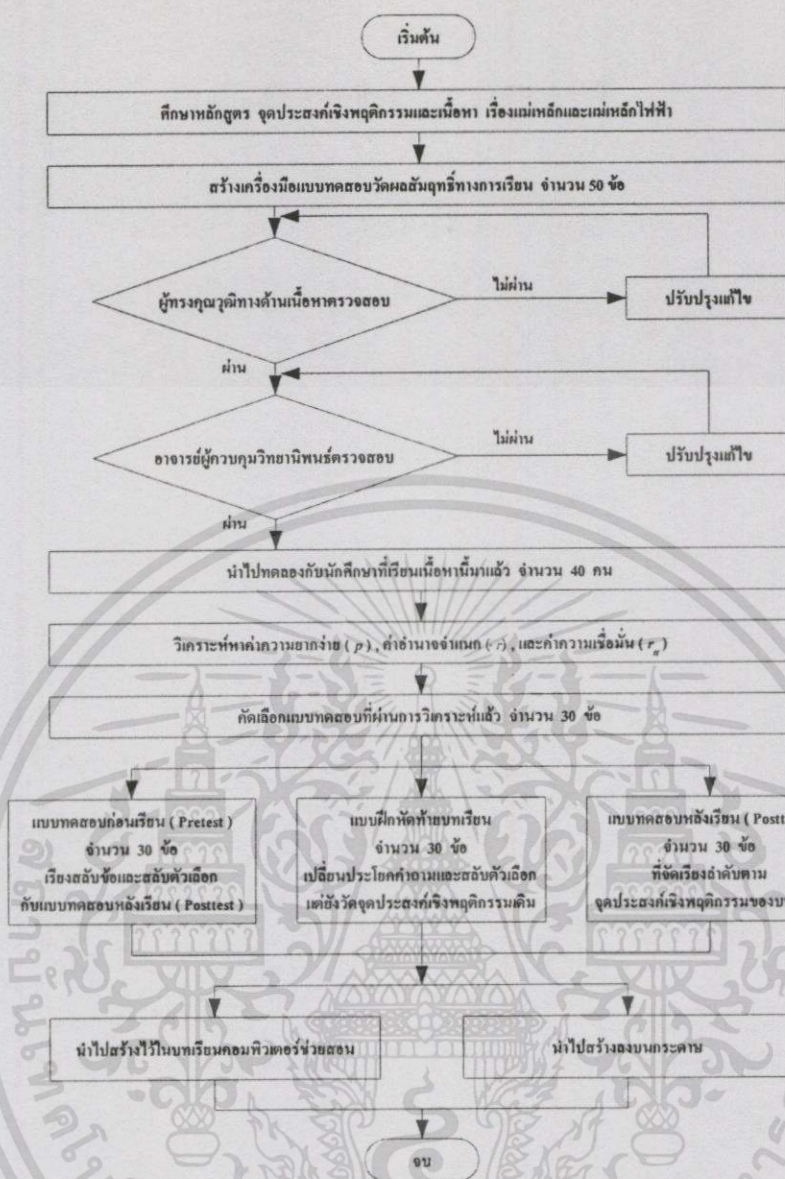
จากตารางที่ 3.8 เป็นผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่จะใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนจากการสอนปกติ ซึ่งสามารถแปลความหมายได้ดังนี้

1) ผลการหาค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.80 หมายความว่า ในแบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ข้อสอบที่ค่อนข้างยากจนถึงข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

2) ผลการหาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.55 หมายความว่า ในแบบทดสอบฉบับนี้มีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำจนถึงอำนาจการจำแนกสูง

3) ผลการหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.7931 หมายความว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีความเชื่อมั่นสูง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้

3.2.2.7 นำไปทำเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดยเป็นข้อสอบชุดเดียวกัน แต่เรียงลำดับข้อและตัวเลือกให้สลับกัน และนำแบบทดสอบที่ได้มาเปลี่ยนประโยคคำถาม แต่ยังคงจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทำเป็นแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน แล้วนำไปจัดทำเป็นแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ทดสอบผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลงบนกระดาษเพื่อใช้ทดสอบผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ



รูปที่ 3.5 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการศึกษาระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้าน

เนื้อหา

- | | |
|---|-------------|
| - ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง | จำนวน 6 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านรูปภาพและภาษา | จำนวน 3 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน | จำนวน 3 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านอื่นๆ ที่เป็นคำถามปลายเปิด | จำนวน 4 ข้อ |

2) แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้าน

เทคนิคการผลิตสื่อ

- | | |
|---|-------------|
| - ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง | จำนวน 3 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านรูปภาพและภาษา | จำนวน 4 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านสีและเทคนิค | จำนวน 3 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน | จำนวน 3 ข้อ |
| - ความคิดเห็นด้านอื่นๆ ที่เป็นคำถามปลายเปิด | จำนวน 5 ข้อ |

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีขั้นตอนการ
สร้างดังนี้

3.2.3.1 กำหนดจุดประสงค์และหัวข้อของแบบประเมิน

3.2.3.2 สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแบบลิเคิร์ต (Likert Scale) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ และกำหนดเป็นคะแนนดังนี้

- | | | |
|-------------|---|---------|
| ดีมาก | = | 5 คะแนน |
| ดี | = | 4 คะแนน |
| ปานกลาง | = | 3 คะแนน |
| พอใช้ | = | 2 คะแนน |
| ควรปรับปรุง | = | 1 คะแนน |

3.2.3.3 นำเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ

3.2.3.4 แก้ไข ปรับปรุงตามคำแนะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.5 ให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็ก และแม่เหล็กไฟฟ้า ตามรายการที่กำหนด เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนแบบอิงเกณฑ์ โดยการคำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ที่ได้ สามารถนำมาแปลผลได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงขอบเขตค่าเฉลี่ยและความหมายของระดับความคิดเห็น

ค่าเฉลี่ย (\bar{x})	ความหมาย
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	พอใช้
1.00 – 1.49	ควรปรับปรุง

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมิน ต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับ 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลของการประเมินต่ำกว่า 3.50 ก็ต้องทำการแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มความคิดเห็นของผู้ประเมิน สามารถนำมาแปลผลได้ดังตารางที่ 3.10 (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533 : 138)

ตารางที่ 3.10 แสดงขอบเขตค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) และความหมาย

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$)	ความหมาย
$S.D. = 0$	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน
$0 < S.D. < 1$	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน
$S.D. > 1$	ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่ควรเกิน 1

ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ได้สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน คือ

1. อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ
2. อาจารย์ไมตรี วรวิจิตรยากุล
3. อาจารย์วัชรระ สุขมหา

และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน คือ

1. อาจารย์อนุรัตน์ ชันชวีธี
2. อาจารย์สมเจตน์ ม่วงเกษม
3. อาจารย์สุนทร นพวิง

ทำการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก เพื่อนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของระดับความคิดเห็นและวิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 3.11 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$	แปลความหมาย
1. เนื้อหาและการคั่นเรื่อง				
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	15	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	14	4.67	0.47	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	14	4.67	0.47	ดีมาก
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	12	4.00	0.00	ดี
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	12	4.00	0.00	ดี
1.6 ความเหมาะสมกับระดับระดับผู้เรียน	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	82	27.33	0.94	
คะแนนเฉลี่ย ด้านเนื้อหาและการคั่นเรื่อง	13.87	4.56	0.16	ดีมาก
2. รูปภาพและภาษา				
2.1 ความสอดคล้องของรูปภาพตามเนื้อหา	12	4.00	0.00	ดี
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	14	4.67	0.47	ดีมาก
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	41	13.67	0.47	
คะแนนเฉลี่ย ด้านรูปภาพและภาษา	13.67	4.56	0.16	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่า \bar{X}	ค่า S.D.	แปลความหมาย
3. เวลาเรียน				
3.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	14	4.67	0.47	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	13	4.33	0.47	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	14	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	41	13.67	1.41	
คะแนนเฉลี่ย ด้านเวลาเรียน	13.67	4.56	0.47	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ด้านเนื้อหา	13.67	4.56	0.24	ดีมาก

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก

จากตารางที่ 3.11 พบว่าผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ผลการประเมิน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.24 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน โดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ด้าน ดังนี้

1) ผลการประเมินด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.16 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

2) ผลการประเมินด้านรูปภาพและภาษา

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.16 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

3) ผลการประเมินด้านเวลาเรียน

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.47 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

4) ความคิดเห็นด้านต่างๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด สามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

- ด้านเนื้อหาถูกต้อง ในแบบฝึกหัดมีบางข้อต้องปรับปรุงตัวलगใหม่ การดำเนินเรื่องเรียงลำดับการให้ความรู้ถูกต้องตามหลักการ

- เนื้อหามีความถูกต้องเหมาะสม
- ควรลดปริมาณเนื้อหาลง แต่เพิ่มความลึกให้มากขึ้น
- การนำเสนอเนื้อหาควรมุ่งเน้นความคิดรวบยอดของเนื้อหาจะดีมาก

ข. ความคิดเห็นด้านรูปภาพและภาษา

- มีความเข้าใจในการเรียนรู้ ใส่อธิบายรูปภาพดีมาก

- รูปภาพบางรูปยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร แต่ส่วนใหญ่ใช้ได้แล้ว

- ภาพที่ใช้แสดงความเป็นรูปธรรมของเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี ภาษาที่ใช้มีมาตรฐานและสื่อความหมายได้ชัดเจน

ค. ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน

- ในแบบฝึกหัดข้อที่มีคำถามและคำตอบยาวๆ ควรให้เวลาในการคิดมากกว่านี้
- มีความเหมาะสมกับเนื้อหาดี
- เวลาเรียนน้อยเกินไป เมื่อเทียบกับเนื้อหา ดังนั้นควรแบ่งเป็น 2 ตอน

ง. ความคิดเห็นด้านอื่นๆ

- ควรจะนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับจากการทำ CAI ในวิชานี้ ไปพัฒนาวิชาอื่นๆ ต่อไป

- ด้านรูปภาพถ้ามีความสวยงามมากขึ้นจะดีมาก

- ภาพแสดง 3 มิติ สามารถนำมาเป็นแบบอย่างในการนำเสนอเนื้อหาในวิชาอื่นๆ เพื่อลดความเป็นนามธรรมของเนื้อหา

ตารางที่ 3.12 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่า \bar{X}	ค่า S.D.	แปลความหมาย
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง				
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	14	4.67	0.47	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมนำเข้าสู่เนื้อหา	14	4.67	0.47	ดีมาก
1.3 เนื้อหาเหมาะสมใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	43	14.33	0.94	
คะแนนเฉลี่ย ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	14.33	4.78	0.31	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็น จากผู้ทรงคุณวุฒิ	ค่า \bar{X}	ค่า $S.D.$	แปลความหมาย
2. รูปภาพและภาษา				
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	14	4.67	0.47	ดีมาก
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	13	4.33	0.47	ดี
2.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	15	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	14	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	56	18.67	1.41	
คะแนนเฉลี่ย ด้านรูปภาพและภาษา	14	4.67	0.35	ดีมาก
3. สีและเทคนิค				
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	13	4.33	0.47	ดี
3.2 ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	15	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13	4.33	0.47	ดี
รวม	41	13.67	0.94	
คะแนนเฉลี่ย ด้านสีและเทคนิค	13.67	4.56	0.31	ดีมาก
4. เวลาเรียน				
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	14	4.67	0.47	ดีมาก
4.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	14	4.67	0.47	ดีมาก
4.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	14	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	42	14	1.41	
คะแนนเฉลี่ย ด้านเวลาเรียน	14	4.67	0.47	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	14	4.67	0.36	ดีมาก

รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก

จากตารางที่ 3.12 พบว่าผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้ง 3 ท่าน ได้ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.36 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน โดยแยกผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ด้าน ดังนี้

1) ผลการประเมินด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.78 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.31 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

2) ผลการประเมินด้านรูปภาพและภาษา

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.35 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

3) ผลการประเมินด้านสีและเทคนิค

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.31 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

4) ผลการประเมินด้านเวลาเรียน

ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.47 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

5) ความคิดเห็นด้านต่างๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด สามารถสรุปได้เป็นข้อๆ ดังนี้

ก. ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

- เนื้อหามีความเหมาะสมมาก ในการนำมาพัฒนาเป็นบทเรียน ลำดับเรื่องจากง่ายไปยากตามลำดับดีแล้ว

- เหมาะสมกับภาพและเวลา

- เหมาะสมทั้งปริมาณและการออกแบบบทเรียน

ข. ความคิดเห็นด้านรูปภาพและภาษา

- รูปภาพสวยงาม ภาพเคลื่อนไหวดี สามารถเสริมความเข้าใจได้เป็นอย่างดี ภาษาที่ใช้เหมาะสม

- ภาษาใช้ได้เหมาะสม ตัวหนังสือบางภาพสีกลมกลืนกับภาพ ทำให้อ่านลำบาก ควรใช้สีและขนาดตัวหนังสือให้ชัดเจนขึ้น

- สวยงาม สามารถดึงดูดความสนใจผู้เรียนได้ดี

ก. ความคิดเห็นด้านสีและเทคนิค

- สีสวย การออกแบบเมนูน่าสนใจมาก โดยเฉพาะเทคนิคในการเปลี่ยนเมนู
- สีบางภาพจะกลมกลืนกับภาพ ควรให้แตกต่างกันเพื่อการแยกแยะของผู้เรียน เทคนิคดี
- สีตัวอักษรบางช่วงเป็นสีอ่อน (เหลืองอ่อน) อาจทำให้ความชัดเจนลดลง แต่การให้สีโดยรวมในบทเรียนยังคงมีความเหมาะสมมาก เทคนิคการนำเสนอเข้าใจดี และมีความยืดหยุ่นต่อผู้เรียนดี ดึงดูดความสนใจได้ดี

ง. ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน

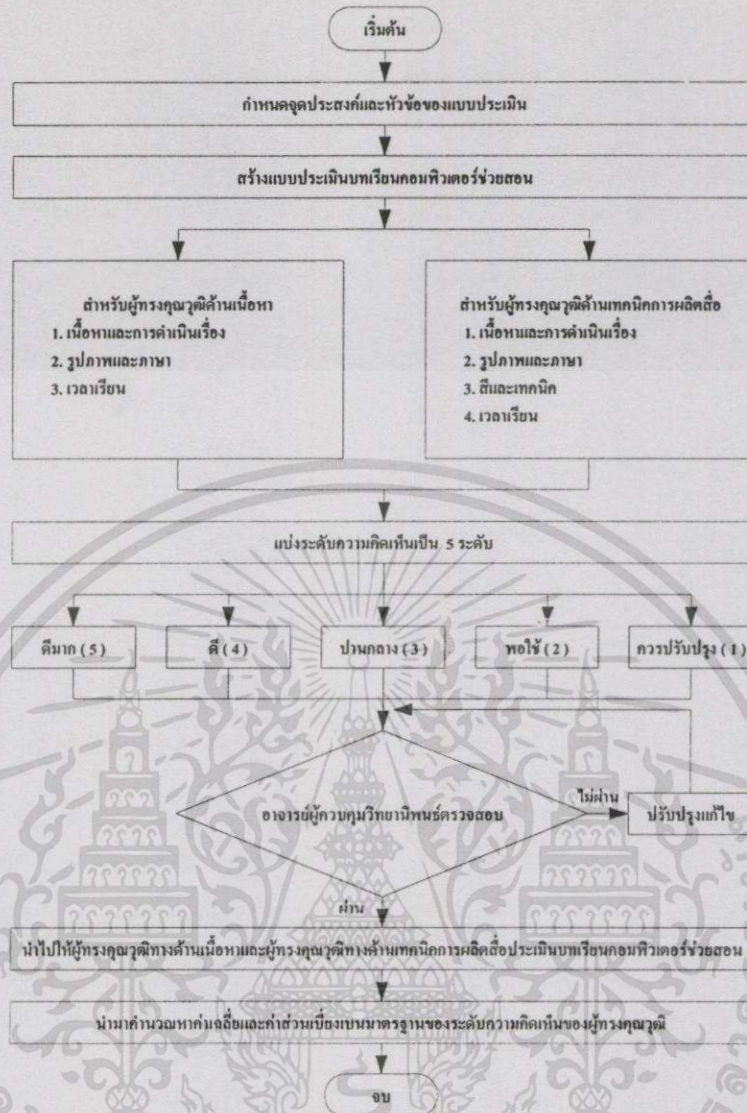
- เวลาเรียนมีความเหมาะสม โดยผู้เรียนสามารถออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลาเมื่อต้องการ
- เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด
- เวลาเรียนมีความเหมาะสม

จ. ความคิดเห็นด้านอื่นๆ

- ควรกำหนดเป็นคีย์ ให้สามารถใช้แทนเมาส์ได้ ในการทำงานจะช่วยผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เมื่อเมาส์ทำงานไม่สมบูรณ์
- ผู้ทำมีความตั้งใจสูง ถ้ามีโอกาสควรทำหลายๆ เรื่อง ในรูปแบบอย่างนี้
- ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ , Pre-Test , บทเรียน , Post-Test มีความเหมาะสมและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในการศึกษาบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน ได้ประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ผลการประเมินได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.62 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.30 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน ได้ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำเอาคำแนะนำ, ข้อเสนอแนะ และข้อแก้ไขต่างๆ มาทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีคุณภาพที่ดีมากขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ



รูปที่ 3.6 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นให้นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ทดลองเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาकारวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2543 ทดลองเรียนเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ ได้ดำเนินการทดลอง ดังนี้

3.3.1 ติดต่อขอรับหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย และหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย จากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.3.2 นำหนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยและหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย ไปติดต่อ ผอ.วิศิษฐ์ สว่างทรัพย์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี และ ผศ. ดร. ไชยพันธ์ แสงเมฆา ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทดลอง เก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

3.3.3 หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จำนวน 50 ข้อ นำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) ปีการศึกษา 2542 สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่ผ่านการเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มาแล้ว จำนวน 40 คน เพื่อนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) , ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.80 , ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.55 และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.7931

3.3.4 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware Version 4.0 ที่สร้างตามทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบสาขา (Branching Programs) มีการอธิบายเนื้อหาส่วนใหญ่ด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพประกอบที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ (Model) ซึ่งสามารถใช้อธิบายในส่วนที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพ

3.3.5 ทำการทดลองและพัฒนามาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ รวมจำนวน 61 คน วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541)

3.3.5.1 ขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่งกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน และเป็นนักศึกษาที่กล้าแสดงความคิดเห็นในการวิจารณ์คุณภาพและข้อบกพร่องของบทเรียน มาทำการทดลองทีละคน เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสังเกตพฤติกรรมขณะเรียน แสดงท่าทีสงสัยหรือไม่เข้าใจช่วงใดตำแหน่งใด บันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน พร้อมสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.56 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 73.33 ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ดีขึ้น

3.3.5.2 ขั้นทดสอบกลุ่มย่อย ทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อยกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน เลือกแบบเจาะจง จากจำนวนนักศึกษาที่เหลือในแต่ละกลุ่ม โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 3 คน เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสังเกตพฤติกรรมขณะเรียน แสดงท่าทีสงสัยหรือไม่เข้าใจช่วงใด ตำแหน่งใด บันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน พร้อมสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.27 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.03 ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ดีขึ้น

3.3.5.3 ขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ ทดลองขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.6 ทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มทดลองที่ 1 ในการทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.3.6.1 แจกให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 ทราบล่วงหน้าก่อนการทดลอง

3.3.6.2 สถานที่ทดลอง คือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แผนกเทคโนโลยีพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จ.ชลบุรี มีจำนวนคอมพิวเตอร์ทั้งหมด 40 เครื่อง โดยทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ให้พร้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องได้ทันที

3.3.6.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มาทดลองกับกลุ่มทดลองที่ 1

3.3.6.4 ให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.6.5 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกคะแนนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปหาค่า E_1

3.3.6.6 หลังจากศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบทุกหัวข้อเรื่อง ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปหาค่า E_2

3.3.6.7 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_p) เท่ากับ 85.23 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_r) เท่ากับ 83.10

3.3.7 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.24 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.24 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

3.3.8 ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.3.8.1 แจกให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ทราบล่วงหน้าก่อนการทดลอง โดยทำการทดลองในวันและเวลาเดียวกัน

3.3.8.2 สถานที่ทดลอง คือห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ แผนกเทคโนโลยีพื้นฐาน วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จ.ชลบุรี มีจำนวนคอมพิวเตอร์ทั้งหมด 40 เครื่อง โดยทำการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ให้พร้อม เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องได้ทันที

3.3.8.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มาทดลองกับกลุ่มทดลองที่ 2

3.3.8.4 ให้ผู้เรียนอ่านคู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3.8.5 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

3.3.8.6 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกคะแนนลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

3.3.8.7 หลังจากศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบทุกหัวข้อเรื่อง ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) โดยโปรแกรมได้ทำการบันทึกผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

3.3.8.8 ในเวลาเดียวกันที่ทำการทดลองกับกลุ่มทดลองที่ 2 ก็ให้กลุ่มควบคุมเข้าเรียนที่ห้องเรียน คือห้องเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จ.ชลบุรี โดยทำการจัดเตรียมอุปกรณ์และห้องที่ใช้ในการเรียนการสอนให้พร้อม

3.3.8.9 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ลงบนกระดาษคำตอบ

3.3.8.10 ให้ผู้เรียนเรียนตามปกติกับผู้สอนที่สอนแบบบรรยายพร้อมแผ่นใส เมื่อเรียนจบแต่ละหัวข้อเรื่อง ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทันที ลงในกระดาษคำตอบ

3.3.8.11 หลังจากจบการเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ลงในกระดาษคำตอบ

3.3.8.12 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ



รูปที่ 3.7 แสดงลำดับขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ เพื่อวิเคราะห์หาค่าต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 136)

สูตร
$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.4.1.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 136)

สูตร
$$r = \frac{R_u - R_l}{N/2}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจการจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 R_u = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_l = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.4.1.3 ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ เนื่องจากข้อมูลมีค่าเป็น 0, 1 และข้อสอบมีความยากง่ายใกล้เคียงกัน จึงใช้สูตร KR 20 ของ Kuder – Richardson (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130)

สูตร
$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k = จำนวนข้อ
 p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ
 q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ = $1 - p$
 S_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.4.2.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 กับ กลุ่มทดลองที่ 1 นำผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียน มา วิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน E_1/E_2 โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100 \quad \left(\text{หรือ } \frac{\bar{X}}{A} \times 100 \right)$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad \left(\text{หรือ } \frac{F}{B} \times 100 \right)$$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

3.4.2.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ ใช้สถิติ t - test โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีจำนวนนักศึกษาเท่ากัน ดังนั้นจึงใช้สูตร t - test ชนิด Pooled Variance (พรธณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ t = ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนน
ทดสอบหลังเรียน

\bar{X}_1 = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

\bar{X}_2 = คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

n_1 = จำนวนผู้เรียนของกลุ่มทดลองที่ 2

n_2 = จำนวนผู้เรียนของกลุ่มควบคุม

S_1^2 = ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มทดลองที่ 2

S_2^2 = ความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มควบคุม

df = ชั้นความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

3.4.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นำคะแนนที่ได้จากตารางประเมินตามที่กำหนดไว้ คำนวณหาค่าทางสถิติ สถิติที่ใช้ใน
การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

3.4.3.1 ค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น ใช้สูตรดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541)

สูตร
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n = จำนวนคะแนนทั้งหมด

3.4.3.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็น ใช้สูตรดังนี้ (พรณี

ลีกิจวัฒน์. 2541)

สูตร
$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum X^2}{n} - \left(\frac{\sum X}{n}\right)^2}$$

เมื่อ $S.D.$ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ = ผลรวมกำลังสองของคะแนนทั้งหมด

n = จำนวนคะแนนทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ได้วิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ 2 ข้อ ดังนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้า และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับที่เรียนจากการสอนปกติ ในเนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้เรียงลำดับการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ได้นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และดำเนินการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ก่อนที่จะนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับที่เรียนจากการสอนปกติ ในวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้น และผ่านการแก้ไขจากการทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง และการทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อยแล้ว ได้นำไปใช้ทำการทดลองขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
1	22	73.33	21	70.00
2	29	96.67	28	93.33
3	21	70.00	20	66.67
4	28	93.33	27	90.00
5	22	73.33	22	73.33
6	29	96.67	29	96.67
7	25	83.33	24	80.00
8	26	86.67	27	90.00
9	25	83.33	23	76.67
10	27	90.00	26	86.67
11	26	86.67	25	83.33
12	26	86.67	26	86.67
13	27	90.00	26	86.67
14	26	86.67	25	83.33
15	25	83.33	25	83.33
16	21	70.00	20	66.67
17	27	90.00	28	93.33
18	20	66.67	21	70.00
19	29	96.67	27	90.00
20	24	80.00	23	76.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็น	คะแนนเต็ม	คิดเป็น
	30 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ
21	28	93.33	27	90.00
22	25	83.33	25	83.33
23	25	83.33	26	86.67
24	25	83.33	24	80.00
25	26	86.67	25	83.33
26	24	80.00	25	83.33
27	28	93.33	26	86.67
28	26	86.67	24	80.00
29	28	93.33	27	90.00
30	27	90.00	26	86.67
รวม	767	2556.67	748	2493.33
เฉลี่ย	25.57	85.23	24.93	83.10

รายละเอียดแสดงในตารางที่ ๗ ภาคผนวก ๗

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผลการทดลองขั้นตอนสอบภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 ได้ค่าคะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเท่ากับ 2556.67 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.57 คะแนน คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 2493.34 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.93 คะแนน นำไปคำนวณหาค่า E_1/E_2 ได้ค่าดังต่อไปนี้

ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 85.23

ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.10

แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้ในการทดลองขั้นตอนสอบภาคเชิงปฏิบัติการ ได้ค่าประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 จากผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งอาจเกิดจากผลความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนที่เรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้ว ทำแบบฝึกหัดทันที ผู้เรียนส่วนใหญ่จึงตอบคำถามได้เพราะเป็นความจำในระยะสั้น และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) อาจเกิดจากการลืมของผู้เรียน และการเรียนรู้ยังเรียนมามาก ยิ่งจำบทเรียนใหม่ได้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้วิจัยยังได้ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มเติม เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยการเพิ่ม โปรแกรมเครื่องคิดเลขเข้าไปไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในส่วนที่เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน , แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในข้อที่เป็นการคำนวณ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และทำการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกครั้งให้สมบูรณ์ แล้วจึงนำไปทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ได้ทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปแล้ว ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 85.23/83.10 ไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ

การทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ผลการทดลองจากกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการทดลองวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 30 คน

ตารางที่ 4.2 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ
	30 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ
1	9	30.00	27	90.00	25	83.33
2	8	26.67	27	90.00	25	83.33
3	12	40.00	26	86.67	24	80.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ	คะแนนเต็ม	คิดเป็นร้อยละ
	30 คะแนน		30 คะแนน		30 คะแนน	
4	16	53.33	28	93.33	27	90.00
5	14	46.67	24	80.00	25	83.33
6	15	50.00	27	90.00	29	96.67
7	12	40.00	24	80.00	25	83.33
8	14	46.67	27	90.00	27	90.00
9	11	36.67	28	93.33	27	90.00
10	12	40.00	26	86.67	25	83.33
11	12	40.00	26	86.67	27	90.00
12	8	26.67	24	80.00	23	76.67
13	11	36.67	24	80.00	24	80.00
14	9	30.00	27	90.00	26	86.67
15	12	40.00	25	83.33	24	80.00
16	12	40.00	27	90.00	26	86.67
17	12	40.00	26	86.67	24	80.00
18	16	53.33	27	90.00	28	93.33
19	10	33.33	22	73.33	23	76.67
20	10	33.33	21	70.00	22	73.33
21	11	36.67	25	83.33	24	80.00
22	14	46.67	26	86.67	25	83.33
23	7	23.33	24	80.00	23	76.67
24	14	46.67	28	93.33	27	90.00
25	14	46.67	27	90.00	28	93.33
26	12	40.00	23	76.67	23	76.67
27	12	40.00	27	90.00	25	83.33
28	16	53.33	28	93.33	29	96.67
29	12	40.00	27	90.00	26	86.67
30	13	43.33	25	83.33	23	76.67
รวม	360	1200.00	773	2576.67	759	2530.00
เฉลี่ย	12.00	40.00	25.77	85.88	25.30	84.33

รายละเอียดแสดงในตารางที่ ๘ ภาคผนวก ๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการทดลองกับกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าคะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบก่อนเรียน 360 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40.00 คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเท่ากับ 773 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.77 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.88 คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 759 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.33 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าประสิทธิภาพสูงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2.2 ผลการทดลองจากกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ

ผลการทดลองวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน

ตารางที่ 4.3 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็น	คะแนนเต็ม	คิดเป็น	คะแนนเต็ม	คิดเป็น
	30 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ
1	12	40.00	27	90.00	26	86.67
2	16	53.33	27	90.00	25	83.33
3	14	46.67	27	90.00	26	86.67
4	13	43.33	26	86.67	25	83.33
5	12	40.00	24	80.00	25	83.33
6	11	36.67	24	80.00	23	76.67
7	15	50.00	28	93.33	27	90.00
8	13	43.33	26	86.67	25	83.33
9	10	33.33	21	70.00	22	73.33
10	9	30.00	21	70.00	20	66.67
11	14	46.67	26	86.67	25	83.33
12	11	36.67	25	83.33	26	86.67
13	12	40.00	26	86.67	24	80.00
14	12	40.00	25	83.33	24	80.00
15	12	40.00	24	80.00	22	73.33
16	13	43.33	27	90.00	26	86.67
17	14	46.67	24	80.00	25	83.33
18	12	40.00	25	83.33	23	76.67
19	14	46.67	24	80.00	25	83.33
20	12	40.00	23	76.67	22	73.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบก่อนเรียน		แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		คะแนนทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ	คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็น ร้อยละ
21	11	36.67	21	70.00	23	76.67
22	13	43.33	26	86.67	24	80.00
23	12	40.00	23	76.67	23	76.67
24	14	46.67	24	80.00	25	83.33
25	12	40.00	26	86.67	26	86.67
26	12	40.00	25	83.33	25	83.33
27	15	50.00	27	90.00	28	93.33
28	8	26.67	22	73.33	23	76.67
29	7	23.33	21	70.00	19	63.33
30	10	33.33	25	83.33	24	80.00
รวม	365	1216.67	740	2466.67	726	2420.00
เฉลี่ย	12.17	40.55	24.67	82.22	24.20	80.67

รายละเอียดแสดงในตารางที่ ๙ ภาคผนวก ๙

จากตารางที่ 4.3 พบว่าผลการทดลองกับกลุ่มควบคุม มีค่าคะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบก่อนเรียน 365 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.17 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40.55 คะแนนรวมจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเท่ากับ 740 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.22 คะแนนรวมจากการทำคะแนนทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 726 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.20 คิดเป็นร้อยละ 80.67 แสดงว่าการสอนปกติ มีค่าประสิทธิภาพสูง

จากผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 4.4

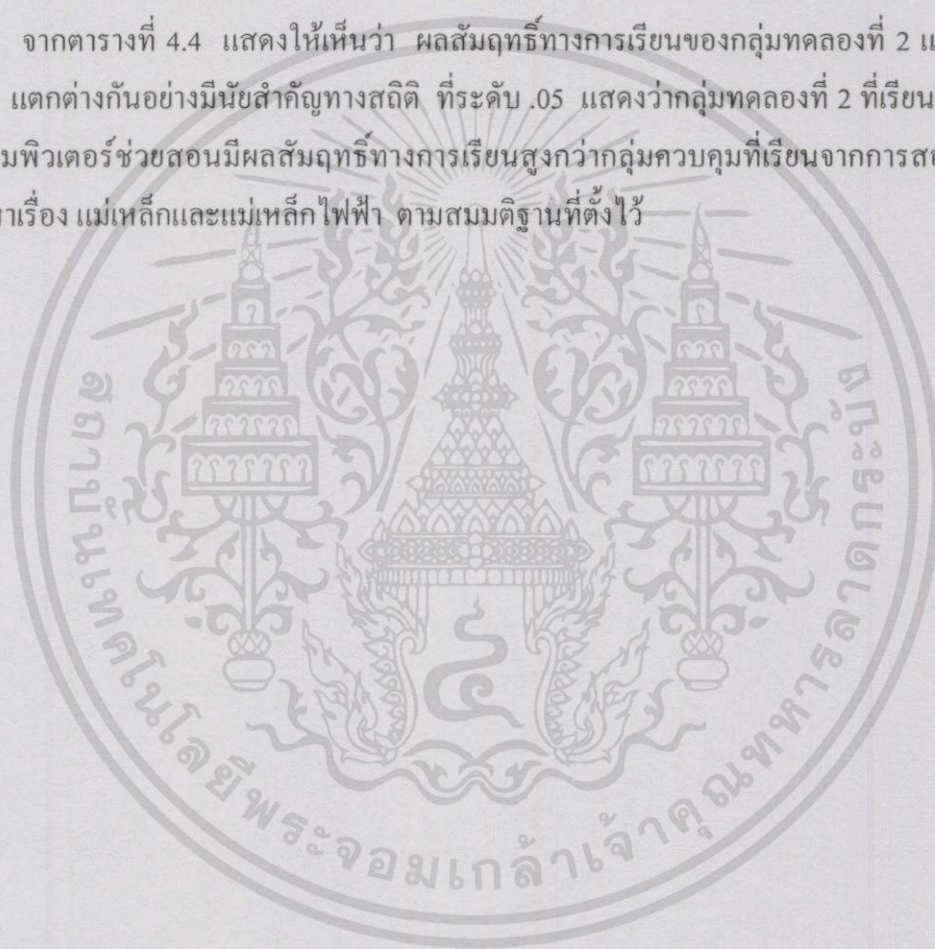
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	N	\bar{X}	S	S^2	t
กลุ่มทดลองที่ 2	30	25.30	1.90	.35	2.212 *
กลุ่มควบคุม	30	24.20	1.95	.36	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($\alpha = .05$, $df = 58$, $t = 1.6723$)

รายละเอียดแสดงในตารางที่ ฉ 10 ภาคผนวก ฉ

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ ในเนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้



สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ โดยแบ่งเป็นสาระสำคัญ ดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 สมมติฐานการวิจัย
- 5.3 วิธีดำเนินการวิจัย
- 5.4 สรุปผลการวิจัย
- 5.5 อภิปรายผล
- 5.6 ข้อเสนอแนะ

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัย ไว้ดังต่อไปนี้

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการเรียนจากการสอนปกติ

5.2 สมมติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานการวิจัย ไว้ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนจากการสอนปกติ

5.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวนทั้งหมด 138 คน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ประชากรที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 รวมจำนวน 61 คน

2) ประชากรที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 รวมจำนวน 77 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรในส่วนที่ 1 ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 30 คน โดยกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ที่ยังไม่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(31202103) โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากประชากรใน ส่วนที่ 2 ด้วยวิธีการจับฉลาก จำนวน 60 คน แล้วทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 30 คน โดยการจับฉลากเข้ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

เป็นบทเรียนที่ใช้สอนด้านเนื้อหาทฤษฎี วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware Version 4.0 ที่สร้างตามทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบสาขา (Branching Programs) มีการอธิบายเนื้อหาส่วนใหญ่ด้วยเสียงบรรยาย และใช้ภาพประกอบที่เป็นภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ (Model) ซึ่งสามารถใช้อธิบายในส่วนที่มองไม่เห็นให้ผู้เรียนได้มองเห็นภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบด้วย 7 ส่วน คือ ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน ส่วนเมนูบทเรียน ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน ส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน และส่วนแบบทดสอบหลังเรียน มีจำนวนกรอบทั้งหมด 527 กรอบ ในการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 104.20 นาที

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ครอบคลุมทุกจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก มีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33-0.80 , ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20-0.55 และความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.7931

2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการศึกษาระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ใช้แบบจัดอันดับคุณภาพ (Rating) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ และควรปรับปรุง โดยแบ่งเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1) แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา

หา

- ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง จำนวน 6 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านรูปภาพและภาษา จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านอื่นๆ ที่เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 4 ข้อ

2) แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้าน

เทคนิคการผลิตสื่อ

- ความคิดเห็นด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านรูปภาพและภาษา จำนวน 4 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านสีและเทคนิค จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านเวลาเรียน จำนวน 3 ข้อ
- ความคิดเห็นด้านอื่นๆ ที่เป็นคำถามปลายเปิด จำนวน 5 ข้อ

ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.56 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.24 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และผลการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้ง 3 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.67 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.36 จากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า สร้างขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) ทดลองชั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.56 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 73.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ทดลองชั้นทดสอบกลุ่มย่อย กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน เลือกแบบเจาะจง จากจำนวนนักศึกษาที่เหลือในแต่ละกลุ่ม โดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 3 คน ผลการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 79.27 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 77.03

3) ทดลองชั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 30 คน วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน (E_1) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ได้ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 85.23 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.10

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม โดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

4.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1) หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.33-0.80

2) หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20-0.55

3) หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.7931

4.2 การหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1) หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียน

1.2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (E_1/E_2) เท่ากับ 80/80 จากการทดลองภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 วิเคราะห์ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.23/83.10

2) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หาค่าสถิติโดยใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 25.30 คะแนน คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 24.20 คะแนน ผลการวิเคราะห์พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 คิดเป็นระดับความเชื่อมั่น 95 %

4.3 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1) หาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) เท่ากับ 4.62 เมื่อเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก

2) หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ได้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) เท่ากับ 0.30 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

5.4 สรุปผลการวิจัย

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริงในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.23/83.10 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.5 อภิปรายผล

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยได้อภิปรายผลดังนี้

1. ด้านการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นสามารถให้ความรู้ความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 จากการทดลองชั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการกับกลุ่มทดลองที่ 1 ซึ่งได้ทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.23/83.10 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพรรณ แก้วผืน (2539 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอนเรื่องสโคปเรลเกอินดักชันมอเตอร์ ซึ่งใช้ประกอบการสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.97/80.95 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เนื่องมาจากมีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิเคราะห์เนื้อหาที่จะนำมาสร้างโดยพิจารณาถึงระดับของผู้เรียน จัดแบ่งหัวข้อเนื้อหาตามแผนการสอน วิเคราะห์หัวข้อเนื้อหาเพื่อจัดแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆ เรียงลำดับการนำเสนอเนื้อหาจากง่ายไปหายาก วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นแบบสาขา (Branching) ของ Crowder สร้างตามหลักทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้หลักทฤษฎีการเรียนรู้ของ Gagne' เป็นสำคัญ ในการนำเสนอบทเรียนจะเริ่มต้นด้วยส่วนการนำเข้าสู่บทเรียนที่เร้าใจ เพื่อดึงดูดความสนใจผู้เรียนก่อนเรียน การออกแบบหน้าจอบทเรียนคำนึงถึงความสวยงาม ใช้สีและรูปแบบเหมาะสมกับเนื้อหา ใช้กราฟิกประกอบเนื้อหาบทเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของบัญชา ยุทธไชสง (2537) ที่พบว่า การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสนอภาพกราฟิกประกอบเนื้อหา จะทำให้เพิ่มความน่าสนใจ ตั้งใจเรียน และสนุกสนานกับการเรียน มากกว่ากลุ่มนักเรียนที่เรียนจากการสอนตามแนวการสอนของคู่มือครู ในบทเรียนมีการบอกจุดประสงค์แก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงเนื้อหา รู้เป้าหมายของการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามหลักฐานการวิจัยทฤษฎี ARCS ของ Keller and Suzuki (Keller & Suzuki , 1988) พบว่าจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีและเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนเพื่อให้เกิดความพยายามในการที่จะไปให้ถึงเป้าหมาย ในบทเรียนมีการทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pretest) เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย การนำเสนอเนื้อหาบทเรียน จะเป็นการนำเสนอที่ใช้ภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบภาพ 3 มิติ เป็นส่วนใหญ่ สามารถอธิบายเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ดี ผู้เรียนได้เห็นการจำลองเหตุการณ์ การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า การวิ่งของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ และการเคลื่อนที่ของคว้าน้ำ เหมือนกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง จะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนมล โสมไชยา (2538) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ภาพเคลื่อนไหวสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ภาพนิ่ง การออกแบบการนำเสนอเนื้อหาจะใช้เทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ ขณะที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจะมีการกระตุ้นการตอบสนองของผู้เรียนตลอดเวลา ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถามการตอบ ในด้านการจำนั้นย่อมจะดีกว่าผู้เรียนโดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียน จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องมาจากการให้ผลย้อนกลับด้วยคะแนนและคำชมเชยนั่นเอง โดยผู้เรียนมีความสนใจและตั้งใจตรวจคำตอบของตัวเองที่ได้ทำในแบบฝึกหัดเป็นการช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบได้กับผู้เรียนได้ มีการตอบสนองและมีผลย้อนกลับได้ทันที เป็นการเสริมเร้าให้แก่ผู้เรียน ทำให้ไม่เบื่อหน่าย ซึ่งตรงแนวความคิดของ Lepper (1985) ที่กล่าวว่า ถ้าผู้เรียนเกิดความสนุกในการเรียน จะเกิดแรงจูงใจภายในที่จะเรียนรู้ และในการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่องให้ผ่านเกณฑ์ 80% แล้วจึงสามารถไปศึกษาเนื้อหาบทเรียนในหัวข้อต่อไปได้ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาบทเรียนในหัวข้อนั้นเป็นอย่างดีก่อนที่จะไปเรียนในหัวข้อต่อไป

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 85.23/83.10 พบว่า ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งอาจเกิดจากผลความคงทนในการเรียนรู้ เมื่อผู้เรียนที่เรียนเนื้อหาแต่ละเรื่องจบแล้วทำแบบฝึกหัดทันที ผู้เรียนส่วนใหญ่จึงตอบคำถามได้ เพราะเป็นความจำในระยะสั้น และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) อาจเกิดจากการลืมของผู้เรียนดังที่ขนิษฐา วิเศษสาธิต (169 : 2540) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้ยิ่งเรียนมามากยิ่งจำบทเรียนได้น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ด้านการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ ซึ่งได้ทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ที่เรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรทิพย์ สุทรนนท์ (2534 : บทคัดย่อ) ซึ่งได้วิจัยเรื่อง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีสอนปกติ เรื่อง อาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง “ อาหารและโภชนาการ ” หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อาหารและโภชนาการ ด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและวิธีสอนปกติ นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เรียนวิชาการดูแลและรักษาบ้าน ผลการวิจัยปรากฏว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่า 81.50/82.31 คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เท่ากับ 12.37 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ ซึ่งได้เท่ากับ 10.52 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 เนื่องมาจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถเลือกลำดับการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ross และ Rakow (1981) พบว่าการควบคุมบทเรียนที่ปรับเปลี่ยนตามการตอบสนองของผู้เรียนของผู้เรียนมีประสิทธิภาพสูงกว่าการควบคุมบทเรียนด้วยโปรแกรม และตรงกับทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) ตามแนวความคิดของ Chomsky (ถนอมพร เลหาจัสแสง , 2541) ที่กล่าวไว้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนควรคำนึงถึงความแตกต่างภายในระหว่างบุคคล ลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ไม่ควรตายตัว การเรียนเนื้อหาควรขึ้นอยู่กับความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งทำให้สามารถลดปัญหาการเรียนการสอนจากนักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกัน (Magidson , 1978) ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของ Brown และคณะ (อ้างถึงในกิดานันท์ มลิทอง , 2535) เมื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนโดยไม่จำกัดเวลา ทำให้นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานสูง เนื่องจากสามารถรับรู้เนื้อหาได้เต็มที่แต่ใช้เวลามากกว่า จึงทำให้คะแนนทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนในกลุ่มทดลองที่ 2 มีคะแนนไม่แตกต่างกันมาก จากผลการทดลองผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 29 คะแนน และผู้เรียนที่ได้คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 22 คะแนน

การเรียนจากการสอนปกติ ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนภายในกำหนดเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดปัญหาเรื่องความมีอิสระในการเรียนรู้ ผู้เรียนที่เรียนเก่งและอ่อนต้องใช้เวลาเรียนที่เท่ากัน ทั้งนี้ผู้เรียนเก่งควรจะเรียนได้เร็วกว่าและผู้เรียนอ่อนก็จะเรียนได้ช้าตามความสามารถของตนเอง จึงทำให้คะแนนทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนของกลุ่มควบคุมมีคะแนนแตกต่างกัน โดยผู้เรียนที่เก่งจะมีคะแนนสูงกว่าผู้เรียนที่อ่อนค่อนข้างมาก จากผลการทดลองผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเท่ากับ 28 คะแนน และผู้เรียนที่ได้คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 19 คะแนน

และอีกประการหนึ่งที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ เนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถอธิบายเนื้อหาบทเรียน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ในวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ สามารถทำในสิ่งที่ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นให้สามารถมองเห็นได้ เช่น การเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า การวิ่งของเส้นแรงแม่เหล็ก จากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ การเคลื่อนที่ของตัวนำ การดูดกันและการผลักกันของสนามแม่เหล็ก และทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำ เป็นต้น โดยใช้ภาพเคลื่อนไหวนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบภาพ 3 มิติ จำลองเหตุการณ์เหมือนกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ผู้เรียนไม่ต้องใช้จินตนาการในการเรียนสูง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดี

ส่วนการเรียนจากการสอนปกติ โดยเรียนกับครูผู้สอน ที่สอนด้วยวิธีการอธิบายเนื้อหาบทเรียนจากใบความรู้พร้อมด้วยแผ่นใสอธิบายภาพ ซึ่งการใช้แผ่นใสไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหวได้ ผู้เรียนต้องใช้จินตนาการในการเรียนสูง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้ไม่ดีพอ จากผลการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่มเท่ากับ 25.30 คะแนน กลุ่มควบคุมที่เรียนจากการสอนปกติ ได้คะแนนเฉลี่ยทั้งกลุ่มเท่ากับ 24.20 คะแนน จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 มีคะแนนที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจร ราชกาญจน์ (2541 : บทคัดย่อ) ที่ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความคงทนของความรู้ระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียกับการเรียนแบบปกติ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล พบว่าผลสัมฤทธิ์และความคงทนของความรู้ของนักศึกษากลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสูงกว่าและนานกว่านักศึกษากลุ่มที่เรียนแบบปกติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้สอนแทนการสอนปกติได้ในวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

1.3 สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ไปใช้เป็นการสอนคู่กับการสอนปกติ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.4 สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้สอนในวิชาอื่นๆ ที่เรียนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้าได้

1.5 สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมนักศึกษาเป็นรายบุคคลได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยขอเสนอแนะ ดังนี้

2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นระบบมัลติมีเดีย (Multimedia) ที่มีภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบในบทเรียน ควรเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีศักยภาพเพียงพอที่จะรองรับข้อมูลที่จะนำเสนอได้ มิฉะนั้นจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์แสดงผลหน้าจอช้าและเวลาแสดงภาพเคลื่อนไหวภาพอาจจะกระตุกได้ ซึ่งจะมีผลต่อผู้เรียนทำให้เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนได้

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า จะใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ในการนำเสนอเนื้อหาบทเรียนเป็นส่วนใหญ่ โดยผู้เรียนสามารถดูภาพเคลื่อนไหวได้ตลอดเวลา ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจและทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรออกแบบในการเสนอภาพเคลื่อนไหว ให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการนำเสนอภาพเคลื่อนไหวได้มากขึ้น เช่น แสดงหยุด เดินหน้า ถอยหลัง หรือหมุน เป็นต้น เพื่อให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับส่วนของภาพเคลื่อนไหวได้ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้มากขึ้น

2.3 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อที่จะนำเสนอเนื้อหาวิชาที่เป็นนามธรรมให้เห็นเป็นรูปธรรม หรือสิ่งที่ไม่สามารถมองเห็นได้ให้สามารถมองเห็นได้ จำเป็นต้องเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation) แสดงการจำลองเหตุการณ์ ทำให้ดูเหมือนจริง ดังนั้นจึงควรสร้างภาพเคลื่อนไหวนี้จากโปรแกรมที่สามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้เหมือนจริง เช่น 3D Studio MAX , Light Wave , Soft Image , Maya Fusion และ True Space เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาดีมากขึ้น เพราะผู้เรียนไม่ต้องใช้จินตนาการในการเรียนสูง

2.4 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีลักษณะการนำเสนอเนื้อหาแบบสาขา (Branching Programs) ซึ่งผู้เรียนแต่ละคนสามารถควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง เลือกศึกษาเรื่องใดก่อนก็ได้ เรียนซ้ำกี่ครั้งก็ได้ ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้เวลาเรียนไม่เท่ากัน ซึ่งผู้เรียนอาจจะใช้เวลาที่แตกต่างกันมาก ดังเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า มีเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเรียน 104.20 นาที คนที่เรียนนานมากที่สุดใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที และคนที่เรียนจบเร็วมากที่สุดใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการเตรียมพร้อมในเรื่องเวลาในการทดลองกับผู้เรียนให้เหมาะสม ถ้าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นใช้เวลาในการเรียนมาก ควรจะแบ่งออกเป็นตอนๆ ละ 50 นาที

2.5 กลุ่มนักศึกษาที่ใช้ในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ม.6) สาขาเครื่องกลไฟฟ้า แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขาวิชาโทรคมนาคม แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ นักศึกษากลุ่มนี้ไม่ได้เรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้ศึกษากลุ่มนี้ทำการพัฒนาและทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2542 เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) และชั้นปีที่ 3 (หลักสูตร ม.6) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) และเรียนเนื้อหาเรื่องแม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า หน่วยที่ 1 เป็นสัปดาห์แรก จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าการใช้กลุ่มนักศึกษาที่ไม่ได้เรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) มาทำการพัฒนาและทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักศึกษาจะมีความตั้งใจในการเรียนและความพยายามที่จะเรียนให้ได้คะแนนสูงๆ ไม่เท่ากับนักศึกษาที่ต้องเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103) ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ถ้าเป็นไปได้ ควรจะใช้กลุ่มนักศึกษาที่ต้องเรียนวิชาที่จะทำการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมาทำการทดลอง จะส่งผลให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพที่ดีมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมอาชีวศึกษา. 2540. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงพุทธศักราช 2540 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2535. เทคโนโลยีร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- กุลยา นิมสกุล. 2534. ความรู้พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.
- เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์. 2538. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัจลักษณ์การเชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ขนิษฐา วิเศษสาร. 2540. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- จเร ราโชกาญจน์. 2541. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนและความคงทนของความรู้ระหว่าง การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียกับการเรียนแบบปกติ เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ฉลอง ทับศรี. 2535. “ซีเอไอ เป็นไปได้ไหมกับเมืองไทย.” วารสารรามคำแหง. 15(3) : 1 – 8.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- ดวงใจ ศรีธวัชชัย. 2535. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ถนอมพร ดันพิพัฒน์. 2539. “คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.” วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 24(3) : 1 – 2.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชัน จำกัด
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ธีระ โสภณจิตต์. 2534. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วิธีเขียนแบบภาพตัด
วิชาเขียนแบบเครื่องกล 2 (APM 152) หลักสูตรประกาศนียบัตรช่างชำนาญงาน
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธ
ศักราช 2531.” วิทยานิพนธ์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- นมล โสมไชยชา. 2538. “ผลของการใช้ภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย
สอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1.”
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิภาพรรณ กงแก้ว. 2540. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยว
กับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ศึกษา
ศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น.
- บัญญัติ ยุทธไชย. 2537. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้บทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์ที่เสนอรูปกราฟิกประกอบเนื้อหา
แบบเพิ่มภาพและการสอนตามแนวคู่มือครู.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. 2538. “เอกสารประกอบการอบรมมัลติมีเดีย CAI เรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วย
การเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประวิทย์ สิมมาทัน. 2539. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความปลอดภัยจาก
กระแสไฟฟ้า.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พรทิพย์ สุทรนันท. 2534. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วย
สอนกับวิธีสอนปกติ เรื่อง อาหารและโภชนาการ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน
สาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขา
วิชาเกษตรศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พรรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. “เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา.”
กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.

- พรณี ลีกิจวัฒน์. 2541. “เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติสำหรับการวิจัย.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.** สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- ไพฑูริย์ นพทศ. 2535. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพโรจน์ ตีรณชนากุล. 2527. **ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- ไพศาล หุ่นแก้ว. 2531. “สภาพปัจจุบันและศักยภาพการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” **พัฒนาเทคนิคศึกษา.** (พฤษภาคม 2531) : 14 – 17.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 2527. **เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการสอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8 – 15.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหมิตร.
- ไมตรี วรวิจิตรยากุล. 2534. **เครื่องกลไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : ศูนย์การพิมพ์พลชัย.
- เย็น ภู่วรรณ. 2531. **การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533. **คู่มือการทำวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- รุ่งโรจน์ แก้วอุไร. 2532. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความยาว พื้นที่และปริมาตร โดยวิธีการสอนแบบค้นพบและวิธีสอนแบบบรรยายของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบางประกอกวิทยาคม.” วิทยานิพนธ์การศึกษา มหาวิทยาลัย คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- วชิระ อินทร์อุดม. 2540. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน : ทฤษฎีหลักการและหลักการออกแบบ.” มหาวิทยาลัยขอนแก่น. เอกสารอัดสำเนา.
- สรนรินทร์ ไชยบุรี. 2538. “การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ 1 เรื่อง คำสรรพนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศรีศักดิ์ จมรมาน. 2535. “เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่อง คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน : การพัฒนาและการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.” กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศักดิ์ ไชยกิจกัญญา. 2536. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction).” **วารสารส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอน.** 4(1) : 9 – 13.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2537. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ใช้งานระบบ Multimedia เรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพรรณ แก้วฝั้น. 2539. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการสอน เรื่อง สไลด์เรลเกอินคักซ์นมอเตอร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขา วิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. “เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา.” กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารอัดสำเนา.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. 2530. “การสร้างบทเรียนสอนซ่อมเสริมการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ โดยใช้คอมพิวเตอร์.” รายงานวิชาการปฏิบัติงานวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. : 32 – 37.
- เสาวณีย์ สีขาบัณฑิต. 2528. **เทคโนโลยีการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อมร สุขจำรัส. 2533. “ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหาร.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อำพล สงวนศิริธรรม. 2528. “ใช้คอมพิวเตอร์ซ่อมเสริม.” **คอมพิวเตอร์.** 2(4) : 118-123
- Alessi, S.M. and Trollip, S.R. 1991. **Computer – Based Instructional : Methods and Development.** 2nd ed. Englewood cliffs New Jersey : Prentice – Hall.
- Casner, Jack Leroy, 1978. “A study of Attitudes Toward Mathematics of Eighth Grade Student Receiving Computer – Assisted Instruction and Student Receiving Conventional Classroom Instruction.” **Dissertation Abstracts International.** pp. 7106-A.
- Chahun, S.S. 1982. **A TextBook of Programmed. Instruction.** New Delhi : Sterling Publisher L.td.
- Criswell, Eleanor L. 1989. **The Design of Computer Base Instruction.** News York : Macmillan, Inc.
- Hill, T. 1994. “Physical Education and Femininity.” **Education Research.** Volume 36 3(Number) : 1 – 68.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Keller, J & Suzuki, K. 1988. "Use of the ARCS motivation model in courseware design."
In D.H. Janassen (Ed.), Instructional Designs for Microcomputer Courseware.
 Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Lee, James Lawrence. 1975. "The Effectiveness of a Computer – Assisted Program
 Designed to Teach Verbal – Descriptive Skills upon an Aural Sensation of
 Music." **Dissertation Abstracts International.** 36(September) : 1363-A – 1364-A
- Lepper, M. 1985. "Microcomputer in education : Motivational and social issues."
American Psychologist. 40 : 1-18.
- Liu, H. C., 1975. "Computer – Assisted Instruction in Teaching College Physics."
Dissertation Abstracts International. pp. (1411-A) – (1412-A).
- Magidson, E.M. 1978. "Issues overview : trends in computer assisted instruction in the
 teaching of English as a second Language." **Dissertation Abstracts
 International.** 45(Feb.) : 2511-A
- Oden, Robin Ear. 1982. "An Assessment of the Effectiveness of Computer Assisted
 Instruction Altering Teacher Behavior and the Achievement and Attitudes of
 Ninth Grade Pre-Algebra Mathematics Students." **Dissertation Abstracts
 International.** 43(August) : 355-A
- Ross, S.M., and Rakow. "Learner Control Versus Program Control as Adaptive for
 Selection of Instructional Support on Math Rules." **Educational Psychology.** 73 :
 745-753.
- Schwarz, Ilsa and Lewis, Molly. 1989. "Basic concept Microcomputer Courseware : A
 Critical Evaluation System for Educators." **In Educational Technology.** 19(5) :
 16-21
- Splittergerber, Fred L. 1979. "Computer – Based Instruction : A Revolution in the
 Marking." **Education Technology.** XIX(1979) : 20 – 26.
- Wright Pamela A. 1984. "Study of Computer Assisted Instruction for Remedial
 Mathematics of the Secondary Level." **Dissertation Abstracts International.** 45
 (October) : 1063-A

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

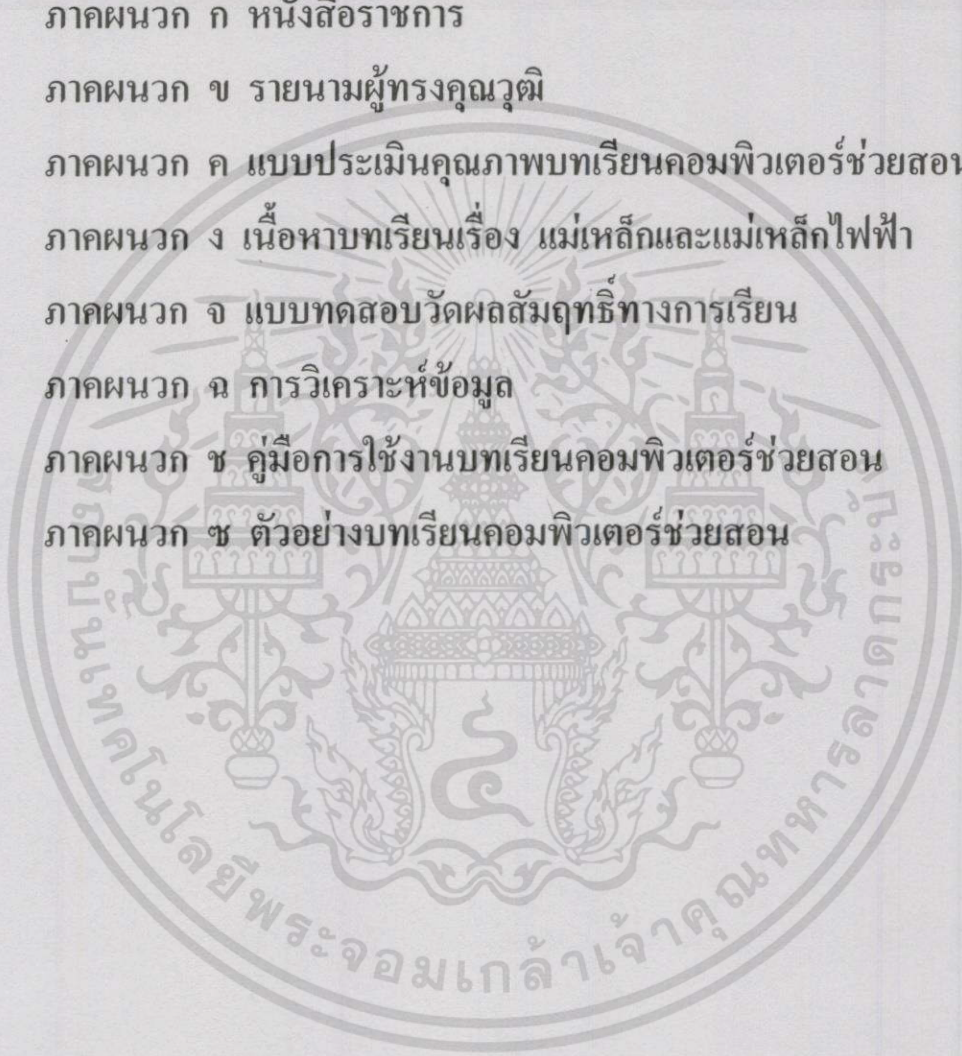
ภาคผนวก ง เนื้อหาบทเรียนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ฉ การวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคผนวก ช คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ภาคผนวก ซ ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ

- หนังสือขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย
- หนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1

วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
/885

เลขที่รับ.....
วันที่ 26 ส.ย. 2543
เวลา.....น.

ที่ ทม 1504/ 2757

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 มิถุนายน 2543

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาต ให้นักศึกษาได้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน
มา ในโอกาสนี้ด้วย

เรียน ผู้อำนวยการ

- เพื่อโปรดทราบ
- เห็นควรมอบ

- ผช.ฝ่ายส่งเสริมฯ ผช.ฝ่ายวิชาการ
- ผช.ฝ่ายวางแผนฯ ผช.ฝ่ายกิจการฯ
- เห็นควรแจ้ง ผช. 4 ฝ่าย

26 ส.ย. 2543

งานบัณฑิตศึกษา

โทร 3271199.7373000 ต่อ 3679

โทรสาร 3269040

ขอแสดงความนับถือ

Dr. Pimsak

(นายณรงค์ ทิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ทราบ/ส่งการ

()

()

จ.ท.ล.-
V. 1. วนิชชัชวาลย์
คณบดี
M. 4050.01001
27 ส.ย. 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเบื้องต้นเท่านั้น เม้อนุญาตให้เข้าไปใช้จริงขอขณัติการดำเนินการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง

ผู้อำนวยการ
26 , 2543



ที่ ทม 1504/1298

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ทรงชัย จันทน์ประเสริฐ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัยจำนวน 1 ชุด

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและ
แม่เหล็กไฟฟ้า"

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมาก
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ของ นายอภิชาติ อนุกุลเวช มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมพ์สาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1298

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มีนาคม 2543

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ไมตรี วรวิจิตรยากุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัยจำนวน 1 ชุด

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและ
แม่เหล็กไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมาก
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ของ นายอภิชาติ อนุกุลเวช มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1298

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๘ มีนาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์วชิระ สุขมหา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัยจำนวน 1 ชุด

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและ
แม่เหล็กไฟฟ้า”

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามที่เรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมาก
น้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ของ นายอภิชาติ อนุกุลเวช มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสวงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1298

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนจลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มีนาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์อนุรัตน์ ชันธวิธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัยจำนวน 1 ชุด

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและ
แม่เหล็กไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านสื่อของเครื่องมือการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ของ นายอภิชาติ อนุกุลเวช มีความสมบูรณ์
ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/ 1298

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มีนาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สมเจตต์ ม่วงเกษม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัยจำนวน 1 ชุด

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและ
แม่เหล็กไฟฟ้า"

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านสื่อของเครื่องมือการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ของ นายอภิชาติ อนุกุลเวช มีความสมบูรณ์
ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

โทรสาร 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504/1298

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๕ มีนาคม ๒๕๔๓

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุนทร นพวิง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัยจำนวน 1 ชุด

ด้วย นายอภิชาติ อนุกุลเวช นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
ทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและ
แม่เหล็กไฟฟ้า"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับ
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบแบบสอบถามที่เรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนด้านสื่อของเครื่องมือการวิจัยที่แนบมาพร้อมนี้ จำนวน 1 ชุด ว่ามีความถูกต้องเหมาะสมมากน้อย
เพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ของ นายอภิชาติ อนุกุลเวช มีความสมบูรณ์
ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ตามเห็นสมควรและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง
มา ใน โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รักษาการรองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา

โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642

เอกสารที่ส่ง 3269040 ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ

ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 หัวหน้างานวัดและประเมินผล
 สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี
 การศึกษา คอม.ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. อาจารย์ไมตรี วรุฒิจรรยากุล

ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 8
 ผู้แต่งหนังสือเครื่องกลไฟฟ้าเบื้องต้นและหนังสือวงจรไฟฟ้าเล่ม 1-5
 สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคระยอง อ.เมือง จ.ระยอง
 การศึกษา คอม.ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. อาจารย์วัชร สุมมหา

ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 5
 สถานที่ทำงาน แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี
 การศึกษา คอม.ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์อนุรัตน์ ชันชวีธี

ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5 หัวหน้างานหลักสูตรและการสอน และหัวหน้างานพัสดุ
สถานที่ทำงาน	แผนกคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี แห่งที่ 2 อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี
การศึกษา	กสม.เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

2. อาจารย์สมเจตต์ ม่วงเกษม

ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7 ที่ปรึกษาและผู้ออกแบบ บ.มีเดีย ซิสเต็ม (Media System) ผู้ผลิตและรับออกแบบสื่อการเรียนการสอน
สถานที่ทำงาน	แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี อ.เมือง จ.ปทุมธานี
การศึกษา	คอม.ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

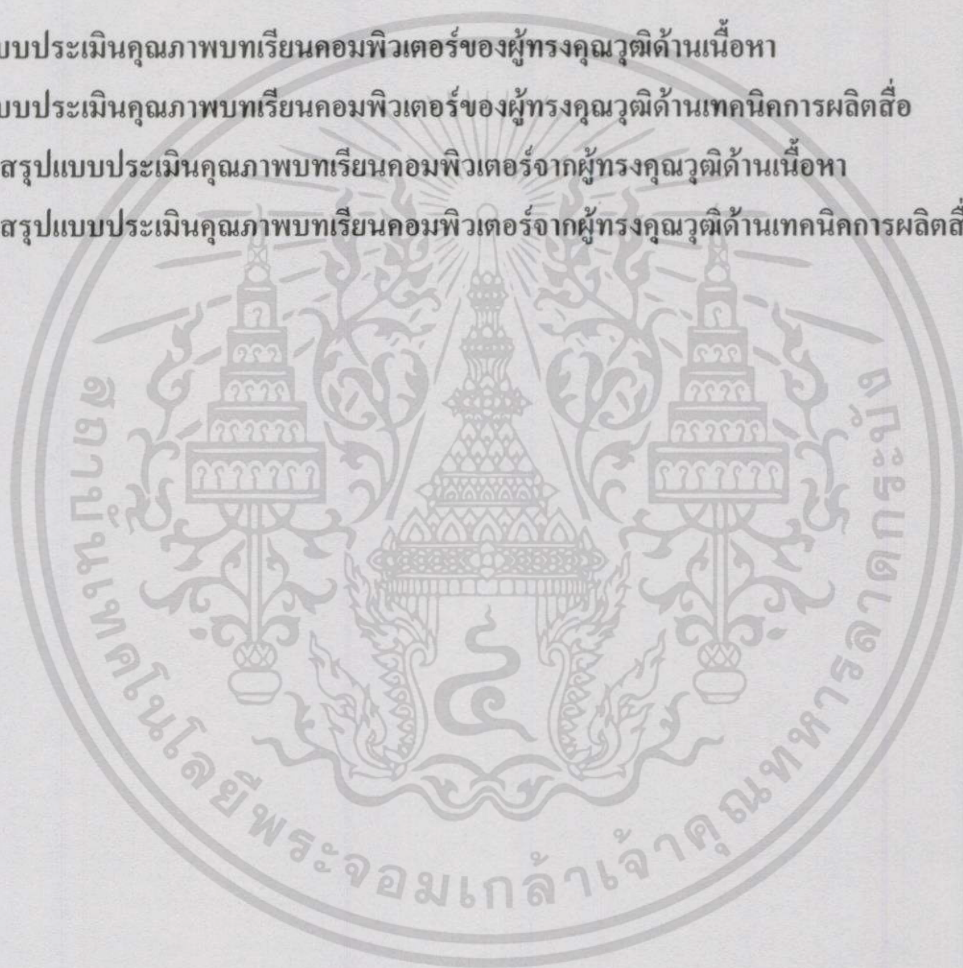
3. อาจารย์สุนทร นพวิง

ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 6 เจ้าหน้าที่งานสื่อการเรียนการสอน
สถานที่ทำงาน	แผนกวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี
การศึกษา	คอม.ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาคผนวก ก

แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
- ใบสรุปแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
- ใบสรุปแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ





แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา.31202103

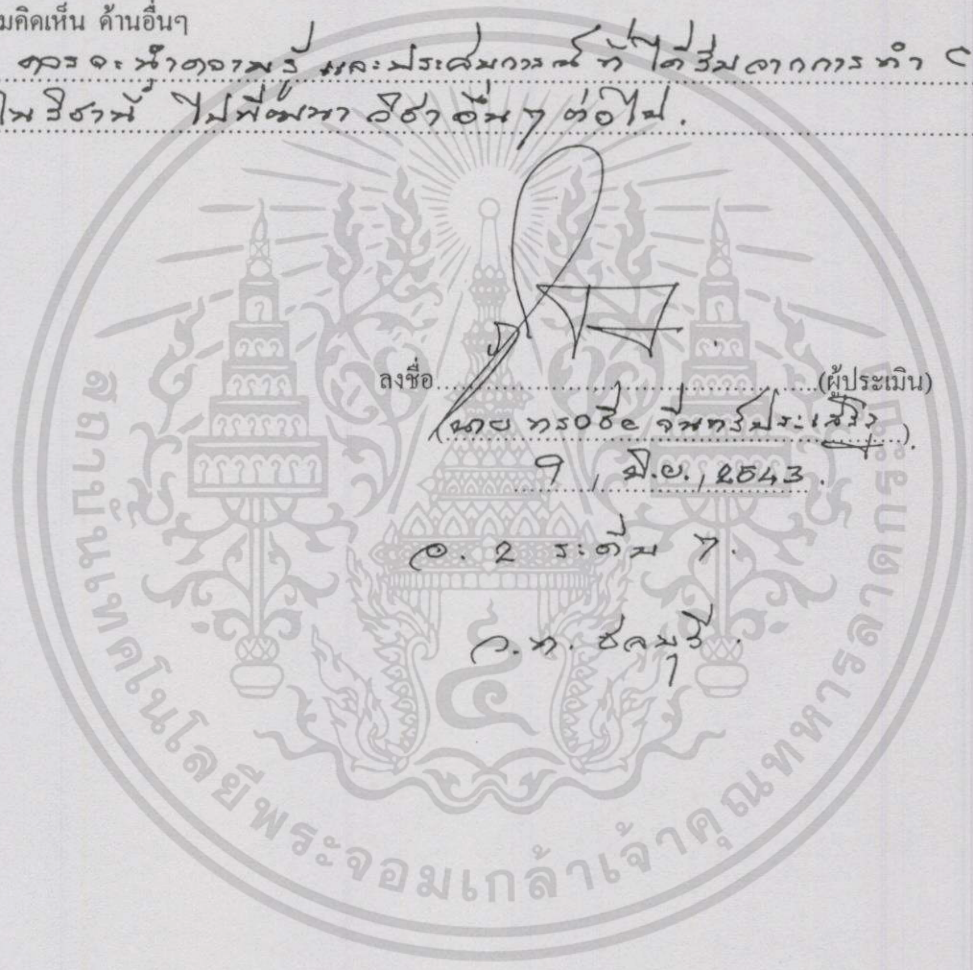
เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรด
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่จะประเมิน	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	✓					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	✓					
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	✓					
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน		✓				
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา		✓				
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	✓					
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา						
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	✓					
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	✓					
3. เวลาเรียน						
3.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	✓					
3.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	✓					
3.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	✓					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความคิดเห็น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง
 วิชาพหุวิทยา ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐
 การดำเนินเรื่อง เรื่องคำศัพท์ในตำรา วิชาพหุวิทยาตามหลักการ .
2. ความคิดเห็น ด้านรูปภาพและภาษา
 ผิดจาก วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ .
3. ความคิดเห็น ด้านเวลาเรียน
 วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐
 วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐
4. ความคิดเห็น ด้านอื่นๆ
 วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐
 วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐ วิชาพหุวิทยาที่ ๓๓๓๐๐





แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา.31202103

เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรด
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่จะประเมิน	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง	
	5	4	3	2	1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	✓					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา		✓				
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน		✓				
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน		✓				
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา		✓				
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	✓					
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา		✓				
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้		✓				
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	✓					
3. เวลาเรียน						
3.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ		✓				
3.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย		✓				
3.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	✓					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความคิดเห็น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

เนื้อหาดี มีตอนจบที่จบไว้น่าสนใจ

2. ความคิดเห็น ด้านรูปภาพและภาษา

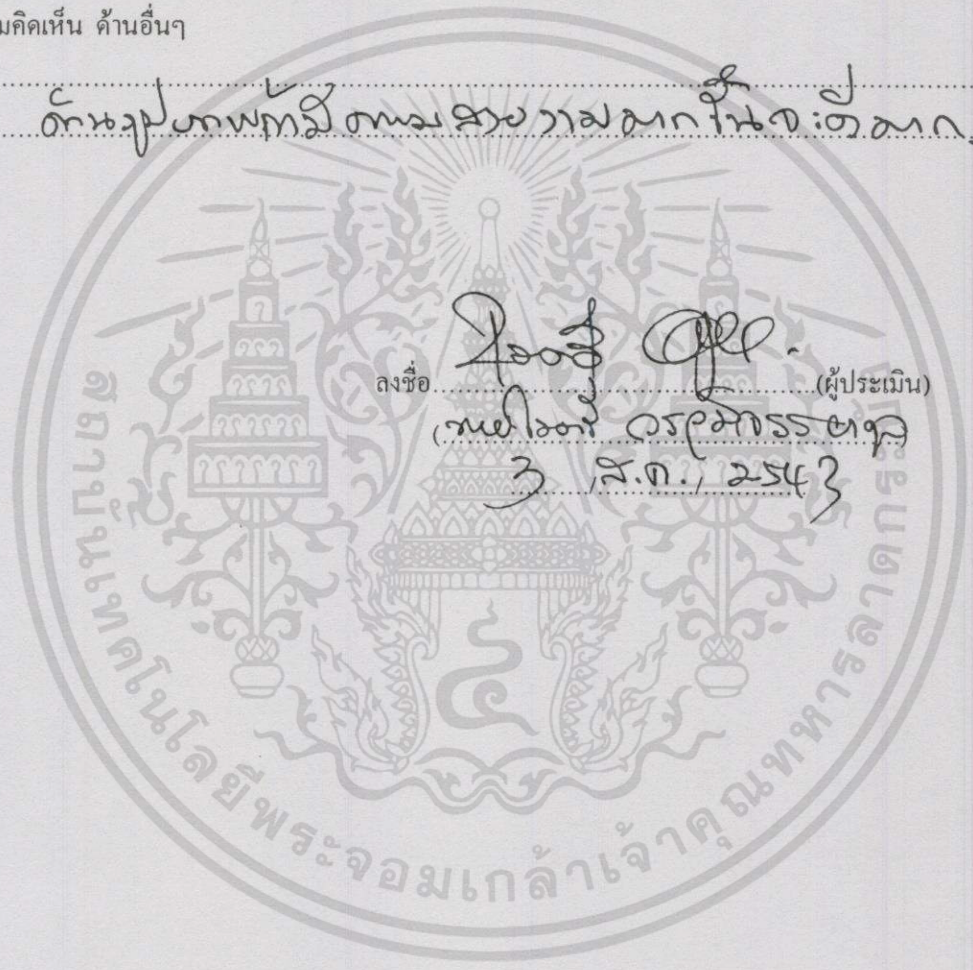
รูปภาพสวยงาม น่าดู น่าติดตาม แต่ยังไม่ค่อยมีสีสัน

3. ความคิดเห็น ด้านเวลาเขียน

ใช้เวลาเขียนพอสมควร

4. ความคิดเห็น ด้านอื่นๆ

ดีที่รูปภาพสวย น่าดู น่าติดตาม





แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา.31202103

เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรด
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่จะประเมิน	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก 5	ดี 4	ปานกลาง 3	พอใช้ 2	ควรปรับปรุง 1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	✓					
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	✓					
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	✓					
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน		✓				
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา		✓				
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	✓					
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา		✓				
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	✓					
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	✓					
3. เวลาเรียน						
3.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา รูปภาพ	✓					
3.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา บรรยาย		✓				
3.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง		✓				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เสนอแนะเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความคิดเห็น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

- ควรลดปริมาณของเนื้อหาลง แต่เพิ่มความลึกให้มากขึ้น
- การนำเสนอเนื้อหาควรมุ่งเน้นความคิดรวบยอดของเนื้อหา จะดีมาก

2. ความคิดเห็น ด้านรูปภาพและภาษา

- ภาพที่ใส่ได้ชี้แสดงความเด่นชัดของเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ดี ภาษาที่ใช้มีมาตรฐานและสื่อความหมายได้ชัดเจน

3. ความคิดเห็น ด้านเวลาเรียน

- เวลาเรียนน้อยเกินไป หรือเพียงพอกับเนื้อหา ดังนั้นควรแบ่งเป็น 2 ตอน

4. ความคิดเห็น ด้านอื่นๆ

- ภาพแสดง 3 มิติ สามารถนำมาปรับแบบลงในกรณีเสนอเนื้อหาในวิชาอื่นๆ เพื่อลดความเมื่อนามธรรมของเนื้อหา

ลงชื่อ




(ผู้ประเมิน)

นาย ชัย

สุภพ

12 / 12 / 43

แผนกวิชาช่างไฟฟ้าภาค 1

วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี



แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา.31202103

เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรด
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่จะประเมิน	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง	
	5	4	3	2	1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	✓					
1.2 ความเหมาะสมนำเข้าสู่เนื้อหา	✓					
1.3 เนื้อหาเหมาะสมใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	✓					
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	✓					
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	✓					
2.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	✓					
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	✓					
3. สีและเทคนิค						
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	✓					
3.2 ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	✓					
3.3 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน		✓				
4. เวลาเรียน						
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	✓					
4.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	✓					
4.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง		✓				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความคิดเห็น ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง

เนื้อหา มีความเหมาะสม ในสารคดีเกี่ยวกับ วัฒนธรรม
ที่น่าสนใจ น่าสนใจ ไม่ซ้ำ ตามลำดับแล้ว

2. ความคิดเห็น ด้านรูปภาพและภาษา

รูปภาพ สวยงาม ภาพเคลื่อนไหวดี สามารถเสริมความเข้าใจ
ได้ดี ง่ายต่อการเข้าใจ

3. ความคิดเห็น ด้านสีและเทคนิค

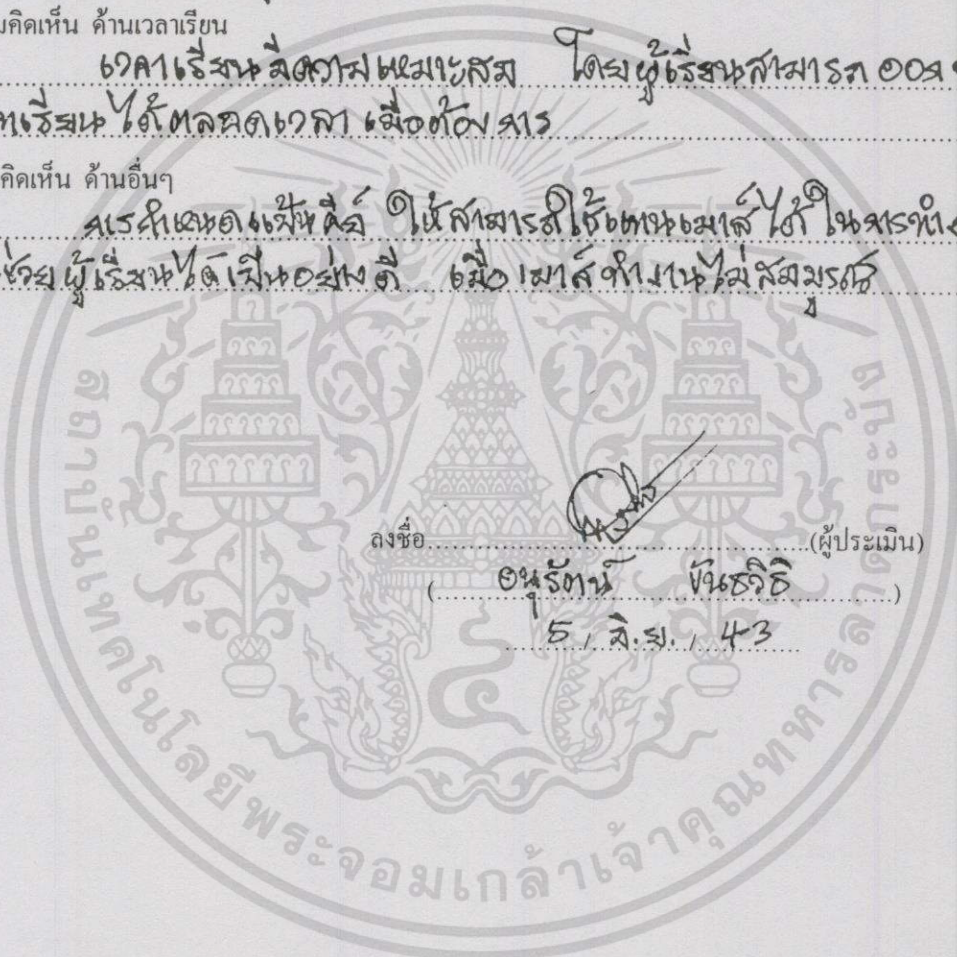
สีสวย วัสดุภาพสวยงาม น่าสนใจ โดยเหมาะแก่เทคนิค
ในการนำเสนอ

4. ความคิดเห็น ด้านเวลาเรียน

เวลาเรียน สอดคล้องเหมาะสม โดยผู้เรียนสามารถ อดทน
ชมได้ตลอดเวลา เมื่อต้องดู

5. ความคิดเห็น ด้านอื่นๆ

วัสดุภาพที่สวยงาม ได้สามารถใช้บทสัมภาษณ์ได้ในสารคดี
จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายขึ้น เมื่อมาศึกษาไม่สับสน



ลงชื่อ.....

(ผู้ประเมิน)

อรรรัตน์ จิตวิจิตร

5, ล.ร. 43



แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา.31202103

เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรด
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่จะประเมิน	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง	
	5	4	3	2	1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	✓				
1.2 ความเหมาะสมนำเข้าสู่เนื้อหา	✓				
1.3 เนื้อหาเหมาะสมใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	✓				
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	✓				
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	✓				
2.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	✓				
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	✓				
3. สีและเทคนิค						
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	✓				
3.2 ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	✓				
3.3 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	✓				
4. เวลาเรียน						
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	✓				
4.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	✓				
4.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	✓				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา.31202103

เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด โปรด
ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่จะประเมิน	ความคิดเห็น					หมายเหตุ
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง	
	5	4	3	2	1	
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	...	✓
1.2 ความเหมาะสมนำเข้าสู่เนื้อหา	...	✓
1.3 เนื้อหาเหมาะสมใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	✓
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	...	✓
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	...	✓
2.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	✓
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	✓
3. สีและเทคนิค						
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	...	✓
3.2 ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	✓
3.3 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	✓
4. เวลาเรียน						
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	...	✓
4.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	...	✓
4.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังระบบสารสนเทศด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหา

แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			\bar{X}	S.D.	ความหมาย
	1	2	3			
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
1.3 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
1.4 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.5 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.6 ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหา	4	4	4	4.00	0.00	ดี
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	5	5	5	5.00	0.47	ดีมาก
3. เวลาเรียน						
3.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	5	4	4	4.33	0.47	ดี
3.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	57	52	55	4.56	0.24	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบสรุปแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

แสดงค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่องที่ประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			\bar{X}	S.D.	ความหมาย
	1	2	3			
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง						
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
1.2 ความเหมาะสมนำเข้าสู่เนื้อหา	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
1.3 เนื้อหาเหมาะสมใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2. รูปภาพและภาษา						
2.1 ความเหมาะสมของรูปภาพในด้านสื่อความหมาย	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4	5	4	4.33	0.47	ดี
2.3 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.4 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่ใช้	5	4	5	4.67	0.47	ดีมาก
3. สีและเทคนิค						
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	5	4	4	4.33	0.47	ดี
3.2 ความเหมาะสมของการเปลี่ยนภาพ	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.3 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4	4	5	4.33	0.47	ดี
4. เวลาเรียน						
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหารูปภาพ	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
4.2 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหาบรรยาย	5	5	4	4.67	0.47	ดีมาก
4.3 ความเหมาะสมของเวลาเรียนทั้งเรื่อง	4	5	5	4.67	0.47	ดีมาก
รวม	58	62	62	4.67	0.36	ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

เนื้อหาบทเรียน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- เนื้อหาบทเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เนื้อหาบทเรียน วิชา เครื่องกลไฟฟ้า รหัสวิชา 31202103
เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

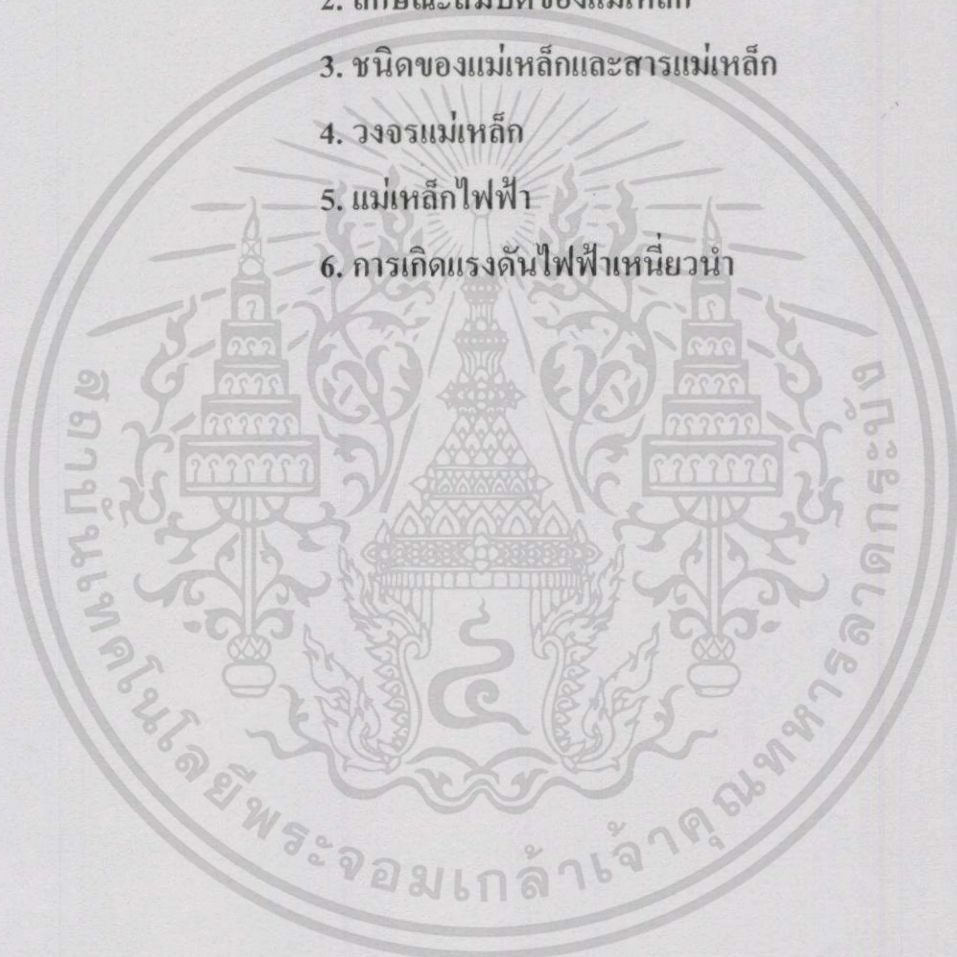
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม
สาขาช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของขั้วแม่เหล็กได้ 2. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กได้ 3. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการดูดกันและการผลักกันของแม่เหล็กได้ 4. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้ 5. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้ 6. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกสูตรในการคำนวณหาค่าลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้ 7. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่าลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้ 8. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกชนิดของแม่เหล็กได้ 9. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำแนกชนิดของแม่เหล็กได้ 10. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของแม่เหล็กแต่ละชนิดได้ 11. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายลักษณะของสารแม่เหล็กได้ 12. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็กได้ 13. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกแบบของวงจรแม่เหล็กได้ 14. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กและวงจรไฟฟ้าได้ 15. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำแนกแบบของวงจรแม่เหล็กแต่ละแบบได้ 		
กรมอาชีวศึกษา		กระทรวงศึกษาธิการ

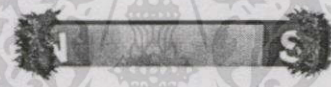
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>16. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของแม่เหล็กไฟฟ้าได้</p> <p>17. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบอกทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆตัวนำได้</p> <p>18. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกฎมือขวาสำหรับตัวนำได้</p> <p>19. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำกฎมือขวาสำหรับตัวนำไปใช้งานได้</p> <p>20. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกฎของแมกซ์เวลล์ได้</p> <p>21. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการมีผลกระทบกระทั้งต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้</p> <p>22. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกฎมือขวาสำหรับขดลวดได้</p> <p>23. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำกฎมือขวาสำหรับขดลวดไปใช้งานได้</p> <p>24. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกฎของฟาราเดย์ได้</p> <p>25. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกฎของเลนซ์ได้</p> <p>26. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายกฎของเฟลมมิงได้</p> <p>27. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำกฎของเฟลมมิงไปใช้งานได้</p> <p>28. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้</p> <p>29. เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในตัวนำได้</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

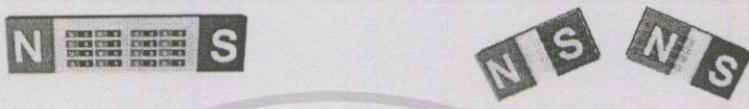

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>เนื้อหาบทเรียน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>ประกอบด้วย 6 หัวข้อ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. คุณสมบัติของแม่เหล็ก 2. ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก 3. ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก 4. วงจรแม่เหล็ก 5. แม่เหล็กไฟฟ้า 6. การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>หัวข้อที่ 1</p> <p>คุณสมบัติของแม่เหล็ก</p> <p>1.1 ขั้วแม่เหล็ก (Magnetic Pole)</p> <p>ถ้าโรยผงตะไบไปที่แท่งแม่เหล็ก ผงตะไบจะถูกดูดหนาแน่นมากที่สุดที่ปลายทั้งสองของแท่งแม่เหล็ก ตรงกลางแท่งแม่เหล็กจะมีผงตะไบติดอยู่บ้างเล็กน้อยหรืออาจไม่มีเลย เรียกปลายทั้งสองที่ดูดผงตะไบหนาแน่นนี้ว่าขั้วแม่เหล็ก</p> <p>สมมติว่าเอาปลายแท่งแม่เหล็กจุ่มลงไปในผงตะไบ ผงตะไบจะจับอยู่ที่ปลายแท่งแม่เหล็กหนาแน่นมาก ลักษณะที่ดูดผ</p>		
		
<p>รูปที่ 1.1 ลักษณะขั้วแม่เหล็กที่ดูดผงตะไบ</p> <p>ต่อไปถ้าเอาเชือกผูกแท่งแม่เหล็กตรงกลางแล้วแขวนไว้ แท่งแม่เหล็กจะบ่ายเบนไปอยู่แนวทิศเหนือ และทิศใต้ ถ้าพลิกให้แท่งแม่เหล็กเบนออกจากทิศเหนือและทิศใต้ แท่งแม่เหล็กก็จะบ่ายเบนตัวเองกลับไปอยู่ในแนวทิศเหนือและทิศใต้ อีก โดยขั้วที่ชี้ไปในทางทิศเหนือ ก็จะกลับชี้ไปทางทิศเหนืออีก และขั้วที่เคยชี้ไปทางทิศใต้ก็จะกลับชี้ไปทางทิศใต้ อีก ขั้วแม่เหล็กที่ชี้ไปทางทิศเหนือเรียกว่าขั้วเหนือ ใช้อักษรแทนว่า N ย่อมาจากคำว่า North และเรียกขั้วแม่เหล็กที่ชี้ไปทางทิศใต้ว่าขั้วใต้ ใช้อักษรแทนว่า S ย่อมาจากคำว่า South จากคุณสมบัติของแม่เหล็กนี้เองจึงนำไปทำเข็มทิศสำหรับเดินเรือทะเล</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

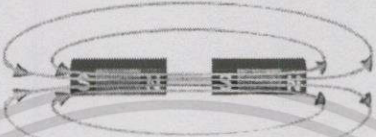
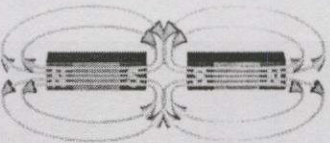
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>แท่งแม่เหล็กอาจตัดให้มีรูปร่าง เหมือนตัวยูหรือรูปเกือกม้าก็ได้โดยที่ปลายขั้วทั้งสองจะมีคุณสมบัติเป็นขั้วเหนือ-ขั้วใต้เหมือนเดิม และถ้าแท่งแม่เหล็กถูกหักออกเป็นแท่งเล็กๆ แท่งเล็กๆ เหล่านี้จะยังคงมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กเหมือนเดิมเพียงแต่เป็นแท่งแม่เหล็กที่เล็กลงไปเท่านั้นเอง</p>		
		
<p>รูปที่ 1.2 แท่งแม่เหล็กที่หักเป็นแท่งเล็กๆ ยังคงมีขั้วเหมือนเดิม</p>		
<p>1.2 เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux)</p>		
<p>เมื่อพูดถึงเรื่องของแม่เหล็ก ปกติเราจะนึกถึงแท่งแม่เหล็กที่มีลักษณะตามที่แสดงให้เห็นทั้งในรูปที่ 1.3 (ก) และ (ข) ตามลำดับ เมื่อเราอยากทราบว่าสนามแม่เหล็กมีลักษณะอย่างไร เราจะใช้เศษเหล็กชิ้นเล็กๆ ที่เรียกว่า ผงตะไบเหล็กโรยบนแผ่นแก้วที่วางอยู่บนแท่งแม่เหล็ก ซึ่งจะให้เห็นลักษณะของผงตะไบเหล็กวางตัวเรียงกันดังแสดงในรูปที่ 1.4 และเราสามารถกล่าวได้ว่าสนามแม่เหล็กถูกสร้างขึ้นด้วยเส้นแรงแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กเหล่านี้จะไม่ไหลเหมือนกับกระแสไฟฟ้าแต่จะเข้าไปในทิศทางที่มีขอบเขตจำกัด โดยที่มันจะขึ้นออกจากขั้วเหนือและวิ่งเข้าหาขั้วใต้</p>		
		
<p>ก. เป็นแท่งสี่เหลี่ยม ข. เป็นรูปตัว U หรือเกือกม้า</p>		
<p>รูปที่ 1.3 รูปร่างของแม่เหล็กถาวรโดยทั่วไป</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
 <p data-bbox="215 694 1243 746">รูปที่ 1.4 การวางตัวของผงตะไบเหล็กแสดงให้เห็นถึงลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น</p> <p data-bbox="215 812 1332 912">ในรูปที่ 1.5 แสดงให้เห็นถึงไดอะแกรมของเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในรูปที่ 1.4</p>  <p data-bbox="215 1292 704 1345">รูปที่ 1.5 ไดอะแกรมของเส้นแรงแม่เหล็ก</p> <p data-bbox="215 1415 556 1458">1.3 การดูดกันของแม่เหล็ก</p> <p data-bbox="215 1467 1332 1860">ไม่ว่าจะเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า หรือหม้อแปลงไฟฟ้าก็ตาม ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ต้องการสนามแม่เหล็กสองส่วน เราจะพิจารณาเห็นได้ว่าจะมีบางสิ่งบางอย่างเกิดขึ้นเมื่อสนามแม่เหล็กทั้งสองนี้กระทำต่อกัน เมื่อพิจารณารูปที่ 1.6 จะเห็นได้ว่า แท่งแม่เหล็กทั้งสองได้ถูกวางไว้ให้อยู่ใกล้ๆ กัน โดยที่ขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กหนึ่งจะอยู่ใกล้กับขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่ง ลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กที่แสดงให้เห็นตามในรูปชี้ให้เราเห็นว่าเส้นแรงแม่เหล็กบางส่วนเคลื่อนที่ออกจากขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กแท่งหนึ่ง ไปสู่ขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กอีกแท่งหนึ่ง โดยที่สนามแม่เหล็กทั้งสองได้รวมตัวเข้าด้วยกันเป็นสนามแม่เหล็กใหญ่สนามเดียว และสนามแม่เหล็กนี้พยายามที่</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>จะดึงแท่งแม่เหล็กทั้งสองให้เคลื่อนที่เข้าหากัน นั่นคือ ขั้วต่างกันจะดูดกัน ซึ่งเป็นกฎเบื้องต้นข้อหนึ่งของแม่เหล็ก เพราะฉะนั้นขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กใดๆ ก็ตามมันพยายามที่จะออกแรงดึงดูดต่อขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กแท่งอื่นๆ เสมอ</p>		
		
<p>รูปที่ ง 1.6 ขั้วต่างกันพยายามที่จะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน</p>		
<p>1.4 การผลักรันของแม่เหล็ก</p>		
<p>จากรูปที่ ง 1.7 จะสังเกตเห็นได้ว่าลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะไม่เหมือนกับในรูปที่ ง 1.6 กล่าวคือ ในที่ว่างที่ตรงกันระหว่างแท่งแม่เหล็กทั้งสองเส้นแรงแม่เหล็กจะหักล้างซึ่งกันและกันเพราะว่ามันมีทิศทางของหัวลูกศรแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาทางด้านข้างของแม่เหล็กแต่ละแท่งก็จะเห็นว่าทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กแต่ละแท่งต่างก็ขึ้นอยู่กับแท่งของตัวเอง ดังนั้นผลลัพธ์ของแรงที่เกิดขึ้นก็คือ มันพยายามที่จะแยกแท่งแม่เหล็กทั้งสองให้เคลื่อนที่ห่างออกจากกัน ซึ่งสิ่งนี้ก็คือกฎข้อที่สองของแม่เหล็ก กล่าวคือ ขั้วเหมือนกันจะผลักรัน ดังนั้นขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กใดๆ ก็ตามมันพยายามที่จะออกแรงผลักต่อขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กแท่งอื่นๆ เสมอ และในลักษณะทำนองเดียวกันขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กใดๆ ก็ตามมันก็จะพยายามที่จะออกแรงผลักต่อขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กแท่งอื่นๆ เสมอเช่นเดียวกัน</p>		
		
<p>รูปที่ ง 1.7 ขั้วเหมือนกันพยายามที่จะออกแรงผลักซึ่งกันและกัน</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ

หัวข้อที่ 2

ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก

2.1 แรงเคลื่อนแม่เหล็ก (Magnetomotive Force ; $m.m.f$; F_m)

แรงเคลื่อนแม่เหล็ก (Magnetomotive Force) เป็นตัวผลักดันที่อยู่เบื้องหลังสนามแม่เหล็ก แรงเคลื่อนแม่เหล็กจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับสองสิ่งคือ

1. จำนวนรอบของขดลวด
2. จำนวนของกระแสที่ไหลในขดลวด

แรงเคลื่อนแม่เหล็ก ($m.m.f$) คือ พลังงานรูปหนึ่งที่ใช้ในการเคลื่อนที่หนึ่งหน่วยขั้วแม่เหล็กให้วิ่งรอบวงจรแม่เหล็กหนึ่งรอบ หรืออาจพิจารณาว่าเป็นความสามารถในการทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กของขดลวดโดยขดลวดหนึ่ง

สมการสำหรับแรงเคลื่อนแม่เหล็กคือ

$$F_m = NI$$

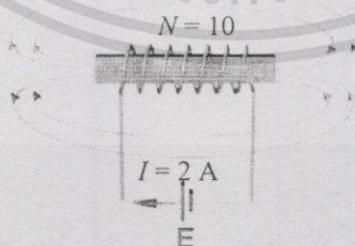
ในที่นี้

$$F_m = \text{แรงเคลื่อนแม่เหล็ก, At}$$

$$N = \text{จำนวนรอบ, t}$$

$$I = \text{กระแส, A}$$


ตัวอย่างที่ 1 ขดลวดที่แสดงให้เห็นตามในรูปที่ ง 2.1 มีจำนวนรอบเท่ากับ 10 รอบ ถ้ามีกระแสไหลในขดลวดเท่ากับ 2 A จงหาค่าของแรงเคลื่อนแม่เหล็กที่เกิดขึ้น



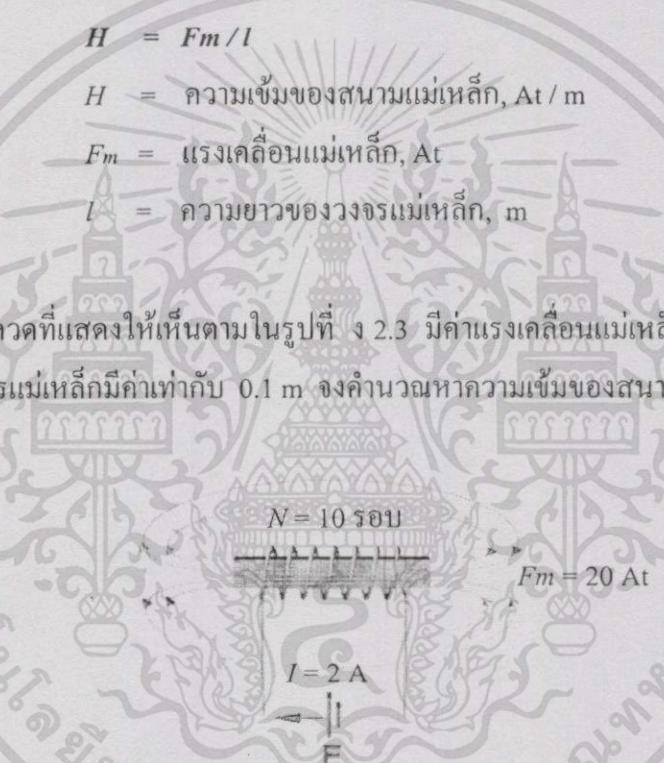
รูปที่ ง 2.1 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก


กรมอาชีวศึกษา

กระทรวงศึกษาธิการ

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>วิธีทำ เมื่อ $N = 10 \text{ t}$ และ $I = 2 \text{ A}$</p> <p>ดังนั้น $F_m = NI$</p> $= (10 \text{ t}) (2 \text{ A})$ $= 20 \text{ At}$ <p>สนามแม่เหล็กสองสนามที่อยู่ในสุญญากาศเดียวกันจะรวมตัวเข้าด้วยกันเป็นสนามแม่เหล็กสนามเดียวเสมอ ถึงแม้ว่าในบางครั้งคุณประหนึ่งว่ามีสนามแม่เหล็กสองสนามเกิดขึ้นแต่โดยความเป็นจริงแล้วมีเพียงสนามเดียวเท่านั้น และค่าของแรงเคลื่อนแม่เหล็กรวมจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กเพียงสนามเดียวเท่านั้น ซึ่งสิ่งที่กล่าวมานี้จะมีลักษณะเหมือนกับการต่อแบตเตอรี่สองตัวอนุกรมกันในวงจรไฟฟ้าโดยมีกระแสเพียงค่าเดียวเท่านั้นที่ไหลในวงจร และกระแสทั้งหมดที่ไหลในวงจรได้มาจากผลรวมหรือผลต่างของแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ทั้งสองนั่นเอง</p> <p>2.2 เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux ; ϕ)</p> <p>เส้นแรงแม่เหล็กหรือฟลักซ์ก็คือ เส้นแรงที่เกิดจากแม่เหล็กส่งอำนาจความเป็นแม่เหล็กออกมารอบตัวมันเอง ดังรูปที่ ง 2.2 โดยมีทิศทางของเส้นแรงวิ่งจากขั้วเหนือ (N) ไปยังขั้วใต้ (S) ภายนอกแท่งแม่เหล็ก และวิ่งจากขั้วใต้ (S) ไปยังขั้วเหนือ (N) ภายในแท่งแม่เหล็ก</p>  <p>รูปที่ ง 2.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากแท่งแม่เหล็ก</p> <p>2.3 ความเข้มของสนามแม่เหล็ก (Field Intensity ; H)</p> <p>ความเข้มของสนามแม่เหล็ก ก็คือความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ออกแรงกระทำกับหนึ่งหน่วยขั้วแม่เหล็ก</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

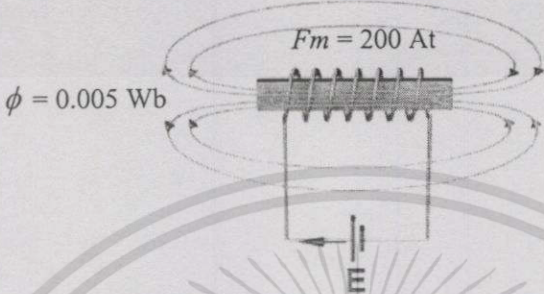
วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปริมาณสองสิ่งคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แรงเคลื่อนแม่เหล็ก แรงเคลื่อนแม่เหล็กที่มีค่ามากกว่าจะทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่า 2. ความยาวของวงจรมแม่เหล็ก ความยาวของวงจรมแม่เหล็กที่สั้นกว่าจะทำให้ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่า <p>ความเข้มของสนามแม่เหล็กเราใช้ตัว H เป็นสัญลักษณ์เขียนแทน และแสดงให้เห็นในเทอมของแอมแปร์-เทอรันต่อเมตร (At / m) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้</p> $H = Fm / l$ <p>ในที่นี้</p> <ul style="list-style-type: none"> H = ความเข้มของสนามแม่เหล็ก, At / m Fm = แรงเคลื่อนแม่เหล็ก, At l = ความยาวของวงจรมแม่เหล็ก, m <p>ตัวอย่างที่ 2 ขดลวดที่แสดงให้เห็นตามในรูปที่ ง 2.3 มีค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กเท่ากับ $20 At$ และความยาวของวงจรมแม่เหล็กมีค่าเท่ากับ $0.1 m$ จงคำนวณหาความเข้มของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้น</p>  <p>รูปที่ ง 2.3 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก</p> <p>วิธีทำ เมื่อ $Fm = 20 At$ และ $l = 0.1 m$</p> <p>ดังนั้น</p> $H = Fm / l$ $= 20 At / 0.1 m$ $= 200 At / m$		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

<p>วิชา เครื่องกลไฟฟ้า</p>	<p>เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า</p>	<p>หน่วยการสอนที่ 1</p>
<p>รหัสวิชา 31202103</p>	<p>เวลา 2 คาบ</p>	
<p>ความเข้มของสนามแม่เหล็ก (field intensity) เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า แรงสร้างอำนาจแม่เหล็ก (magnetizing force) ด้วย ถ้าเราพิจารณาแกนเหล็กของขดลวดในขณะที่มีอำนาจแม่เหล็กเพียงชั่วคราว (ในขณะที่กระแสไหลในขดลวด) จะเห็นได้ว่า แอมแปร์ - เทอร์น/เมตร (At / m) เป็นแรงที่ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก</p>		
<p>2.4 ความซึมซาบจำเพาะ (Absolute Permeability ; μ)</p>		
<p>ความซึมซาบจำเพาะของวัสดุ ก็คือ ตัวกลางตัวหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดสนามหรือเส้นแรงแม่เหล็กได้มากน้อยแตกต่างกันไป เช่น ถ้ามีขดลวดหนึ่งพันอยู่รอบแกนไม้ โดยที่มีกระแสจำนวนหนึ่งไหลผ่านขดลวดนี้ ก็ทำให้เกิดสนาม หรือเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นจำนวนหนึ่ง ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราใช้แกนเหล็กขนาดเท่ากับแกนไม้ใส่เข้าไปแทนในขดลวดนั้น แล้วให้กระแสไฟจำนวนเดียวกันไหลผ่านขดลวดนั้น จะทำให้ได้สนาม หรือเส้นแรงแม่เหล็กมากกว่าเมื่อมีแกนไม้นี้ก็แสดงว่าแกนเหล็กมีความซึมซาบจำเพาะสูงกว่าไม้</p>		
		
<p>รูปที่ ง 2.4 เปรียบเทียบความซึมซาบจำเพาะระหว่างแกนไม้กับแกนเหล็ก</p>		
<p>ความเข้มสนามแม่เหล็ก (H) บอกให้เราทราบว่า แรงสร้างอำนาจแม่เหล็กที่สามารถหาได้มีจำนวนเท่าใดในการทำให้เกิดฟลักซ์ในแกน อย่างไรก็ตามจำนวนฟลักซ์ที่แท้จริงที่เกิดขึ้นมันจะขึ้นอยู่กับ โมเลกุลของแกนว่าจะสามารถวางตัวในแนวเดียวกันได้ง่ายเพียงใด ซึ่งสิ่งนี้เราเรียกว่าความซึมซาบจำเพาะ (Absolute Permeability) และใช้ตัว μ เป็นสัญลักษณ์เขียนแทน (μ เป็นอักษรกรีกอ่านว่า มิว)</p>		
<p>กรมอาชีวศึกษา</p>	<p>กระทรวงศึกษาธิการ</p>	

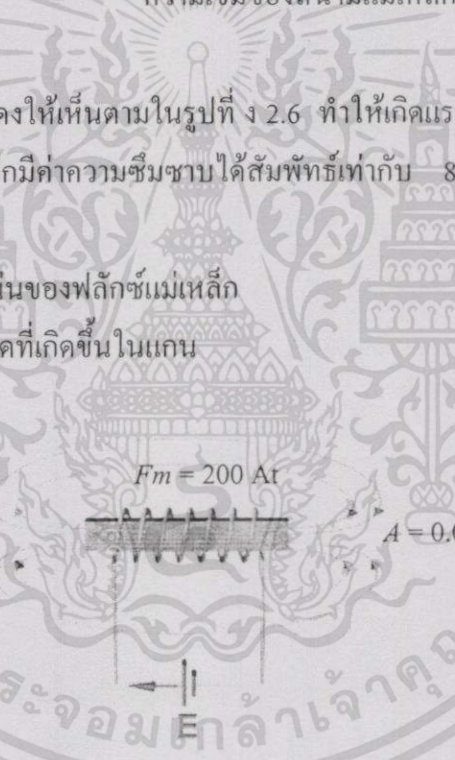
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>ความซึมซาบจำเพาะ (μ) ของวัสดุตัวนำแม่เหล็ก แต่ละชนิดประกอบด้วย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความซึมซาบของอากาศ (Permeability of Air ; μ_0) มีหน่วยเป็น H/m 2. ความซึมซาบสัมพัทธ์ (Relative Permeability ; μ_r) ไม่มีหน่วย <p>ค่าความซึมซาบของอากาศ (μ_0) มีค่าเท่ากับ $4\pi \times 10^{-7}$</p> <p>ความซึมซาบสัมพัทธ์ (μ_r) ของวัสดุตัวนำแม่เหล็ก หมายถึง วัสดุที่ยอมให้มีความซึมซาบของสนามแม่เหล็กได้เป็นกี่เท่าของอากาศ</p> <p>ดังนั้นเราจึงเขียนสมการของความซึมซาบจำเพาะ (μ) วัสดุ ได้ดังนี้</p> $\mu = \mu_0 \mu_r$ <p>ในที่นี้</p> <p>μ = ความซึมซาบจำเพาะของวัสดุ มีหน่วยเป็น H/m</p> <p>μ_0 = ความซึมซาบของอากาศ มีค่าเท่ากับ $4\pi \times 10^{-7}$ มีหน่วยเป็น H/m</p> <p>μ_r = ความซึมซาบสัมพัทธ์ ไม่มีหน่วย</p> <p>2.5 ความต้านทานแม่เหล็ก (Reluctance ; R_m)</p> <p>ความต้านทานแม่เหล็ก (Reluctance) ก็คือ ตัวต้านการไหลของเส้นแรงแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเป็นอากาศ หรือวัสดุอะไรก็ได้ที่อยู่ในบริเวณที่เส้นแรงแม่เหล็กส่งอำนาจไปถึง จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งนั้นๆ ความต้านทานนี้จะต้านทานการส่งเส้นแรงแม่เหล็กที่ออกจากแหล่งกำเนิดเส้นแรงให้ลดลงไป</p> <p>ในวงจรไฟฟ้าอัตราส่วนระหว่างแรงเคลื่อนที่จ่ายให้แก่วงจรต่อกระแสที่ไหลในวงจรเราเรียกว่าความต้านทาน ($R = E / I$) ซึ่งมันมีลักษณะคล้ายกับวงจรแม่เหล็ก กล่าวคือ อัตราส่วนระหว่างแรงเคลื่อนแม่เหล็กต่อฟลักซ์ที่เกิดขึ้นเราเรียกว่า ความต้านทานแม่เหล็ก (Reluctance) ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้</p> $R_m = F_m / \phi$ <p>ในที่นี้</p> <p>R_m = ความต้านทานแม่เหล็ก , At / Wb</p> <p>F_m = แรงเคลื่อนแม่เหล็ก , At</p> <p>ϕ = ฟลักซ์แม่เหล็ก , Wb</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>ตัวอย่างที่ 3 ขดลวดที่แสดงให้เห็นตามในรูปที่ 2.5 มีค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กเท่ากับ 200 At และฟลักซ์แม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ 0.005 Wb จงคำนวณหาค่าความต้านทานแม่เหล็ก</p>		
		
<p>รูปที่ 2.5 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก</p>		
<p>วิธีทำ เมื่อ $F_m = 200 \text{ At}$ และ $\phi = 0.005 \text{ Wb}$ ดังนั้น</p> $R_m = F_m / \phi$ $= 200 \text{ At} / 0.005 \text{ Wb}$ $= 40,000 \text{ At/Wb}$		
<p>2.6 ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux Density ; B)</p>		
<p>จากรายละเอียดที่ผ่านมาทำให้เราพิจารณาเห็นได้ว่า แรงเคลื่อนแม่เหล็กของขดลวดเป็นตัวทำให้เกิดแรงสร้างอำนาจแม่เหล็กขึ้น และแรงสร้างอำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นตัวทำให้เกิดฟลักซ์ (ϕ) ขึ้น และความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับทั้งแรงสร้างอำนาจแม่เหล็กและค่าความซึมซาบจำเพาะของแกน</p>		
<p>ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กหรือความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก (Flux Density) เราใช้ตัว B เป็นสัญลักษณ์เขียนแทน และมีหน่วยเป็น เทสลา (Tesla = T) หนึ่ง เทสลา มีค่าเท่ากับหนึ่งเวเบอร์ต่อตารางเมตร ($1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$)</p>		
<p>ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กหมายถึงปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดหนึ่งหน่วยที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของปริมาณเส้นแรงแม่เหล็กนั้น ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

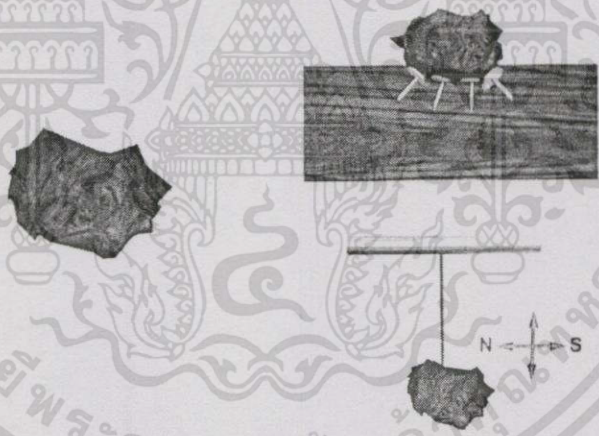
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>ในที่นี้</p> $B = \phi/A$ <p>B = ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก , T</p> <p>ϕ = ฟลักซ์แม่เหล็กหรือปริมาณเส้นแรงแม่เหล็ก , Wb</p> <p>A = พื้นที่หน้าตัด, m^2</p> <p>ในที่นี้</p> $B = \mu H$ <p>B = ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก , T</p> <p>μ = ความซึมซาบจำเพาะของวัสดุ (สารแม่เหล็ก) , H / m</p> <p>H = ความเข้มของสนามแม่เหล็ก, At / m</p> <p>ตัวอย่างที่ 4 ขดลวดที่แสดงให้เห็นตามในรูปที่ ง 2.6 ทำให้เกิดแรงสร้างอำนาจแม่เหล็กมีค่าเท่ากับ 200 At / m ถ้าแกนเหล็กมีค่าความซึมซาบได้สัมพัทธ์เท่ากับ 800 และพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ $0.004 m^2$ จงคำนวณหาว่า</p> <p>(ก) ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก</p> <p>(ข) ฟลักซ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแกน</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	




รูปที่ ง 2.6 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดพันรอบแกนเหล็ก

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>วิธีทำ (ก) ความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กคือ B</p> $B = \mu H$ $= \mu_0 \mu_r H$ $= 800 \times 4\pi \times 10^{-7} \times 200$ $= 0.2 \text{ T}$ <p>(ข) ฟลักซ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในแกนคือ ϕ</p> <p>จาก $B = \phi / A$</p> <p>หรือ $\phi = BA$</p> $= 0.2 \text{ T} \times 0.004 \text{ m}^2$ $= 0.0008 \text{ Wb}$		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

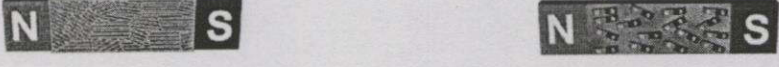

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<h3>หัวข้อที่ 3</h3> <h4>ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก</h4> <h4>3.1 แม่เหล็ก</h4> <p>ความหมายและชนิดของแม่เหล็ก</p> <p>แม่เหล็กคือวัตถุซึ่งมีคุณสมบัติดูดเหล็กได้ และสามารถดูดและผลักขั้วแม่เหล็กได้ สามารถแบ่งประเภทได้ 2 ประเภทคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> แม่เหล็กธรรมชาติ เป็นแม่เหล็กที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ในสมัยโบราณ ชาวกรีกแถบเอเชียไมเนอร์ (Asia Minor) ได้ค้นพบหินชนิดหนึ่งซึ่งสามารถนำไปแขวนไว้ หินชนิดนี้จะมีขั้วหนึ่งซึ่งไปทางทิศเหนือตลอดเวลา จึงนำหินชนิดนี้ไปใช้ในการเดินเรือในมหาสมุทร เรียกว่าหินนำทาง (Leading Stone) ซึ่งปัจจุบันเรียกหินชนิดนี้ว่า แม่เหล็กธรรมชาติ (Natural Magnets)  <p>รูปที่ 3.1 ลักษณะของแม่เหล็กธรรมชาติ</p> <ol style="list-style-type: none"> แม่เหล็กประดิษฐ์ ต่อมานักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่า ถ้านำแท่งแม่เหล็กธรรมชาตินี้ไปโกสัแท่งแม่เหล็กธรรมดาแล้วสามารถเหนี่ยวนำให้เหล็กธรรมดามีอำนาจเหมือนแม่เหล็กได้ และนักวิทยาศาสตร์ได้นำหลักเกณฑ์นี้ไปค้นคว้าทดลองจนสามารถสร้างแม่เหล็กได้ เรียกว่าแม่เหล็กประดิษฐ์ 		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

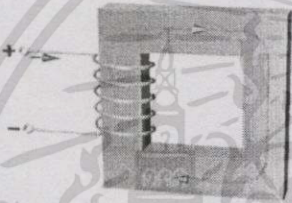
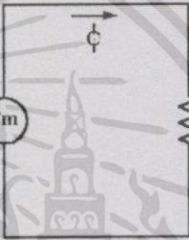
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<div style="text-align: center;">  </div> <p data-bbox="213 607 1259 661">รูปที่ 3.3 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบ ๆ อิเล็กตรอน</p> <p data-bbox="213 722 1348 1065">ในสารที่เป็นแม่เหล็กนั้น โมเลกุลของมันจะเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน เนื่องจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (ในแต่ละอะตอมของสารนั้นๆ) ไปในทิศทางเดียวกัน ทำให้ผลของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวอิเล็กตรอนมีทิศทางเสริมกัน สารชิ้นนั้นจึงแสดงอำนาจเป็นแม่เหล็กได้ แต่ถ้าสารใดมีโมเลกุลวางตัวแบบไม่เรียงตัวกัน เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนของอะตอมสารนั้นก็เคลื่อนที่ในทิศทางที่หักล้างกันไป ทำให้ไม่สามารถแสดงอำนาจแม่เหล็กออกมาได้</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="370 1174 616 1233">  <p data-bbox="288 1279 722 1432">(ก) ลักษณะกลุ่มโมเลกุลของสารไม่เรียงตัวกันจะไม่แสดงอำนาจแม่เหล็กออกมา</p> </div> <div data-bbox="923 1174 1170 1233">  <p data-bbox="792 1279 1321 1432">(ข) เปรียบได้กับภายในสารแต่ละโมเลกุลคือแท่งเหล็กเล็กๆ ซึ่งวางตัวกันหลายทิศทาง แท่งเหล็กเล็กๆ ซึ่งวางตัวกันหลายทิศทาง</p> </div> </div>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

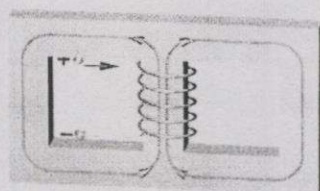
วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
 <p data-bbox="264 535 734 694">(ค) ลักษณะของกลุ่มโมเลกุลที่เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันมากขึ้นแบบนี้จะแสดงอำนาจแม่เหล็กออกมาได้บ้าง</p> <p data-bbox="853 535 1298 694">(ง) รูป ค. นั้นเปรียบได้กับขั้วแม่เหล็กเล็กๆ ภายในสารแม่เหล็กเริ่มวางตัวไปในทิศทางเดียวกันเป็นส่วนมาก</p>  <p data-bbox="304 993 734 1146">(จ) แต่ถ้าเมื่อไรโมเลกุลของสารเรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันได้ทั้งหมดก็จะแสดงอำนาจแม่เหล็กออกมา</p> <p data-bbox="853 993 1268 1146">(ฉ) รูป จ. นั้นเปรียบได้กับขั้วแม่เหล็กเล็กๆ ภายในสารแม่เหล็กวางตัวไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด</p> <p data-bbox="207 1190 1239 1255">รูปที่ ง 3.4 แสดงคุณสมบัติการเรียงตัวกันของโมเลกุลเมื่อแสดงและไม่แสดงอำนาจแม่เหล็ก</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

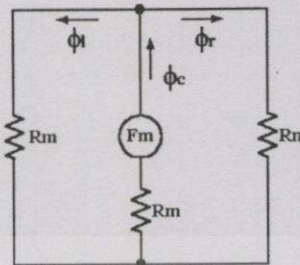
วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>หัวข้อที่ 4</p> <p>วงจรแม่เหล็ก</p> <p>4.1 วงจรแม่เหล็กอนุกรม</p> <p>วงจรแม่เหล็กอนุกรมหมายถึงวงจรแม่เหล็กที่มีทางเดินของฟลักซ์ครบวงจรเพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น ซึ่งได้แสดงให้เห็นตามในรูปที่ ง 4.1 (ก) ส่วนในรูปที่ ง 4.1 (ข) เป็นวงจรไฟฟ้าเทียบเสมือนของรูปที่ ง 4.1 (ก)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>(ก) วงจรแม่เหล็ก</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(ข) วงจรไฟฟ้าเทียบเสมือน</p> </div> </div> <p>รูปที่ ง 4.1 วงจรแม่เหล็กอนุกรม</p> <p>4.2 วงจรแม่เหล็กขนาน</p> <p>วงจรแม่เหล็กขนานหมายถึงวงจรแม่เหล็กที่มีทางเดินของฟลักซ์ที่ครบวงจรมากกว่าหนึ่งเส้นทาง ซึ่งได้แสดงให้เห็นตามรูปที่ ง 4.2 (ก) ส่วนในรูปที่ ง 4.2 (ข) เป็นวงจรไฟฟ้าเทียบเสมือนของรูปที่ ง 4.2 (ก)</p> <p>จากรูปที่ ง 4.2 จะเห็นได้ว่า ขดลวดบนขากลางจะเป็นตัวสร้างแรงเคลื่อนแม่เหล็กให้เกิดขึ้นและฟลักซ์ที่เกิดขึ้นในขากลางจะถูกแบ่งออกเป็นสองเส้นทาง เส้นทางหนึ่งจะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายของแกนและอีกเส้นทางหนึ่งจะเคลื่อนที่ไปทางขวาของแกน ในที่นี้สมมติว่าแกนอยู่ในลักษณะสมมาตร ดังนั้นจะทำให้ฟลักซ์ที่เกิดขึ้นกระจายออกไปอย่างสม่ำเสมอเท่ากันระหว่างขาค้านอกทั้งสอง</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ



(ก) วงจรแม่เหล็ก



(ข) วงจรไฟฟ้าเทียบเสมือน

รูปที่ 4.2 วงจรแม่เหล็กขนาน

และจะได้

โดยที่

$$\begin{aligned} \phi_c &= \phi_i + \phi_r \\ \phi_c &= \text{ฟลักซ์ในขากลาง} \\ \phi_i &= \text{ฟลักซ์ในขาซ้าย} \\ \phi_r &= \text{ฟลักซ์ในขาขวา} \end{aligned}$$

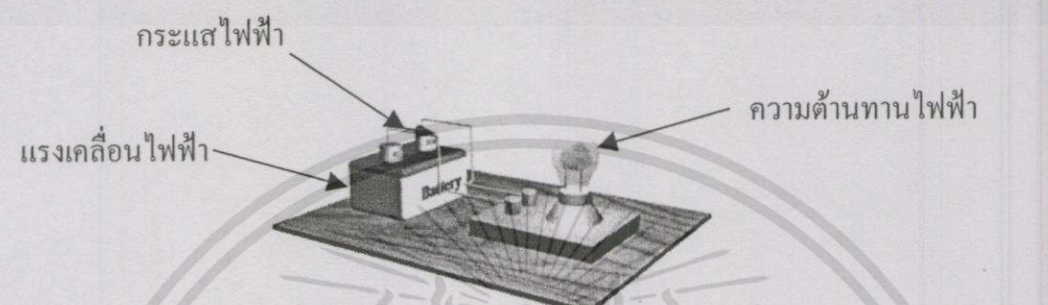
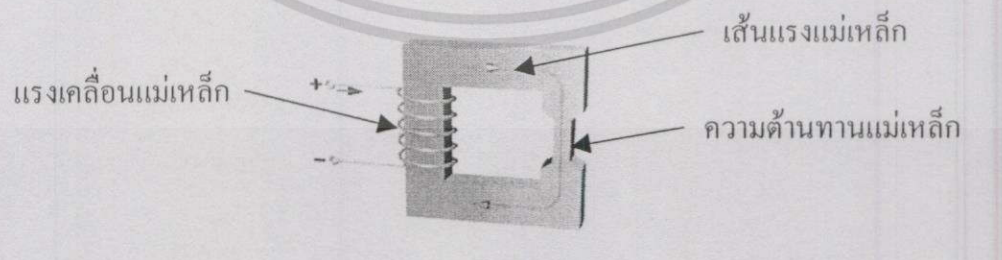
ในสมการ เราสามารถเปรียบเทียบเสมือนได้กับกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ กล่าวคือ จำนวนของฟลักซ์ที่เคลื่อนที่เข้าหาจุดต่อใดๆ ในวงจรแม่เหล็กจะมีค่าเท่ากับจำนวนของฟลักซ์ที่เคลื่อนที่ออกจากจุดต่อนั้น

4.3 เปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กกับวงจรไฟฟ้า


วงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. แรงเคลื่อนไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์ E
2. กระแสไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์ I
3. ความต้านทาน ใช้สัญลักษณ์ R

กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

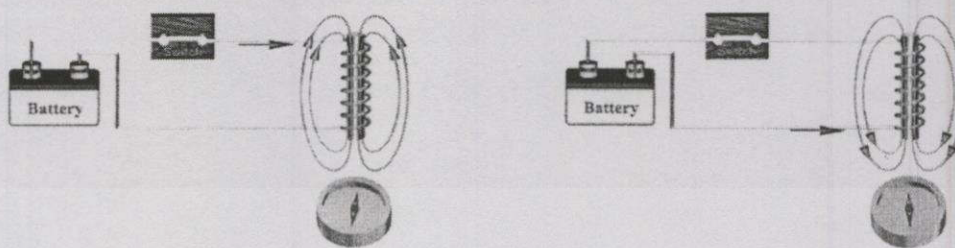
วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
สูตร ในที่นี่	$E = IR$ $E = \text{แรงเคลื่อนไฟฟ้า}$ $I = \text{กระแสไฟฟ้า}$ $R = \text{ความต้านทาน}$	
		
รูปที่ ง 4.3 วงจรไฟฟ้า		
วงจรแม่เหล็ก ประกอบด้วย		
<ol style="list-style-type: none"> 1. แรงเคลื่อนแม่เหล็ก ใช้สัญลักษณ์ F_m 2. เส้นแรงแม่เหล็ก ใช้สัญลักษณ์ ϕ 3. ความต้านทานแม่เหล็ก ใช้สัญลักษณ์ R_m 		
สูตร ในที่นี่	$F_m = \phi R_m$ $F_m = \text{แรงเคลื่อนแม่เหล็ก}$ $\phi = \text{เส้นแรงแม่เหล็ก}$ $R_m = \text{ความต้านทานแม่เหล็ก}$	
		
รูปที่ ง 4.4 วงจรแม่เหล็ก		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<h2>หัวข้อที่ 5</h2> <h3>แม่เหล็กไฟฟ้า</h3> <h4>5.1 แม่เหล็กไฟฟ้า</h4> <p>แม่เหล็กไฟฟ้า หมายถึง อำนาจแม่เหล็กซึ่งเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำไฟฟ้านั้น ตัวนำไฟฟ้าใดๆ ก็ตามสามารถที่จะนำมาใช้ในการทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กได้ และกระแส ไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปในตัวนำจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น</p> <p>ในปี 1820 เฮอร์สเทลได้ทำการทดลองซึ่งเราสามารถที่จะกระทำได้โดยง่ายกล่าวคือ ใน ตอนแรกต่อสายไฟเข้ากับสวิตช์และแบตเตอรี่ตามในรูปที่ ง 5.1 (ก) ในขณะที่สวิตช์เปิดให้วงเข็ม ทิสไว้บนสายไฟ โดยวางตำแหน่งสายไฟให้วางตัวให้แนวทิศเหนือ-ใต้ ดังนั้นเข็มทิสจะชี้ไปในทิศ ทางที่ขนานกับสายไฟ และเมื่อเราสับสวิตช์จะเห็นเข็มทิสจะสวิง (Swing) หรือบ่ายเบนตามที่แสดง ให้เห็นในรูปที่ ง 5.1 (ข) ต่อมาทำการเปลี่ยนขั้วแบตเตอรี่ตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ ง 5.1 (ค) แล้วทำการสับสวิตช์อีกครั้งหนึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าเข็มทิสจะสวิงไปในอีกทิศทางหนึ่ง เฮอร์สเทล ได้ค้นพบว่ากระแสไฟฟ้าเป็นตัวทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ สายตัวนำ สนามแม่เหล็กนี้เกิดจาก เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ไปในสาย ด้วยการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจำนวนหนึ่งในทิศ ทางเดียวกันจะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มไม่มากนัก สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่มีความ เข้มอย่างพอเพียงจะทำให้เข็มทิสเกิดการเคลื่อนที่ได้</p> <div style="text-align: center;">  <p>(ก.)</p> </div>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ



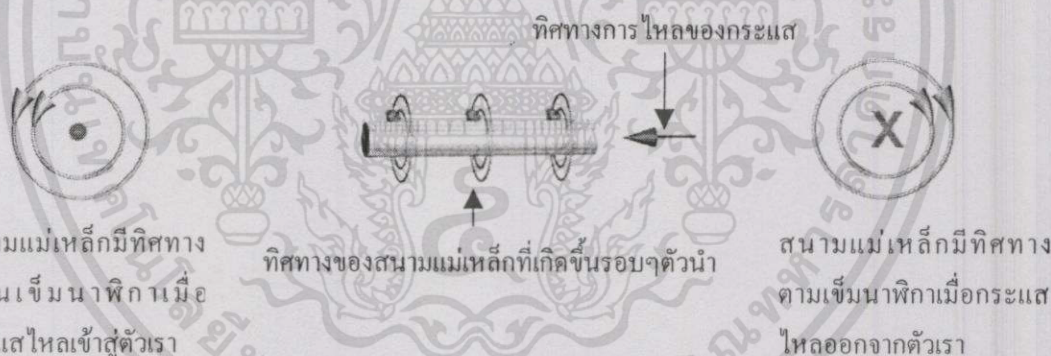
(ข.)

(ค.)

รูปที่ ๕.1 การทดลองของเออร์สเตด

5.2 ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ สายตัวนำ

ในรูปที่ ๕.2 แสดงให้เห็นถึงสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ สายตัวนำที่กระแสไหลผ่านจะสังเกตเห็นได้ว่าเส้นแรงแม่เหล็กจะอยู่ในลักษณะครบวงจรและไม่มีจุดไหนที่เราเรียกว่าขั้วแม่เหล็ก



รูปที่ ๕.2 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำที่มีกระแสไหลผ่าน

ที่จริงแล้วสนามแม่เหล็กทั้งหมดได้สร้างเส้นแรงแม่เหล็กที่อยู่ในลักษณะครบวงจร การให้เหตุผลสำหรับแม่เหล็กที่เป็นแท่งนั้นมันจะมีขั้วและเส้นแรงแม่เหล็กของมันบางส่วนวิ่งไปในอากาศและบางส่วนวิ่งไปในเนื้อเหล็ก ขั้วแม่เหล็กที่เป็นตัวทำให้ง่ายต่อการแบ่งแยกเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างแม่เหล็กและอากาศ

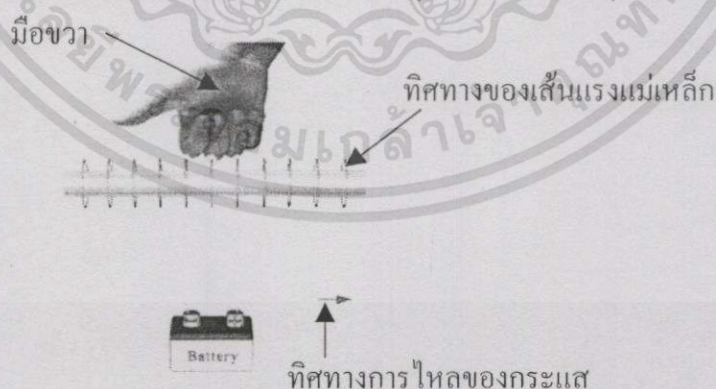
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ

ด้วยแท่งแม่เหล็กอย่างง่าย เส้นแรงแม่เหล็กจะเคลื่อนที่จากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ ในอากาศ และจากขั้วใต้ไปยังขั้วเหนือภายในแท่งแม่เหล็ก ส่วนสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ สายตัวนำที่มีกระแสไหลผ่านมันจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเมื่อมีกระแสไหลออกจากตัวเรา และจะมีทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อมีกระแสไหลเข้าสู่ตัวเรา อย่างไรก็ตามการหาทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ สายตัวนำเมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำนั้นจะให้ความสะดวกมากยิ่งขึ้นเมื่อนำกฎมือขวามาใช้ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

5.3 กฎมือขวาสำหรับตัวนำ

มีวิธีที่ง่ายต่อการจำทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวนำ ซึ่งเรียกว่า “กฎมือขวาสำหรับตัวนำ” เมื่อเราใช้มือขวาล้อมรอบตัวนำโดยใช้หัวแม่มือชี้ทิศทางกระแสไหลของกระแสในตัวนำ นิ้วทั้งสี่ที่เหลือก็จะชี้ทิศทางเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามแม่เหล็กรอบๆ ตัวนำเส้นเดียวที่เป็นเส้นตรงมีความเข้มไม่มากนัก และเราสามารถที่จะเพิ่มความเข้มของมันได้ด้วยการนำสายตัวนำมาพันเป็นขดลวด (Coil) ซึ่งจะทำให้สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มน้อยจากทุกๆ จุดบนตัวนำมารวมกันที่จุดๆ เดียวแล้วทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มมาก และถ้าเราใช้แกนเหล็กสอดใส่เข้าไปในจุดกึ่งกลางของขดลวดที่พัน สนามแม่เหล็กของขดลวดจะทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็ก และทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่มีความเข้มมากขึ้น ซึ่งสิ่งนี้ก็คือ แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) นั่นเอง สนามแม่เหล็กของมันที่เกิดขึ้นเรียกว่า สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Field) ถึงแม้ว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะเหมือนกับสนามแม่เหล็กดาวในหลายๆ ประการก็ตาม แต่สนามแม่เหล็ก ไฟฟ้ามันจะไม่ปรากฏขึ้นเมื่อกระแสหยุดไหลประการก็ตาม

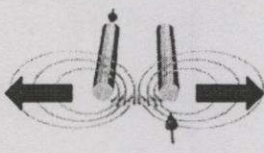
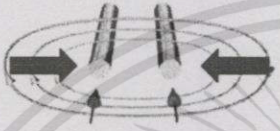



รูปที่ 5.3 กฎมือขวาสำหรับหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆ ตัวนำเมื่อมีกระแสไหลผ่าน

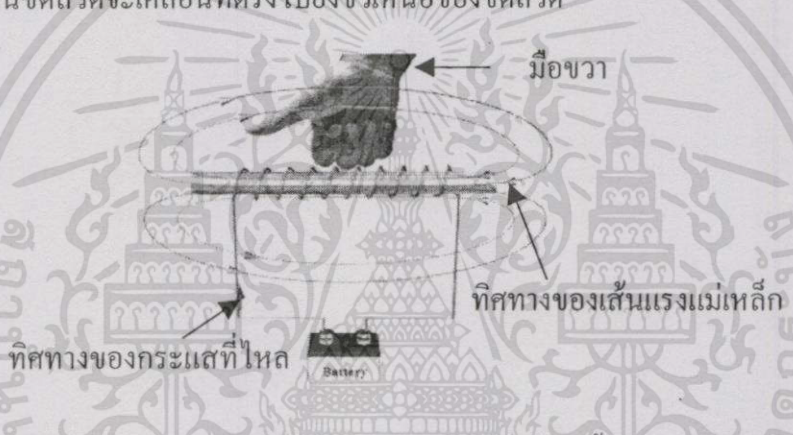
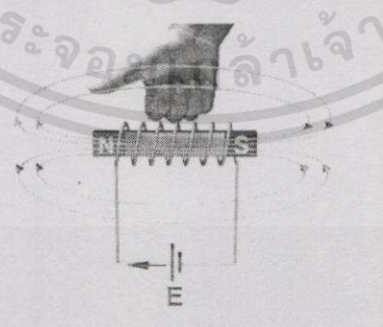
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>5.4 กฎของแมกซ์เวลล์ (Maxwell's Corkscrew Rule)</p> <p>ทิศทางการไหลของกระแสและทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ตะปูคorks (สกรู) ปกติเป็นชนิดเกลียวขวา ถ้าให้ปลายของสกรูแทนทิศทางการไหลของกระแส เมื่อหมุนตะปูคorksเข้าไปในเนื้อไม้ ทิศทางการหมุนตะปูคorksจะแทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่รอบตัวนำ ดังรูป</p> <div data-bbox="412 607 1071 1358" style="text-align: center;"> </div> <p>รูปที่ 5.4 แสดงวิธีหาทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กโดยใช้หลักการหมุนตะปูคorks (สกรู)</p> <p>5.5 การมีผลกระทบกระทั้ต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า</p> <p>เมื่อนำตัวนำสองเส้นที่มีกระแสไฟไหลสวนทางกันมาวางไว้ใกล้ ๆ กันตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 5.5 (ก) จากรูปจะเห็นได้ว่าจะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำเส้นหนึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำอีกเส้นหนึ่ง ทั้งนี้เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำทั้งสองมีทิศทางตรงกันข้ามกัน และเนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็กไม่สามารถที่จะตัดผ่านกันได้ ดังนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจึงพยายามที่จะทำให้ตัวนำทั้งสองเส้นเคลื่อนที่ห่างออกจากกันหรือเกิดการผลักกัน</p> <p>แต่เมื่อนำตัวนำทั้งสองเส้นที่มีกระแสไฟไหลในทิศทางเดียวกันมาวางไว้ใกล้ ๆ กันตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 5.5 (ข) จากรูปจะเห็นได้ว่าสนามแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำทั้งสองมีทิศทางเดียวกันทั้งนี้เพราะเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากตัวนำแต่ละเส้นมีทิศทางเดียวกันเพราะฉะนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจึงพยายามที่จะทำให้ตัวนำทั้งสองเส้นเคลื่อนที่เข้าหากันหรือเกิดการดูดกัน นอกจากนี้ยังพิจารณาเห็นได้จากเส้นแรงแม่เหล็กของตัวนำทั้งสองที่รวมตัวเข้าด้วยกันจะทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีความเข้มเพิ่มมากขึ้น ถ้ามีตัวนำสามหรือสี่เส้นรวมตัวเข้าด้วยกันในวิธีเดียวกันนี้ก็ยังคงทำให้สนามแม่เหล็กที่เกิดมีความเข้มเพิ่มมากขึ้น ซึ่งพิจารณาได้ตามในรูปที่ 5.5 (ค)</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

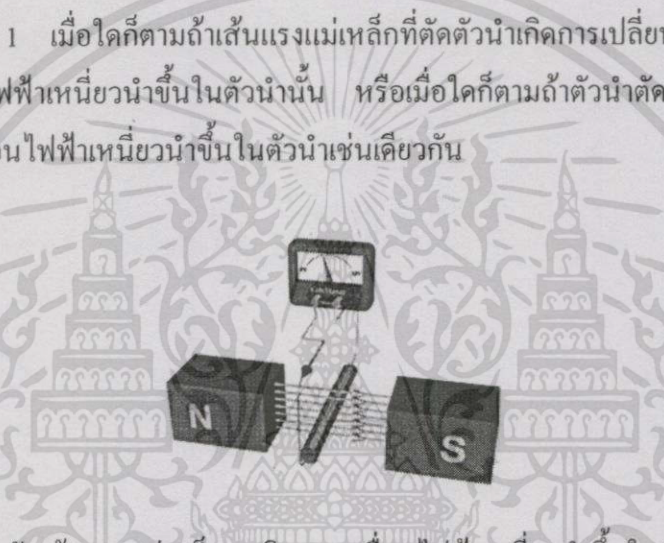
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(ก.) กระแสไหลในทิศทางตรงข้ามกัน เป็นเหตุให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีทิศทางตรงข้ามกันซึ่งทำให้ตัวนำทั้งสองเกิดผลักกัน</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(ข.) กระแสไหลในทิศทางเดียวกัน เป็นเหตุให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมีทิศทางเดียวกันซึ่งทำให้ตัวนำทั้งสองเกิดดูดกัน</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(ค.) สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มมากขึ้นสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการรวมตัวนำหลายๆเส้น</p> </div> </div> <p>รูปที่ 5.5 การมีผลกระทบกระทังต่อกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

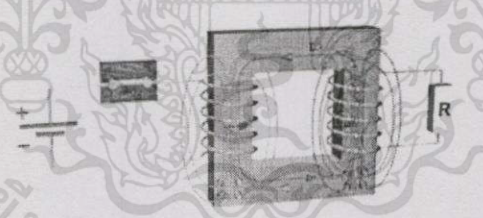
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>5.6 กฎมือขวาสำหรับขดลวด</p> <p>สนามแม่เหล็กของแม่เหล็กไฟฟ้ามีบางส่วนอยู่ด้านนอกและมีบางส่วนอยู่ตรงบริเวณกึ่งกลางของขดลวด สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่มีขอบเขตจำกัดและทิศทางการไหลของกระแสในขดลวดสามารถหาได้ว่าปลายไหนคือขั้วไหน โดยการใช้ “กฎมือขวาสำหรับขดลวด” กล่าวคือ เมื่อเราใช้มือขวากำล้อมรอบขดลวดโดยให้ฝ่ามือหันเข้าหาตัวเราตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ 5.6</p> <p>ในที่นี้ให้นิ้วทั้งสี่ที่ล้อมรอบขดลวดชี้ทิศทางไหลของกระแสรอบๆ ขดลวด ดังนั้นนิ้วหัวแม่มือที่เหลือก็จะชี้ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด นั่นคือ เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวดจะเคลื่อนที่ตรงไปยังขั้วเหนือของขดลวด</p>  <p>รูปที่ 5.6 การใช้กฎมือขวาหาทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวด</p> <p>ส่วนในรูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวดที่กระแสไหลผ่าน ซึ่งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกันสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นตามในรูป</p>  <p>รูปที่ 5.7 ลักษณะของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบนขดลวดเมื่อมีกระแสไหลผ่าน</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<h2>หัวข้อที่ 6</h2> <h3>การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ</h3> <h4>6.1. กฎของฟาราเดย์</h4> <p>จากความจริงที่ได้กล่าวมาแล้ว ฟาราเดย์สรุปออกมาได้เป็น 2 กฎด้วยกัน ซึ่งรู้จักกันทั่วไปคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> กฎข้อที่ 1 เมื่อใดก็ตามถ้าเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดตัวนำเกิดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำนั้น หรือเมื่อใดก็ตามถ้าตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำเช่นเดียวกัน  <p>รูปที่ 6.1 ตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำ</p> <ol style="list-style-type: none"> กฎข้อที่ 2 ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะมีค่าเท่ากับ อัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัด <ul style="list-style-type: none"> ถ้า N = จำนวนรอบของคอยล์หรือจำนวนตัวนำ ϕ_1 = จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กครั้งแรก ϕ_2 = จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กครั้งหลัง <p>เส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดตัวนำครั้งแรก = $N \phi_1$ เส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดตัวนำครั้งหลัง = $N \phi_2$ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ($e.m.f$) = $N \frac{\phi_2 - \phi_1}{t_2 - t_1}$</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

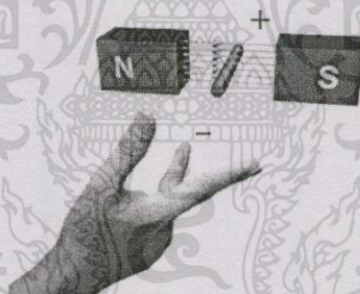
วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
$e = N \frac{\phi_2 - \phi_1}{t_2 - t_1}$ $N \frac{\phi_2 - \phi_1}{t_2 - t_1} = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \text{อัตราการการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กต่อเวลา}$ $\therefore e = N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad \text{เวเบอร์ / วินาที (โวลต์)}$ <p>เมื่อ $\Delta\phi$ = ความแตกต่างระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กครั้งแรกกับครั้งหลัง - เวเบอร์ Δt = เวลาที่เส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง - วินาที</p> <p>6.2. กฎของเลนซ์</p> <p>ทิศทางของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำอาจหาได้จากกฎที่ค้นพบโดยเลนซ์ (Lenz) ซึ่งกล่าวว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจากแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีทิศทางไหลที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาต้านกับสนามแม่เหล็กที่ทำให้มันเกิดขึ้น</p>  <p>รูปที่ 6.2 กฎของเลนซ์</p> <p>6.3. กฎมือขวาของเฟลมมิง (Fleming's Right Hand Rule)</p> <p>ใช้สำหรับหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า (แรงดันเหนี่ยวนำ) ที่เกิดขึ้นบนตัวนำในสนามแม่เหล็กกรณีของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนตัวนำของอาร์มเจอร์ โดยเฉพาะดังนี้</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ



รูปที่ ง 6.3 กฎมือขวาของเฟลมมิง

ให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางของมือขวา วางตั้งฉากซึ่งกันและกันตามรูปที่ ง 6.3 กำหนดให้นิ้วหัวแม่มือ แทนทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก (แรงเคลื่อนที่ : Motion) นิ้วชี้แทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux) นิ้วกลางจะแทนทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Induced Emf.)



รูปที่ ง 6.4 แสดงการหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนตัวนำในสนามแม่เหล็ก โดยใช้กฎมือขวาของเฟลมมิง



6.4. กฎมือซ้ายของเฟลมมิง (Fleming's Left Hand Rule)

ใช้สำหรับหาทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก กรณีของมอเตอร์หาทิศทางการหมุนของอาร์เมเจอร์โดยเฉพาะ ดังนี้

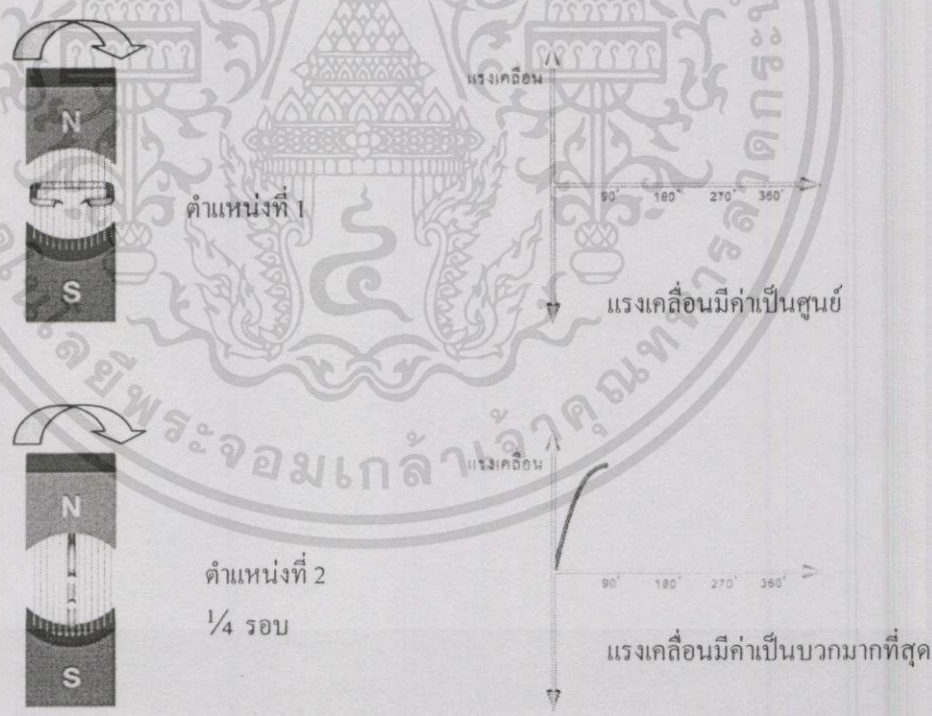
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ
---------------	-------------------

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<div data-bbox="560 294 882 585" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="215 666 608 709">รูปที่ 6.5 กฎขั้วมือของเฟลมมิง</p> <p data-bbox="215 775 1335 950">ให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางของมือซ้าย วางตั้งฉากซึ่งกันและกัน ตามรูปที่ 6.5 กำหนดให้นิ้วชี้แทนทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของกระแสไฟฟ้า นิ้วหัวแม่มือจะเป็นทิศทางของแรง (ทิศทางการหมุนของอาร์เมเจอร์)</p> <div data-bbox="267 611 1216 1528" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="215 1365 1224 1474">รูปที่ 6.6 แสดงการหาทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก โดยใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิง</p> <p data-bbox="215 1539 719 1594">6.5. การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ</p> <p data-bbox="215 1605 1335 1714">การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จะกล่าวถึงในที่นี้ ไม่ได้ใช้เฉพาะกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับได้อีกด้วย</p> <p data-bbox="215 1725 1335 1834">เมื่อใดก็ตามที่มีการเคลื่อนที่ระหว่างตัวนำและสนามแม่เหล็ก ในทิศทางที่ซึ่งตัวนำตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กหรือตัดกับสนามแม่เหล็ก แรงเคลื่อนไฟฟ้าก็จะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นในตัวนำ</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	


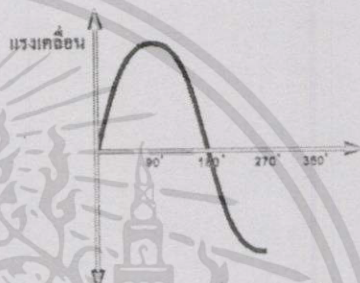
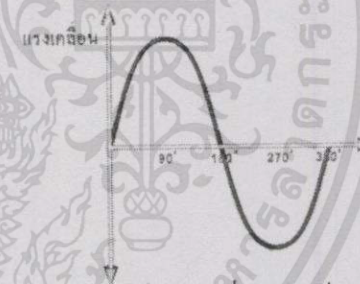
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้น ค่าหรือขนาด (Magnitude) ของแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับความเข้มของสนามแม่เหล็กโดยตรง และอัตราที่ซึ่งเส้นแรงแม่เหล็กตัด โดยที่สนามแม่เหล็กที่มีความเข้มมากกว่าหรือจำนวนของเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดในเวลาที่กำหนดให้มีค่ามากกว่าก็จะทำให้ได้แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่า ทิศทางหรือขั้วของแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นสามารถหาได้โดยการใช้กฎมือขวาสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (กฎมือขวาของเฟลมมิง) โดยความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกับกฎนี้ ให้กางมือขวาออกโดยให้นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางต่างตั้งฉากซึ่งกันและกัน ดังนั้นถ้าให้นิ้วชี้ชี้ในทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วหัวแม่มือชี้ในทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำ นิ้วกลางก็จะชี้ในทิศทางที่ซึ่งกระแสไหล</p>		
		
<p>รูปที่ ง 6.7 แสดงการหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนตัวนำในสนามแม่เหล็ก โดยใช้กฎมือขวาของเฟลมมิง</p>		
		
<p>รูปที่ ง 6.8 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดลวดรอบเดียวที่หมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็ก</p>		
<p>เมื่อนำกฎมือขวามาใช้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเบื้องต้นที่มีขดลวดเพียงรอบเดียวตามที่แสดงให้เห็นในรูปที่ ง 6.8 ก็จะพิจารณาเห็นได้ว่าจะมีแรงเคลื่อนสองปริมาณที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นในวงขดลวดในขณะที่มันหมุน แรงเคลื่อนเหล่านี้จะถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นบนด้านทั้งสองของวงขดลวดและมีขนาดเท่ากัน ทิศทางของมันจะอยู่ในลักษณะอนุกรมกันเมื่อนำไปเทียบกับปลายทั้งสอง</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103	เวลา 2 คาบ	
<p>ของวงขดลวดที่เปิดเพราะฉะนั้นในผลที่เกิดขึ้น ค่าหรือขนาดของแรงเคลื่อนที่คร่อมอยู่ระหว่างปลายทั้งสองของวงขดลวดจะมีค่าหรือขนาดเป็นสองเท่าของแรงเคลื่อนที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นในแต่ละด้านของวงขดลวด</p> <p>6.6 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์</p> <p>ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้นจะสร้างแรงเคลื่อนเอาท์พุทรูปคลื่นไซน์ขึ้นแล้วจึงถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงเคลื่อนไฟตรงด้วยคอมมิวเตเตอร์ ในรูปที่ ง 6.9 ได้แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งต่างๆ ของวงขดลวดที่เคลื่อนที่หมุนติดกับสนามแม่เหล็ก แล้วทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ขึ้น</p> <p>จากรูปที่ ง 6.9 จะเห็นได้ว่าในขณะที่วงขดลวดเคลื่อนที่หมุนไปในตำแหน่งที่ 1 จะไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น หรือแรงเคลื่อนมีค่าเป็นศูนย์เพราะว่าในตำแหน่งนี้ขดลวดกำลังเคลื่อนที่ขนานกับเส้นแรงแม่เหล็ก แต่เมื่อขดลวดเคลื่อนที่หมุนจากตำแหน่งที่ 1 ไปยังตำแหน่งที่ 2 จะเห็นได้ว่า</p>  <p>ตำแหน่งที่ 1</p> <p>ตำแหน่งที่ 2 1/4 รอบ</p> <p>แรงเคลื่อน</p> <p>แรงเคลื่อนมีค่าเป็นศูนย์</p> <p>แรงเคลื่อนมีค่าเป็นบวกมากที่สุด</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>ตำแหน่งที่ 3 $\frac{1}{2}$ รอบ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>แรงเคลื่อน แรงเคลื่อนลดลงเป็นศูนย์</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>ตำแหน่งที่ 4 $\frac{3}{4}$ รอบ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>แรงเคลื่อน แรงเคลื่อนมีค่าเป็นลบมากที่สุด</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>ตำแหน่งที่ 5 1 รอบ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>แรงเคลื่อน แรงเคลื่อนมีค่าเป็นศูนย์</p> </div> </div>		
<p>รูปที่ 6.9 การเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์</p> <p>ขดลวดจะตัดกับสนามแม่เหล็กเพิ่มมากขึ้น ซึ่งมีผลทำให้แรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีค่าเพิ่มมากขึ้นถึงแม้ว่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของวงขดลวดจะมีค่าคงที่ก็ตาม</p> <p>ในตำแหน่งที่ 2 ซึ่งห่างจากตำแหน่งเดิม 90° จะเห็นได้ว่าด้านข้างทั้งสองของวงขดลวดจะตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กมากที่สุด ดังนั้นแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตำแหน่งนี้จึงมีค่าสูงสุด</p> <p>ระหว่างตำแหน่งที่ 2 และ 3 แรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นยังคงมีทิศทางเดียวกัน แต่ค่าหรือขนาด</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>ของมันจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อวงขดลวดเคลื่อนที่เข้าใกล้ตำแหน่งที่ 3 และที่ตำแหน่งที่ 3 นี้จะไม่มีแรงเคลื่อนเกิดขึ้นเพราะว่าที่ตำแหน่งนี้วงขดลวดไม่ได้เคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก</p> <p>ระหว่างตำแหน่งที่ 3 และ 4 แรงเคลื่อนจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นในลักษณะที่คล้ายกันกับระหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2 แต่จะสังเกตเห็นได้ว่าในตอนแรกหรือระหว่างตำแหน่งที่ 1 และ 2 ขดลวดด้านสีเข้มจะเคลื่อนที่ลง ส่วนในตอนนี้หรือระหว่างตำแหน่งที่ 3 และ 4 ขดลวดด้านสีเข้มจะเคลื่อนที่ขึ้น ดังนั้นแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นในขดลวดด้านสีเข้มในตอนนี้นี้จึงมีทิศทางตรงข้ามกับในตอนแรก</p> <p>ในตำแหน่งที่ 4 หรือที่มุม 270° จะเห็นได้ว่าด้านข้างทั้งสองของวงขดลวดจะตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กมากที่สุดอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นในตำแหน่งนี้จึงมีค่าสูงสุดอีกครั้งหนึ่งเช่นกัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกับในตำแหน่งที่ 2 หรือที่มุม 90° ซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะพิจารณาเห็นได้ว่าจะเกิดขึ้นสองครั้งเช่นกันในระหว่างการเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบของวงขดลวด</p> <p>กล่าวคือที่ตำแหน่งหนึ่งของวงขดลวด (ที่ตำแหน่งที่ 2 หรือที่มุม 90°) แรงเคลื่อนสูงสุดจะเกิดขึ้นในทิศทางหนึ่ง ในขณะที่อีกตำแหน่งหนึ่ง (ที่ตำแหน่งที่ 4 หรือที่มุม 270°) หรือ 180° ถัดมาแรงเคลื่อนสูงสุดก็จะเกิดขึ้นในอีกทิศทางหนึ่งหรือทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งเป็นไปตามกฎมือขวาสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (กฎมือขวาของเฟลมมิง)</p> <p>ระหว่างตำแหน่งที่ 4 และ 5 แรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นยังคงมีทิศทางเดียวกัน แต่ค่าหรือขนาดของมันจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อวงขดลวดเคลื่อนที่เข้าใกล้ตำแหน่งที่ 5 และที่ตำแหน่งที่ 5 นี้จะไม่มีแรงเคลื่อนเกิดขึ้นเพราะว่าขดลวดไม่ได้ตัดสนามแม่เหล็ก ซึ่งตำแหน่งที่ 5 นี้ก็คือตำแหน่งที่ 1 นั่นเอง</p> <p>ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงการเคลื่อนที่ของวงขดลวดที่ครบหนึ่งรอบพอดี ก็สังเกตเห็นได้ว่าจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนรูปไซน์ขึ้นในวงขดลวดและมีทิศทางตามที่แสดงให้เห็นดังในรูปที่ 6.9 โดยที่กระบวนการที่กล่าวมานี้จะเกิดขึ้นซ้ำกันไปเรื่อยๆ ในแต่ละรอบของการเคลื่อนที่</p> <p>สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น</p> <p>เราสามารถหาค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นได้จากสูตร</p> $e = N \frac{d\phi}{dt}$ <p>เมื่อ e = แรงเคลื่อนไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (V) N = จำนวนรอบของขดลวด หน่วย รอบ</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
ϕ = เส้นแรงแม่เหล็ก หน่วย เวเบอร์ (Wb) t = เวลา หน่วย วินาที (s) $d\phi/dt$ = อัตราการเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็ก หน่วย เวเบอร์/วินาที (Wb/s)		
<p>ตัวอย่างที่ 1 ฟลักซ์แม่เหล็กมีค่าเท่ากับ 6 Wb ถ้าฟลักซ์เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนถึง 12 Wb ในช่วงระยะเวลา 2 วินาที จงคำนวณหาแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มี 10 รอบ ถ้าขดลวดอยู่กับที่ในสนามแม่เหล็ก</p>		
<p>วิธีทำ</p> $d\phi = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์} = 12 \text{ Wb} - 6 \text{ Wb} = 6 \text{ Wb}$ $dt = \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของเวลาที่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นในฟลักซ์}$ $= 2 \text{ s}$ <p>ดังนั้น $\frac{d\phi}{dt} = 6 \text{ Wb}/2\text{s} = 3 \text{ Wb/s}$</p> <p>แต่ $N = 10 \text{ t}$</p> <p>เพราะฉะนั้น $e = N \frac{d\phi}{dt}$ $= (10 \text{ t})(3 \text{ Wb/s})$ $= 30 \text{ V.}$ </p>		
<p>นอกจากนี้ยังสามารถหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้จากสูตร</p>		
$e = Blv$		
<p>เมื่อ e = แรงเคลื่อนไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (V) B = ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กในสนามแม่เหล็ก หน่วย เวเบอร์/ตารางเมตร (Wb/m²) หรือเทสลา (T) l = ความยาวตัวนำ หน่วย เมตร v = อัตราความเร็วในการเปลี่ยนค่าสนามแม่เหล็ก (การตัดกันระหว่างตัวนำกับเส้นแรงแม่เหล็ก) หน่วย เมตร/วินาที</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
<p>ตัวอย่างที่ 2 ตัวนำไฟฟ้ายาว 20 เซนติเมตร จำนวน 100 ตัวนำ ทำให้หมุนตัดสนามแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก 1.5 เทสลา ด้วยอัตราความเร็ว 50 เมตร/วินาที จงคำนวณค่า</p> <p>2.1 จะให้กำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ากี่โวลต์/ตัวนำ</p> <p>2.2 จะให้กำเนิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าทั้งหมดกี่โวลต์</p> <p>วิธีทำ กำหนดให้ $B = 1.5 \text{ T}$ $l = 20 \text{ cm}$ $v = 50 \text{ m/s}$ $Z = 100 \text{ ตัวนำ}$</p> <p>2.1 แรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อตัวนำ</p> $e = Blv$ $= 1.5 \cdot 20 \cdot 10^{-2} \cdot 50$ $= 15 \text{ V.}$ <p>2.2 แรงเคลื่อนไฟฟ้าทั้งหมด</p> $e = BlvZ$ $= 15 \cdot 100$ $= 1500 \text{ V.}$		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า	เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า	หน่วยการสอนที่ 1
รหัสวิชา 31202103		เวลา 2 คาบ
บรรณานุกรม		
<p>สัมพันธ์ หาญชล. 2535. เครื่องกลไฟฟ้า 1. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี</p> <p>ไมตรี วรวิจิตรยากุล. 2534. เครื่องกลไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ศูนย์การพิมพ์พลชัย</p> <p>นภัทร วัจนเทพินทร์ และบุญมี สุวรรณดี. 2532. ทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เจริญธรรม</p> <p>ณรงค์ ขอนตะวัน. 2533. ไฟฟ้าเทคโนโลยีและงานไฟฟ้าเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : บุกเซนเดอร์</p> <p>ณรงค์ ขอนตะวัน. 2533. เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ. กรุงเทพฯ : บุกเซนเดอร์</p> <p>เสวก ผาสุก. 2537. ไฟฟ้าเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองศาสนการพิมพ์</p> <p>ศุภชัย สุรินทร์วงศ์. 2534. เครื่องกลไฟฟ้า 1 ตอน 1. กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน</p>		
กรมอาชีวศึกษา	กระทรวงศึกษาธิการ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบหลังเรียน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบหลังเรียน)

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

คำชี้แจง

1. เพื่อทดสอบความรู้ของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. แบบทดสอบนี้เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 30 ข้อ
3. การเลือกตอบให้เลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องว่างให้ตรงกับตัวเลือก ก ข ค และ ง ในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้
4. ต้องการเปลี่ยนคำตอบใหม่ ให้ขีดเส้นขนานทับ (X) แล้วจึงทำเครื่องหมาย X ใหม่ลงในช่องที่ต้องการ
5. กำหนดให้คะแนนข้อที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่าหนึ่งในข้อเดียวกันให้ 0 คะแนน

1. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของขั้วแม่เหล็ก
 - ก. แม่เหล็กมี 2 ขั้ว คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้
 - ข. ขั้วเหมือนกันดูดกัน ขั้วต่างกันผลักกัน
 - ค. เส้นแรงแม่เหล็กจะหนาแน่นมาตรงขั้วแม่เหล็กทั้งสอง
 - ง. ขั้วแม่เหล็กจะวางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้เสมอ ถ้าเราแขวนมันไว้ด้วยเชือก

2. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็ก
 - ก. ภายในแท่งแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางพุ่งออกจากขั้วใต้ไปสู่ขั้วเหนือ
 - ข. ภายนอกแท่งแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศทางพุ่งออกจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้
 - ค. เส้นแรงแม่เหล็กจะมีมากที่สุดบริเวณขั้วของแม่เหล็ก
 - ง. เส้นแรงแม่เหล็กจะหนาแน่นที่บริเวณขั้วเหนือมากกว่าขั้วใต้

3. ทำอย่างไรแม่เหล็กถึงจะดูดกัน
 - ก. เอาขั้วเหนือกับขั้วเหนือเข้าใกล้กัน
 - ข. เอาขั้วใต้กับขั้วใต้ออกจากกัน
 - ค. เอาขั้วเหนือกับขั้วใต้เข้าใกล้กัน
 - ง. เอาขั้วเหนือกับขั้วใต้ออกจากกัน

4. ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. ปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดหนึ่งหน่วยที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของปริมาณเส้นแรงแม่เหล็ก
 - ข. จำนวนของเส้นแรงแม่เหล็กที่วิ่งจากขั้วเหนือ ไปยังขั้วใต้
 - ค. ปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดหนึ่งหน่วยที่ขนานกับการเคลื่อนที่ของปริมาณเส้นแรงแม่เหล็ก
 - ง. เส้นแรงที่เกิดจากแม่เหล็กส่งอำนาจความเป็นแม่เหล็กออกมารอบตัวมันเอง

5. แรงเคลื่อนแม่เหล็กในวงจรแม่เหล็ก จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใด
 - ก. เส้นแรงแม่เหล็กและความต้านทานแม่เหล็ก
 - ข. พื้นที่หน้าตัดและความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก
 - ค. จำนวนรอบของขดลวดและจำนวนของกระแสที่ไหลในขดลวด
 - ง. พื้นที่หน้าตัดและเส้นแรงแม่เหล็ก

6. ข้อใดไม่ใช่สูตรในการคำนวณค่าของเส้นแรงแม่เหล็ก
- $\phi = B/A$
 - $\phi = Fm/Rm$
 - $\phi = NI/Rm$
 - $\phi = B.A$
7. ขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็กที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 0.004 ตารางเมตร ถ้าความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าเท่ากับ 0.5 เวเบอร์/ตารางเมตร จงคำนวณค่าของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น
- 0.002 เวเบอร์/ตารางเมตร
 - 0.2 มิลลิเวเบอร์
 - 0.002 เวเบอร์
 - 0.0002 เวเบอร์
8. แม่เหล็ก สามารถแบ่งออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง
- 2 ประเภท คือแม่เหล็กธรรมชาติและแม่เหล็กถาวร
 - 2 ประเภท คือแม่เหล็กธรรมชาติและแม่เหล็กประดิษฐ์
 - 2 ประเภท คือแม่เหล็กประดิษฐ์และแม่เหล็กถาวร
 - 3 ประเภท คือแม่เหล็กธรรมชาติ แม่เหล็กประดิษฐ์และแม่เหล็กถาวร
9. แม่เหล็กไฟฟ้า จัดอยู่ในแม่เหล็กชนิดใด
- แม่เหล็กธรรมชาติ
 - แม่เหล็กถาวร
 - แม่เหล็กชั่วคราว
 - แม่เหล็กกึ่งถาวร
10. ข้อใดคือความหมายของแม่เหล็กชั่วคราว
- แม่เหล็กที่แสดงอำนาจแม่เหล็กได้ยาวนาน
 - แม่เหล็กที่แสดงอำนาจแม่เหล็กได้เพียงชั่วขณะหนึ่ง
 - แม่เหล็กธรรมชาติที่มนุษย์นำมาเปลี่ยนรูปร่างให้เหมาะสมกับงานเพียงชั่วคราว
 - แม่เหล็กที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติแต่แสดงอำนาจแม่เหล็กได้เพียงชั่วขณะหนึ่ง

11. ในสารที่เป็นแม่เหล็กนั้น โมเลกุลของมันจะเรียงตัวกันแบบใด

- ก. เรียงตัวกันกระจัดกระจาย
- ข. เรียงตัวกันหลายทิศทางแต่เป็นระเบียบ
- ค. เรียงตัวกันไม่เป็นระเบียบและหลายทิศทาง
- ง. เรียงตัวกันเป็นระเบียบและทิศทางเดียวกัน

12. วงจรแม่เหล็ก ประกอบด้วยอะไรบ้าง

- ก. แหล่งจ่าย , กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน
- ข. แรงเคลื่อนแม่เหล็ก , กระแสไฟฟ้า และความต้านทานแม่เหล็ก
- ค. แรงเคลื่อนแม่เหล็ก , เส้นแรงแม่เหล็ก และความต้านทานแม่เหล็ก
- ง. แรงเคลื่อนแม่เหล็ก , เส้นแรงแม่เหล็ก และความต้านทาน

13. ข้อใดเปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กกับวงจรไฟฟ้า ไม่ถูกต้อง

- ก. เส้นแรงแม่เหล็ก (ϕ) เปรียบได้กับ กระแสไฟฟ้า (I)
- ข. แรงเคลื่อนแม่เหล็ก ($m.m.f$) เปรียบได้กับ แรงดันไฟฟ้า ($e.m.f$)
- ค. ความต้านทานแม่เหล็ก (R_m) เปรียบได้กับ ความต้านทาน (R)
- ง. ความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็ก (B) เปรียบได้กับ กระแสไฟฟ้า (I)

14. วงจรแม่เหล็กแบ่งออกเป็นกี่แบบ อะไรบ้าง

- ก. 2 แบบ คือ วงจรแม่เหล็กเดี่ยว และวงจรแม่เหล็กคู่
- ข. 2 แบบ คือ วงจรแม่เหล็กอนุกรม และวงจรแม่เหล็กขนาน
- ค. 3 แบบ คือ วงจรแม่เหล็กอนุกรม , วงจรแม่เหล็กขนาน และวงจรแม่เหล็กผสม
- ง. 3 แบบ คือ วงจรแม่เหล็กอนุกรม , วงจรแม่เหล็กขนาน และวงจรแม่เหล็กอนุกรม-ขนาน

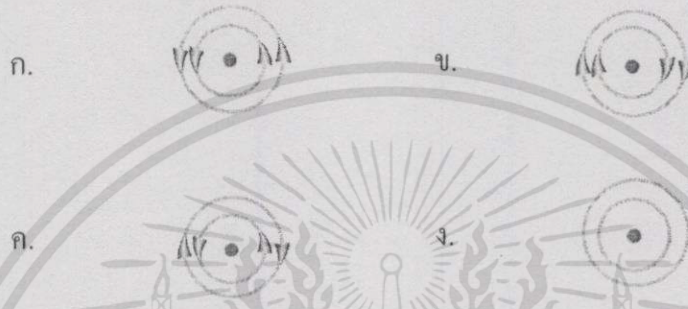
15. วงจรแม่เหล็กที่มีทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กที่ครบวงจรมากกว่าหนึ่งเส้นทาง คือวงจรแม่เหล็กแบบใด

- ก. วงจรแม่เหล็กเดี่ยว
- ข. วงจรแม่เหล็กคู่
- ค. วงจรแม่เหล็กอนุกรม
- ง. วงจรแม่เหล็กขนาน

16. ข้อใดไม่ใช่ความหมายของแม่เหล็กไฟฟ้า

- ก. อำนาจแม่เหล็กซึ่งเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำ
- ข. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไปในตัวนำจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้น
- ค. การนำกระแสไฟฟ้าไปทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นมา
- ง. แม่เหล็กที่สามารถให้กระแสไฟฟ้าออกมาจากตัวมันเองได้

17. ข้อใดคือทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆตัวนำ ที่ถูกต้อง



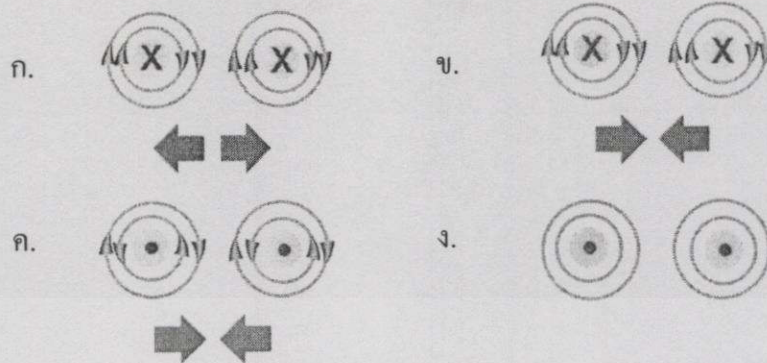
18. กฎมือขวาสำหรับตัวนำ กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ก. ให้นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางกระแสไหลของกระแสในตัวนำ นิ้วทั้งสี่ชี้ทิศทางเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น
- ข. ให้นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางเคลื่อนที่ของเส้นแรงแม่เหล็ก นิ้วทั้งสี่ชี้ทิศทางกระแสไหลของกระแสในตัวนำ
- ค. ให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก นิ้วชี้แทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ง. ให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางของแรง นิ้วชี้แทนทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของกระแสไฟฟ้า

19. กฎมือขวาสำหรับตัวนำ ใช้สำหรับหาทิศทางของอะไร

- ก. ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆตัวนำ
- ข. ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวนำ
- ค. ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก
- ง. ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด

20. ตัวนำ 2 ตัว ที่กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวกัน จะเกิดผลดังข้อใด



21. กฎมือขวาสำหรับขดลวด กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ให้นิ้วทั้งสี่ที่ล้อมรอบขดลวดชี้ทิศทางกระแสไหลของกระแสรอบๆขดลวด นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด
- ให้นิ้วทั้งสี่ที่ล้อมรอบขดลวดชี้ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางกระแสไหลของกระแสรอบๆขดลวด
- ให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก นิ้วชี้แทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางของแรง นิ้วชี้แทนทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของกระแสไฟฟ้า

22. กฎมือขวาสำหรับขดลวด ใช้สำหรับหาทิศทางของอะไร

- ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆตัวนำ
- ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในตัวนำ
- ทิศทางเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก
- ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด

23. กฎของแมกซ์เวลล์ กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำ
- ในวงจรปิดใดๆที่มีการไหลของกระแสไฟฟ้า ย่อมมีเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆตัวนำ
- ให้ปลายสกรูแทนทิศทางกระแสไหลของกระแสไฟฟ้า ทิศทางการหมุนของสกรูแทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่รอบตัวนำ
- กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีทิศทางกระแสไหลที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาด้านกับสนามแม่เหล็กที่ทำให้มันเกิดขึ้น

24. กฎของฟาราเดย์ กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ก. ตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำ
- ข. ในวงจรปิดใดๆที่มีการไหลของกระแสไฟฟ้า ข้อมมีเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆตัวนำ
- ค. ให้ปลายสกรูแทนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ทิศทางการหมุนของสกรูแทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่รอบตัวนำ
- ง. กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีทิศทางการไหลที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาต้านกับสนามแม่เหล็กที่ทำให้มันเกิดขึ้น

25. กฎของเลนซ์ กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ก. ตัวนำตัดเส้นแรงแม่เหล็กจะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำ
- ข. ในวงจรปิดใดๆที่มีการไหลของกระแสไฟฟ้า ข้อมมีเส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นรอบๆตัวนำ
- ค. ให้ปลายสกรูแทนทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ทิศทางการหมุนของสกรูแทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่รอบตัวนำ
- ง. กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีทิศทางการไหลที่สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาต้านกับสนามแม่เหล็กที่ทำให้มันเกิดขึ้น

26. กฎมือขวาของเฟลมมิง กล่าวไว้ว่าอย่างไร

- ก. ให้นิ้วทั้งสี่ที่ล้อมรอบขดลวดชี้ทิศทางการไหลของกระแสรอบๆขดลวด นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด
- ข. ให้นิ้วทั้งสี่ที่ล้อมรอบขดลวดชี้ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด นิ้วหัวแม่มือชี้ทิศทางการไหลของกระแสรอบๆขดลวด
- ค. ให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก นิ้วชี้แทนทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า
- ง. ให้นิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางของแรง นิ้วชี้แทนทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางแทนทิศทางของกระแสไฟฟ้า

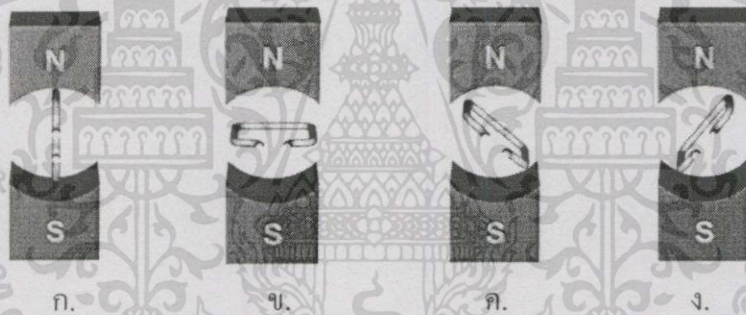
27. กฎมือขวาของเฟลมมิง ใช้สำหรับหาทิศทางของอะไร

- ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นบนตัวนำในสนามแม่เหล็ก ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก ในมอเตอร์ไฟฟ้า
- ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบๆตัวนำ
- ทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นภายในขดลวด

28. ข้อใดไม่มีการเหนี่ยวนำแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น

- ขดลวดหมุนในสนามแม่เหล็ก
- สนามแม่เหล็กหมุนในขดลวด
- ตัวนำวางอยู่กับที่ในสนามแม่เหล็ก
- ตัวนำวางอยู่กับที่ในสนามแม่เหล็กที่มีเส้นแรงแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงค่าตลอดเวลา

29. ตัวนำที่หมุนในสนามแม่เหล็กในข้อใด ที่เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากที่สุด

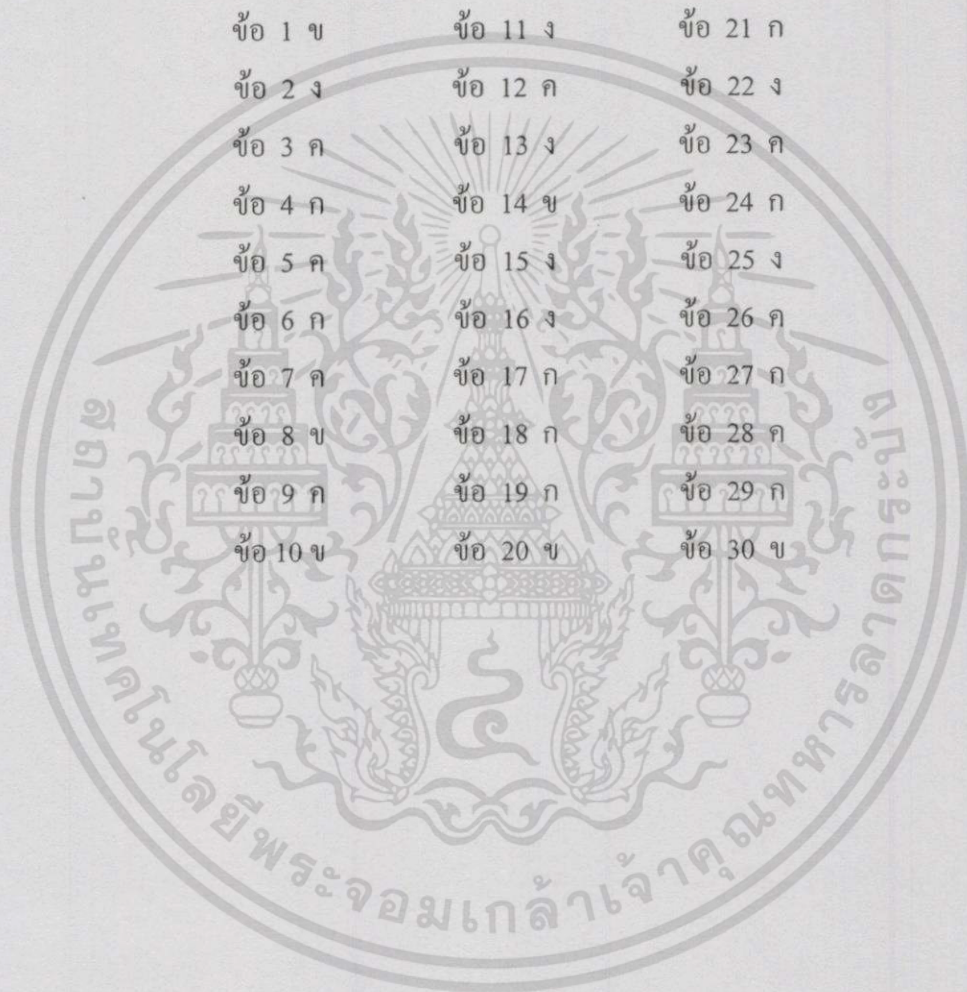


30. ตัวนำไฟฟ้ายาว 20 เซนติเมตร ทำให้หมุนตัดสนามแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นเส้นแรงแม่เหล็ก 1.5 เวเบอร์ต่อตารางเมตร ด้วยอัตราความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที จงคำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

- 1500 โวลต์
- 15 โวลต์
- 1.5 โวลต์
- 150 โวลต์

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(ทดสอบหลังเรียน)

วิชา เครื่องกลไฟฟ้า (31202103) เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ข้อมูล

- จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก
- ค่าความเชื่อมั่น
- คะแนนของนักศึกษาจากการทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง
- การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง
- คะแนนของนักศึกษาจากการทดลองขั้นทดสอบกลุ่มย่อย
- การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นทดสอบกลุ่มย่อย
- คะแนนของกลุ่มทดลองที่ 1 จากการทดลองขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ
- การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ
- คะแนนจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของกลุ่มทดลองที่ 2
- คะแนนจากการเรียนด้วยวิธีสอนปกติของกลุ่มควบคุม
- การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ๑ 1 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและระดับการวัดผล พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับการวัด						จำนวนข้อ	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
1. คุณสมบัติของแม่เหล็ก	1.1 อธิบายลักษณะของขั้วแม่เหล็กได้	-	1	-	-	-	-	3	10.00
	1.2 อธิบายลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กได้	-	1	-	-	-	-		
	1.3 อธิบายการดูดกันและการผลักกันของแม่เหล็กได้	-	1	-	-	-	-		
2. ลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็ก	2.1 อธิบายลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้	-	1	-	-	-	-	4	13.33
	2.2 บอกความหมายของลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้	1	-	-	-	-	-		
	2.3 บอกสูตรในการคำนวณหาค่าลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้	1	-	-	-	-	-		
	2.4 คำนวณหาค่าลักษณะสมบัติต่างๆของแม่เหล็กได้	-	-	-	1	-	-		
3. ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก	3.1 บอกชนิดของแม่เหล็กได้	1	-	-	-	-	-	4	13.33
	3.2 จำแนกชนิดของแม่เหล็กได้	-	-	-	1	-	-		
	3.3 บอกความหมายของแม่เหล็กแต่ละชนิดได้	1	-	-	-	-	-		
	3.4 อธิบายลักษณะของสารแม่เหล็กได้	-	1	-	-	-	-		
4. วงจรแม่เหล็ก	4.1 บอกส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็กได้	1	-	-	-	-	-	4	13.33
	4.2 บอกแบบของวงจรแม่เหล็กได้	1	-	-	-	-	-		
	4.3 เปรียบเทียบวงจรแม่เหล็กและวงจรไฟฟ้าได้	-	-	-	1	-	-		
	4.4 จำแนกแบบของวงจรแม่เหล็กแต่ละแบบได้	-	-	-	1	-	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๑ 1 (ต่อ)

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับการวัด						จำนวนข้อ	น้ำหนัก (ร้อยละ)
		ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า		
5.แม่เหล็กไฟฟ้า	5.1 บอกความหมายของแม่เหล็กไฟฟ้าได้	1	-	-	-	-	-	8	26.67
	5.2 บอกทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นรอบขั้วนำได้	1	-	-	-	-	-		
	5.3 อธิบายกฎมือขวาสำหรับขั้วนำได้	-	1	-	-	-	-		
	5.4 นำกฎมือขวาสำหรับขั้วนำไปใช้งานได้	-	-	1	-	-	-		
	5.5 อธิบายกฎของแมกซ์เวลล์ได้	-	1	-	-	-	-		
	5.6 อธิบายการมีผลกระทบกระทั้ต่อกันของสนามแม่เหล็กได้	-	1	-	-	-	-		
	5.7 อธิบายกฎมือขวาสำหรับขดลวดได้	-	1	-	-	-	-		
	5.8 นำกฎมือขวาสำหรับขดลวดไปใช้งานได้	-	-	1	-	-	-		
6.การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	6.1 อธิบายกฎของฟาราเดย์ได้	-	1	-	-	-	-	7	23.33
	6.2 อธิบายกฎของเลนซ์ได้	-	1	-	-	-	-		
	6.3 อธิบายกฎของเฟลมมิงได้	-	1	-	-	-	-		
	6.4 นำกฎของเฟลมมิงไปใช้งานได้	-	-	1	-	-	-		
	6.5 อธิบายการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้	-	-	2	-	-	-		
	6.6 คำนวณหแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขั้วนำได้	-	-	-	1	-	-		

จากตารางที่ ๑ 1 เป็นผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างจำนวนข้อสอบ ในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์ โดยสรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ดังนี้

- | | | |
|---------------------|-------|--------|
| 1. วัดความรู้ความจำ | จำนวน | 8 ข้อ |
| 2. วัดความเข้าใจ | จำนวน | 14 ข้อ |
| 3. การนำไปใช้ | จำนวน | 3 ข้อ |
| 4. การวิเคราะห์ | จำนวน | 5 ข้อ |

จากผลการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะเน้นวัดความเข้าใจ มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 46.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ โดยแบ่งตามหัวข้อ
เนื้อหาแล้ว ได้จำนวนข้อสอบดังนี้

- | | |
|---|-------------|
| 1. หัวข้อ คุณสมบัติของแม่เหล็ก | จำนวน 3 ข้อ |
| 2. หัวข้อ ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก | จำนวน 4 ข้อ |
| 3. หัวข้อ ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก | จำนวน 4 ข้อ |
| 4. หัวข้อ วงจรแม่เหล็ก | จำนวน 4 ข้อ |
| 5. หัวข้อ แม่เหล็กไฟฟ้า | จำนวน 8 ข้อ |
| 6. หัวข้อ การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ | จำนวน 7 ข้อ |

จำนวนข้อสอบในแต่ละหัวข้อเนื้อหา จะครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อนั้นๆ โดย
หัวข้อแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีจำนวนข้อสอบมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 26.67



ตารางที่ ๒ แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (หลักสูตร ปวช.) สาขางานช่างเครื่องมือวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม แผนกวิชาการวัดและควบคุมในอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ปีการศึกษา 2542 จำนวน 40 คน ที่เคยเรียนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า (31202103)

ข้อที่	กลุ่มเก่งตอบ (Ru)	กลุ่มอ่อนตอบ (Rl)	จำนวนผู้ตอบถูก (R)	ค่าความยากง่าย $P = \frac{R}{N}$	ค่าอำนาจจำแนก $r = \frac{Ru - Rl}{N/2}$
1	19	11	30	0.75	0.40
2	19	13	32	0.80	0.30
3	19	13	32	0.80	0.30
4	15	10	25	0.63	0.25
5	17	11	28	0.70	0.30
6	16	10	26	0.65	0.30
7	16	6	22	0.55	0.30
8	19	13	32	0.80	0.30
9	15	9	24	0.60	0.30
10	18	14	32	0.80	0.20
11	20	12	32	0.80	0.40
12	17	11	28	0.70	0.30
13	16	11	27	0.68	0.25
14	19	13	32	0.80	0.30
15	18	14	32	0.80	0.20
16	18	11	29	0.73	0.35
17	16	12	28	0.70	0.20
18	18	8	26	0.65	0.50
19	12	1	13	0.33	0.55
20	12	7	19	0.48	0.25
21	15	11	26	0.65	0.20
22	16	12	28	0.70	0.20
23	18	12	30	0.75	0.30
24	15	10	25	0.63	0.25
25	15	5	20	0.50	0.50
26	10	6	16	0.40	0.20
27	19	13	32	0.80	0.30
28	17	13	30	0.75	0.20
29	13	9	22	0.55	0.20
30	11	4	15	0.38	0.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ $r_{ii} = 0.7931$

คนที่	ข้อที่																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	
5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
9	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1
10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
12	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
13	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
14	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0
15	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
16	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
17	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
18	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
19	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
20	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
รวม (Ru)	19	19	19	15	17	16	16	19	15	18	20	17	16	19	18	18	16	18	12	12	15	16	18	15	15	10	19	17	13	11

* 0 หมายถึง ตอบผิด 1 หมายถึง ตอบถูก

** กลุ่มเก่ง หมายถึง นักศึกษาที่ทำคะแนนได้สูงจากข้อสอบ 50 ข้อ จำนวน 20 คน

ตารางที่ 4 แสดงคะแนนของข้อสอบแต่ละข้อที่ผู้เรียนกลุ่มอ่อนเลือกตอบ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร KR 20 ที่คำนวณโดยโปรแกรม SPSS
ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้ $r_{ii} = 0.7931$

คนที่	ข้อที่																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
21	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0		
22	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	
23	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0		
24	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0		
25	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	
26	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	
27	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	
28	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
29	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	
30	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	
31	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	
32	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	
33	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
34	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
35	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
36	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	
37	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	
38	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	
39	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	
40	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
รวม (R1)	11	13	13	10	11	10	6	13	9	14	12	11	11	13	14	11	12	8	1	7	11	12	12	10	5	6	13	13	9	4		
รวมทั้งหมด (R)	30	32	32	25	28	26	22	32	24	32	32	28	27	32	32	29	28	26	13	19	26	28	30	25	20	16	32	30	22	15		

** กลุ่มอ่อน หมายถึง นักศึกษาที่ทำคะแนนได้ต่ำจากข้อสอบ 50 ข้อ จำนวน 20 คน

ผลที่ได้จากโปรแกรม SPSS

Reliability

***** Method 1 (space saver) will be used for this analysis *****

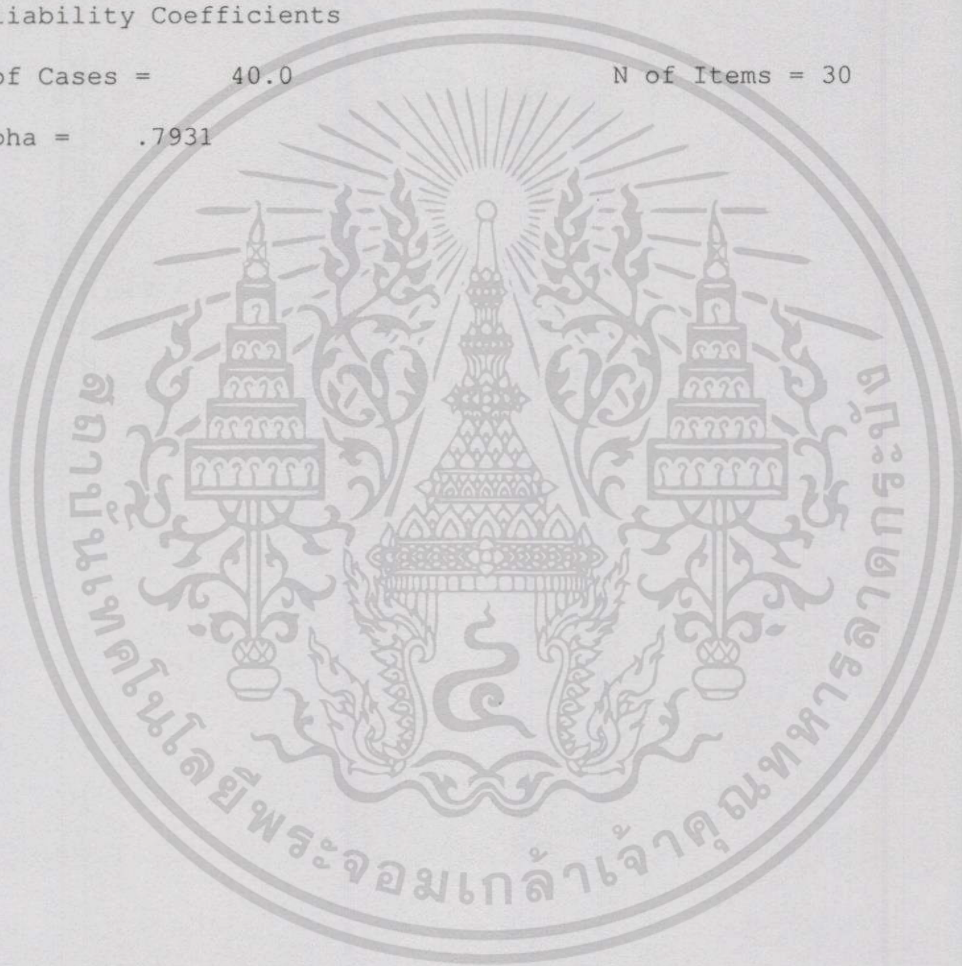
RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)

Reliability Coefficients

N of Cases = 40.0

N of Items = 30

Alpha = .7931



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 5 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบ
 ชั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	ชั้น/ช่วง	เรื่องที่ 1 (3)	เรื่องที่ 2 (4)	เรื่องที่ 3 (4)	เรื่องที่ 4 (4)	เรื่องที่ 5 (8)	เรื่องที่ 6 (7)	รวม (30)	รวม %	Posttest (30)	Posttest %
1	(กลุ่มเก่ง) ปวศ.1/2 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	6	5	25	83.33	25	83.33
2	(กลุ่มปานกลาง) ปวศ.1/4 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	2	2	3	4	5	6	22	73.33	21	70.00
3	(กลุ่มอ่อน) ปวศ.1/3 ช่วงไฟฟ้ากำลัง	2	2	3	3	6	5	21	70.00	20	66.67
รวม		7	7	10	11	17	16	68	226.67	66	220.00
เฉลี่ย		2.33	2.33	3.33	3.67	5.67	5.33	22.67	75.56	22.00	73.33

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด = 3 คน

ΣX = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 68 คะแนน

ΣF = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน = 66 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 30 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 30 คะแนน

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{68}{3} = 22.67 \quad \text{คะแนน}$$

$$\bar{F} = \frac{\Sigma F}{N} = \frac{66}{3} = 22.00 \quad \text{คะแนน}$$

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

$$= \frac{22.67}{30} \times 100$$

$$= 75.56$$

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

$$= \frac{22.00}{30} \times 100$$

$$= 73.33$$

ได้ $E_1 = 75.56$ และ $E_2 = 73.33$

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 6 คะแนนที่ได้จากการการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบขั้นทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	ชั้น/ช่วง	เรื่องที่ 1 (3)	เรื่องที่ 2 (4)	เรื่องที่ 3 (4)	เรื่องที่ 4 (4)	เรื่องที่ 5 (8)	เรื่องที่ 6 (7)	รวม (30)	รวม %	Posttest (30)	Posttest %
	(กลุ่มเก่ง)										
1	ปวส.1/2 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	6	6	26	86.67	25	83.33
2	ปวส.1/4 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	6	7	27	90.00	25	83.33
3	ปวส.1/3 ช่วงไฟฟ้ากำลัง	3	4	4	4	7	5	27	90.00	26	86.67
	(กลุ่มปานกลาง)										
4	ปวส.1/2 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	3	3	3	4	6	5	24	80.00	24	80.00
5	ปวส.1/4 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	6	5	25	83.33	23	76.67
6	ปวส.1/3 ช่วงไฟฟ้ากำลัง	3	2	3	3	5	7	25	76.67	24	80.00
	(กลุ่มอ่อน)										
7	ปวส.1/2 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	3	2	3	3	5	5	21	70.00	21	70.00
8	ปวส.1/4 ช่วงอิเล็กทรอนิกส์	2	3	3	3	5	5	21	70.00	20	66.67
9	ปวส.1/3 ช่วงไฟฟ้ากำลัง	2	2	3	4	5	4	20	66.67	20	66.67
	รวม	25	25	31	33	51	49	214	713.33	208	693.33
	เฉลี่ย	2.78	2.78	3.44	3.67	5.67	5.44	23.78	79.27	23.11	77.03

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นตอนสอบกลุ่มย่อย

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด = 9 คน

ΣX = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 214 คะแนน

ΣF = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน = 208 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 30 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 30 คะแนน

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{214}{9} = 23.78 \quad \text{คะแนน}$$

$$\bar{F} = \frac{\Sigma F}{N} = \frac{208}{9} = 23.11 \quad \text{คะแนน}$$

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

$$= \frac{23.78}{30} \times 100$$

$$= 79.27$$

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

$$= \frac{23.11}{30} \times 100$$

$$= 77.03$$

ได้ $E_1 = 79.27$ และ $E_2 = 77.03$

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 7 คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบ
ขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลองที่ 1

คนที่	ชั้น/ช่าง	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	รวม	รวม	Posttest	Posttest
		(3)	(4)	(4)	(4)	(8)	(7)	(30)	%	(30)	%
1	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	2	4	3	5	5	22	73.33	21	70.00
2	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	7	7	29	96.67	28	93.33
3	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	2	3	3	6	5	21	70.00	20	66.67
4	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	7	6	28	93.33	27	90.00
5	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	2	3	3	6	6	22	73.33	22	73.33
6	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	8	6	29	96.67	29	96.67
7	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	3	4	7	5	25	83.33	24	80.00
8	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	3	7	6	26	86.67	27	90.00
9	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	3	6	6	25	83.33	23	76.67
10	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	7	5	27	90.00	26	86.67
11	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	7	5	26	86.67	25	83.33
12	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	6	6	26	86.67	26	86.67
13	ปวส.1/2 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	6	6	27	90.00	26	86.67
14	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	7	5	26	86.67	25	83.33
15	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	3	3	7	6	25	83.33	25	83.33

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

คนที่	ชั้น/ช่าง	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	รวม	รวม	Posttest	Posttest
		(3)	(4)	(4)	(4)	(8)	(7)	(30)	%	(30)	%
16	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	2	4	3	5	5	21	70.00	20	66.67
17	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	7	5	27	90.00	28	93.33
18	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	2	2	3	3	5	5	20	66.67	21	70.00
19	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	8	6	29	96.67	27	90.00
20	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	3	3	6	6	24	80.00	23	76.67
21	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	4	4	4	7	6	28	93.33	27	90.00
22	ปวส.1/4 ช่างอิเล็กทรอนิกส์	3	3	4	4	6	5	25	83.33	25	83.33
23	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	3	3	3	7	6	25	83.33	26	86.67
24	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	3	3	4	7	5	25	83.33	24	80.00
25	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	3	4	3	6	7	26	86.67	25	83.33
26	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	4	4	3	6	4	24	80.00	25	83.33
27	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	4	4	4	7	6	28	93.33	26	86.67
28	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	3	4	4	7	5	26	86.67	24	80.00
29	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	4	4	4	8	5	28	93.33	27	90.00
30	ปวส.1/3 ช่างไฟฟ้ากำลัง	3	4	4	4	6	6	27	90.00	26	86.67
รวม		86	97	112	108	197	167	767	2556.67	748	2493.33
เฉลี่ย		2.87	3.23	3.73	3.60	6.57	5.57	25.57	85.23	24.93	83.10

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
แบบขั้นทดสอบภาคเชิงปฏิบัติการ กับกลุ่มทดลองที่ 1

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด = 30 คน

ΣX = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 767 คะแนน

ΣF = คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน = 74 คะแนน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน = 30 คะแนน

B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน = 30 คะแนน

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} = \frac{767}{30} = 25.57 \text{ คะแนน}$$

$$\bar{F} = \frac{\Sigma F}{N} = \frac{74}{30} = 24.93 \text{ คะแนน}$$

แทนค่าในสูตร

$$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

$$= \frac{25.57}{30} \times 100$$

$$= 85.23$$

แทนค่าในสูตร

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

$$= \frac{24.93}{30} \times 100$$

$$= 83.10$$

ได้ $E_1 = 85.23$ และ $E_2 = 83.10$

ผลการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 8 คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของกลุ่มทดลองที่ 2

คนที่	นักศึกษาแผนกวิชาการวัดและ ควบคุมในอุตสาหกรรม ชั้น / จบการศึกษามาจากหลักสูตร	Pretest (30)	Pretest %	เรื่องที่ 1 (3)	เรื่องที่ 2 (4)	เรื่องที่ 3 (4)	เรื่องที่ 4 (4)	เรื่องที่ 5 (8)	เรื่องที่ 6 (7)	รวม (30)	รวม %	Posttest (30)	Posttest %
1	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	9	30.00	3	4	4	4	7	5	27	90.00	25	83.33
2	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	8	26.67	3	3	4	4	7	6	27	90.00	25	83.33
3	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	12	40.00	3	3	3	4	8	5	26	86.67	24	80.00
4	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	16	53.33	3	4	4	4	7	6	28	93.33	27	90.00
5	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	14	46.67	3	3	3	3	7	5	24	80.00	25	83.33
6	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	15	50.00	3	4	4	4	6	6	27	90.00	29	96.67
7	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	12	40.00	3	3	3	4	5	6	24	80.00	25	83.33
8	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	14	46.67	3	4	4	4	7	5	27	90.00	27	90.00
9	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	11	36.67	3	4	4	4	6	7	28	93.33	27	90.00
10	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	12	40.00	3	4	4	4	6	5	26	86.67	25	83.33
11	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	12	40.00	3	3	3	4	8	5	26	86.67	27	90.00
12	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	8	26.67	3	3	3	4	6	5	24	80.00	23	76.67
13	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	11	36.67	3	3	4	3	7	4	24	80.00	24	80.00
14	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	9	30.00	3	4	3	4	7	6	27	90.00	26	86.67
15	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	12	40.00	3	3	3	4	6	6	25	83.33	24	80.00

ตารางที่ 8 (ต่อ)

คนที่	นักศึกษาแผนกวิชาการวัดและ ควบคุมในอุตสาหกรรม ชั้น / จบการศึกษาจากหลักสูตร	Pretest (30)	Pretest %	เรื่องที่ 1 (3)	เรื่องที่ 2 (4)	เรื่องที่ 3 (4)	เรื่องที่ 4 (4)	เรื่องที่ 5 (8)	เรื่องที่ 6 (7)	รวม (30)	รวม %	Posttest (30)	Posttest %
16	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	12	40.00	3	4	4	4	6	6	27	90.00	26	86.67
17	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	12	40.00	3	4	4	4	6	5	26	86.67	24	80.00
18	ปวส.3/3 (ม.6)	16	53.33	3	4	4	4	6	6	27	90.00	28	93.33
19	ปวส.3/3 (ม.6)	10	33.33	2	2	3	4	6	5	22	73.33	23	76.67
20	ปวส.3/3 (ม.6)	10	33.33	2	1	3	3	6	6	21	70.00	22	73.33
21	ปวส.3/3 (ม.6)	11	36.67	3	3	4	4	6	5	25	83.33	24	80.00
22	ปวส.3/3 (ม.6)	14	46.67	3	3	4	4	6	6	26	86.67	25	83.33
23	ปวส.3/4 (ม.6)	7	23.33	3	3	3	4	5	6	24	80.00	23	76.67
24	ปวส.3/4 (ม.6)	14	46.67	3	4	4	4	7	6	28	93.33	27	90.00
25	ปวส.3/4 (ม.6)	14	46.67	3	4	4	4	6	6	27	90.00	28	93.33
26	ปวส.3/4 (ม.6)	12	40.00	2	2	3	3	8	5	23	76.67	23	76.67
27	ปวส.3/4 (ม.6)	12	40.00	3	4	4	4	5	7	27	90.00	25	83.33
28	ปวส.3/4 (ม.6)	16	53.33	3	4	4	4	7	6	28	93.33	29	96.67
29	ปวส.3/4 (ม.6)	12	40.00	3	4	4	4	6	6	27	90.00	26	86.67
30	ปวส.3/4 (ม.6)	13	43.33	3	3	4	4	6	5	25	83.33	23	76.67
	รวม	360	1200.00	87	101	109	116	192	168	773	2576.67	759	2530.00
	เฉลี่ย	12.00	40.00	2.90	3.37	3.63	3.87	6.40	5.60	25.77	85.88	25.30	84.33

ผลการเรียนจากการสอนปกติ เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ ๙ คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของกลุ่มควบคุม

คนที่	นักศึกษาแผนกวิชาการวัดและ ควบคุมในอุตสาหกรรม ชั้น / จบการศึกษามาจากหลักสูตร	Pretest	Pretest	เรื่องที่ 1	เรื่องที่ 2	เรื่องที่ 3	เรื่องที่ 4	เรื่องที่ 5	เรื่องที่ 6	รวม	รวม	Posttest	Posttest
		(30)	%	(3)	(4)	(4)	(4)	(8)	(7)	(30)	%	(30)	%
1	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	12	40.00	3	4	4	4	6	6	27	90.00	26	86.67
2	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	16	53.33	3	3	4	4	7	6	27	90.00	25	83.33
3	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	14	46.67	3	4	4	4	6	6	27	90.00	26	86.67
4	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	13	43.33	3	3	4	4	6	6	26	86.67	25	83.33
5	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	12	40.00	3	3	4	4	5	5	24	80.00	25	83.33
6	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	11	36.67	3	3	3	4	7	4	24	80.00	23	76.67
7	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	15	50.00	3	3	4	4	7	7	28	93.33	27	90.00
8	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	13	43.33	3	4	4	4	6	5	26	86.67	25	83.33
9	ปวส.1/1 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	10	33.33	2	2	3	3	6	5	21	70.00	22	73.33
10	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	9	30.00	2	3	3	3	6	4	21	70.00	20	66.67
11	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	14	46.67	3	4	4	4	6	5	26	86.67	25	83.33
12	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	11	36.67	3	3	4	4	6	5	25	83.33	26	86.67
13	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาอิเล็กทรอนิกส์)	12	40.00	3	3	4	4	7	5	26	86.67	24	80.00
14	ปวส.1/2 (ปวช.สาขาไฟฟ้ากำลัง)	12	40.00	3	3	3	4	7	5	25	83.33	24	80.00
15	ปวส.3/3 (ม.6)	12	40.00	3	2	3	4	6	6	24	80.00	22	73.33

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คนที่	นักศึกษาแผนกวิชาการวัดและ ควบคุมในอุตสาหกรรม ชั้น / จบการศึกษามาจากหลักสูตร	Pretest (30)	Pretest %	เรื่องที่ 1 (3)	เรื่องที่ 2 (4)	เรื่องที่ 3 (4)	เรื่องที่ 4 (4)	เรื่องที่ 5 (8)	เรื่องที่ 6 (7)	รวม (30)	รวม %	Posttest (30)	Posttest %
16	ปวส.3/3 (ม.6)	13	43.33	3	3	4	4	7	6	27	90.00	26	86.67
17	ปวส.3/3 (ม.6)	14	46.67	3	3	4	4	6	4	24	80.00	25	83.33
18	ปวส.3/3 (ม.6)	12	40.00	2	3	4	3	6	7	25	83.33	23	76.67
19	ปวส.3/3 (ม.6)	14	46.67	3	3	3	4	5	6	24	80.00	25	83.33
20	ปวส.3/3 (ม.6)	12	40.00	3	3	4	4	4	5	23	76.67	22	73.33
21	ปวส.3/3 (ม.6)	11	36.67	2	3	2	3	5	6	21	70.00	23	76.67
22	ปวส.3/3 (ม.6)	13	43.33	3	4	4	4	6	5	26	86.67	24	80.00
23	ปวส.3/3 (ม.6)	12	40.00	3	3	3	4	5	5	23	76.67	23	76.67
24	ปวส.3/4 (ม.6)	14	46.67	3	3	4	3	6	5	24	80.00	25	83.33
25	ปวส.3/4 (ม.6)	12	40.00	3	4	4	4	6	5	26	86.67	26	86.67
26	ปวส.3/4 (ม.6)	12	40.00	3	3	4	4	5	6	25	83.33	25	83.33
27	ปวส.3/4 (ม.6)	15	50.00	3	4	4	4	6	6	27	90.00	28	93.33
28	ปวส.3/4 (ม.6)	8	26.67	2	3	3	4	4	6	22	73.33	23	76.67
29	ปวส.3/4 (ม.6)	7	23.33	2	2	2	3	5	6	21	70.00	19	63.33
30	ปวส.3/4 (ม.6)	10	33.33	3	3	4	3	7	5	25	83.33	24	80.00
	รวม	365	1216.67	84	94	109	113	177	163	740	2466.67	726	2420.00
	เฉลี่ย	12.17	40.55	2.80	3.13	3.63	3.77	5.90	5.43	24.67	82.22	24.20	80.67

การคำนวณเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม

จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่เรียนจากการสอนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตั้งสมมติฐานทางสถิติ H_0 และ H_1

$$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่

μ_1 คือ กลุ่มทดลองที่ 2

μ_2 คือ กลุ่มควบคุม

H_0 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 ต่ำกว่าหรือเท่ากับกลุ่มควบคุม

H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม

กำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = .05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ $(1 - \alpha) \cdot 100\% = 95\%$

คำนวณหาค่า t (Independent Sample t-test)

ผู้วิจัยได้พิจารณาจากกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($N \leq 30$) และกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม มีจำนวนเท่ากับ 30 คน เท่ากัน จึงสามารถตั้งข้อตกลงได้ว่า ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองที่ 2 และของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) จึงสามารถใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance ได้เลย โดยไม่ต้องหาค่าความแปรปรวน เพื่อเลือกใช้สูตร t-test ดังนั้นการคำนวณหาค่า t จึงใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการคำนวณค่า t ผู้วิจัยได้ทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS 9.05 เป็นโปรแกรมที่นักวิจัยใช้คำนวณค่าสถิติ ในการคำนวณค่า t โดยการใช้โปรแกรม SPSS จะทำการตรวจสอบความแปรปรวนของคะแนนก่อนเพื่อที่จะเลือกใช้สูตรใด ซึ่งตรงกันกับวิธีการเลือกใช้สูตรค่า t ดังกล่าว และผลที่ได้จากโปรแกรม SPSS ให้ผลเท่ากับการคำนวณโดยการแทนค่าลงในสูตร ผลการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มควบคุม แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS ในการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม

T-Test

Group Statistics				
Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
SCORE TEST 2	30	25.30	1.90	.35
CONTROL	30	24.20	1.95	.36

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				95% Confidence Interval of the Difference		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
SCORE	Equal variances assumed	.019	.890	2.212	58	.031	1.10	.50	.10	2.10
	Equal variances not assumed			2.212	57.947	.031	1.10	.50	.10	2.10

จากตารางที่ 10 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม SPSS ในการคำนวณเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม ข้อมูลที่ได้มีสองส่วนคือส่วนที่เป็นผลของการคำนวณค่าสถิติทั่วไป (Group Statistics) และส่วนที่เป็นผลการคำนวณค่า t ในส่วนของ Independent Samples t-test สามารถแสดงผลลัพธ์ต่างๆ ในตารางได้ดังนี้

ค่าสถิติทั่วไป (Group Statistics)

N หมายถึง จำนวนข้อมูล โดยมีกลุ่มทดลองที่ 2 (TEST 2) จำนวน 30 คน และกลุ่มควบคุม (CONTROL) จำนวน 30 คน

Mean หมายถึง ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบของกลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 25.30 และค่าเฉลี่ยคะแนนสอบของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 24.20

Std. Deviation หมายถึง คะแนนสอบเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 1.90 และคะแนนสอบเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 1.95

Std. Error Mean หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของกลุ่มทดลองที่ 2 เท่ากับ 0.35 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ของกลุ่มควบคุมเท่ากับ 0.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแปลความหมายผลลัพธ์

การแปลความหมายผลลัพธ์จากตารางที่ ๑๐ ที่คำนวณได้จากโปรแกรม SPSS โดยดูผลลัพธ์จากในส่วนของ Independent Samples t-test ซึ่งเป็นการทดสอบการเท่ากันของความแปรปรวนของกลุ่มทั้งสอง โดยวิธี Levene ' Test for Equality of Variances จะเห็นว่าค่า $F = .019$ ค่า Sig เท่ากับ $.089$ ซึ่งมากกว่าระดับความมีนัยสำคัญ ($\alpha = .05$) นั่นคือความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มนั้นเท่ากัน

เมื่อเราพบว่าความแปรปรวนของทั้งสองกลุ่มนั้นเท่ากัน ดังนั้นจึงดูผลในบรรทัด Equal variance assumed ในการสรุปผล จะเห็นว่าค่า $t = 2.212$ ค่า t นี้คำนวณโดยสูตร t-test ชนิด Pooled Variance ถ้าพิจารณาที่ค่า Sig (one-tail) จากการเปิดตารางเท่ากับ 1.6723 ซึ่งค่า t ที่ได้จากการคำนวณ มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ ($\alpha = .05$) จึงสรุปได้ว่า ค่า t ที่โปรแกรม SPSS คำนวณได้นี้ตั้งอยู่ในเขตวิกฤต (เขตปฏิเสธ H_0) ต้องยอมรับ H_1 คือ $\mu_1 > \mu_2$ ดังนั้นจึงหมายความว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม

โดยผลลัพธ์จากตารางที่ ๑๐ ที่คำนวณได้จากโปรแกรม SPSS สามารถนำมาวิเคราะห์ โดยการ Plot Curve ได้ดังรูปที่ ๑



รูปที่ ๑ แสดงค่า t ที่คำนวณได้ อยู่ในเขตวิกฤต

จากรูปที่ ๑ สามารถสรุปได้ว่าเป็นการทดสอบแบบ One-tailed test โดยเขตวิกฤตมีเพียงส่วนเดียว (เท่ากับ $\alpha = .05$) และอยู่ทางขวา ซึ่งพิจารณาในแง่ความแตกต่างมากกว่าหรือน้อยกว่าเพียงอย่างเดียว ผลจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม SPSS ได้ค่า $t = 2.212$ และจากการเปิดตารางที่ $t_{.05, 58}$ ($\alpha = .05, df = 58$) ได้ $t = 1.6723$ ดังนั้นค่า t ที่คำนวณ มีค่ามากกว่า t จากตาราง จึงปฏิเสธ $H_0: \mu_1 \leq \mu_2$ ยอมรับ $H_1: \mu_1 > \mu_2$ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $.05$

จากผลดังกล่าวสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนจากการสอนปกติ ในเนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ภาคผนวก ช

คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คู่มือ การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic and Electromagnetic)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic and Electromagnetic) ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น บรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม (CD ROM) จำนวน 1 แผ่น ประกอบด้วยไฟล์โปรแกรมต่างๆ ดังรายละเอียดในตารางที่ ข 1

ตารางที่ ข 1 แสดงรายละเอียดไฟล์ต่างๆ ในแผ่นซีดีรอม (CD ROM)

ลำดับที่	ชื่อไฟล์	ลักษณะ โปรแกรม
1	Title_Magnet.EXE	โปรแกรมหลัก ใช้ในการนำเข้าสู่บทเรียน
2	Input_Data.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอส่วนรับข้อมูลผู้เรียน
3	Menu.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอส่วนเมนูบทเรียน
4	Objective.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
5	Pretest.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในส่วนการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
6	Property.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องคุณสมบัติของแม่เหล็ก
7	Character.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก
8	Kind.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก
9	Circuit_Magnet.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องวงจรแม่เหล็ก
10	ElectroMag.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้า
11	Induce_Voltage.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
12	Posttest.A4R	โปรแกรมย่อย ใช้ในส่วนการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ยังประกอบด้วยไฟล์ข้อมูลที่เป็นต่างๆ ซึ่งโปรแกรมต้องเรียกใช้ต่างๆ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ ข 2

ตารางที่ ข 2 แสดงรายละเอียดโฟลเดอร์ย่อย (Sub folder) ต่างๆ ในแผ่นซีดีรอม (CD ROM)

ลำดับที่	ชื่อไฟล์	ลักษณะโปรแกรม
1	\AVI_Magnet\	เก็บไฟล์ภาพเคลื่อนไหวต่างๆ ที่โปรแกรมจำเป็นต้องเรียกใช้
2	\Sound_Recorder\	เก็บไฟล์เสียง (Wave File) ต่างๆ ที่โปรแกรมต้องเรียกใช้
3	\My Document\	เก็บไฟล์ภาพเคลื่อนไหวและไฟล์รูปภาพ
4	\Xtras\	เก็บไฟล์ข้อมูลที่โปรแกรมประยุกต์ (.EXE ,.A4R) ต่างๆ ที่สร้างจากโปรแกรม Macromedia Authorware ต้องการเรียกใช้

การเรียกใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

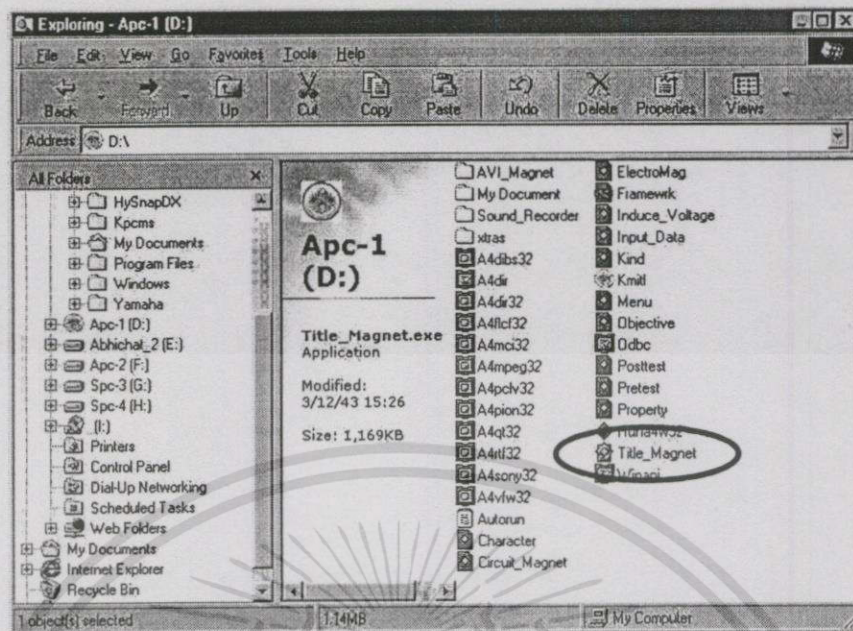
โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในแผ่นซีดีรอม ที่เป็นแบบ Autorun ซึ่งหมายความว่าเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เปิดอยู่ แล้วใส่แผ่นซีดีรอมแผ่นนี้ลงในเครื่องอ่านซีดีรอม โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะถูกเรียกขึ้นมาเองโดยอัตโนมัติ จากนั้นสักครู่จึงจะเข้าสู่ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ ข 1



ขอต้อนรับท่านผู้

รูปที่ ข 1 แสดงส่วนการนำเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หากใส่แผ่นซีดีรอม โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแผ่นนี้ ลงในคอมพิวเตอร์แล้ว โปรแกรมยังไม่ถูกเรียกขึ้นมา สาเหตุอาจมาจากคอมพิวเตอร์เครื่องนั้น ถูกยกเลิกการทำ Autorun ดังนั้นให้เปิดดูรายชื่อไฟล์ต่างๆ ในแผ่นซีดีรอมแผ่นนี้ ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ ข 2 แล้วหาไฟล์ Title_Magnet.EXE เมื่อพบไฟล์ดังกล่าว ให้ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์นี้ หลังจากนั้นรอสักครู่ (ช้าหรือเร็วขึ้นกับความเร็วในการอ่านของเครื่องอ่านซีดีรอม)



รูปที่ ๒ แสดงไฟล์ Title_Magnet.EXE ในแผ่นซีดีรอม

หลังจากนั้นที่ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Title_Magnet.EXE แล้วโปรแกรมจะถูกเรียกขึ้นมา สังเกตที่ Taskbar จะต้องปรากฏเป็นไอคอนของ Authorware ดังรูปที่ ๓



รูปที่ ๓ แสดง Taskbar ขณะโปรแกรมกำลังถูกเรียกขึ้นมา

จากนั้นจะเข้าสู่ส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน ดังรูปที่ ๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอต้อนรับท่านสุ

รูปที่ ข 4 แสดงส่วนการนำเข้าสู่บทเรียน

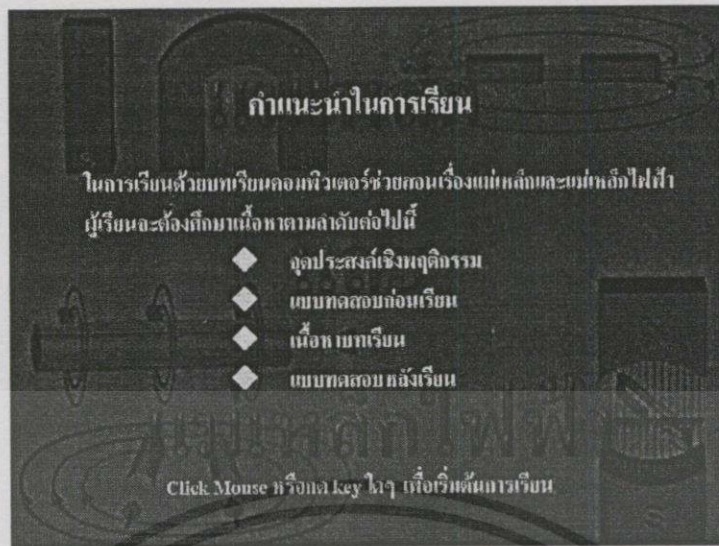
ในส่วนของการนำเข้าสู่บทเรียน ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวประกอบเสียง จะใช้เวลาในการนำเสนอประมาณ 1 นาที โปรแกรมจะเข้าสู่ส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน ในกรอบนี้จะเป็นการกรอกข้อมูลต่างๆ สำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย ชื่อและนามสกุล หลังจากกรอกข้อมูลดังกล่าวแล้ว ถ้าหากผู้เรียนกรอกข้อมูลผิด สามารถกรอกใหม่ได้ โดยคลิกปุ่ม **Cancel** แต่ถ้าผู้เรียนกรอกข้อมูลถูกต้องแล้ว ก็คลิกปุ่ม **Ok** โปรแกรมจะมีข้อความ ยินดีต้อนรับผู้เรียน เข้าสู่บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหน้าจอด้านล่างของส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน ขั้นตอนการกรอกข้อมูลทั้งหมด จะมีหน้าจอเล็กๆ คอยบอกขั้นตอนในการกรอกข้อมูลให้ผู้เรียนทราบตลอดเวลา ดังแสดงในรูปที่ ข 5



รูปที่ ข 5 แสดงส่วนรับข้อมูลของผู้เรียน

หลังจากนั้น โปรแกรมจะเข้าสู่กรอบคำแนะนำในการเรียน ซึ่งจะเป็นส่วนที่จะแนะนำผู้เรียนถึงขั้นตอนในการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ ข 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ ๖ แสดงกรอบคำแนะนำในการเรียน

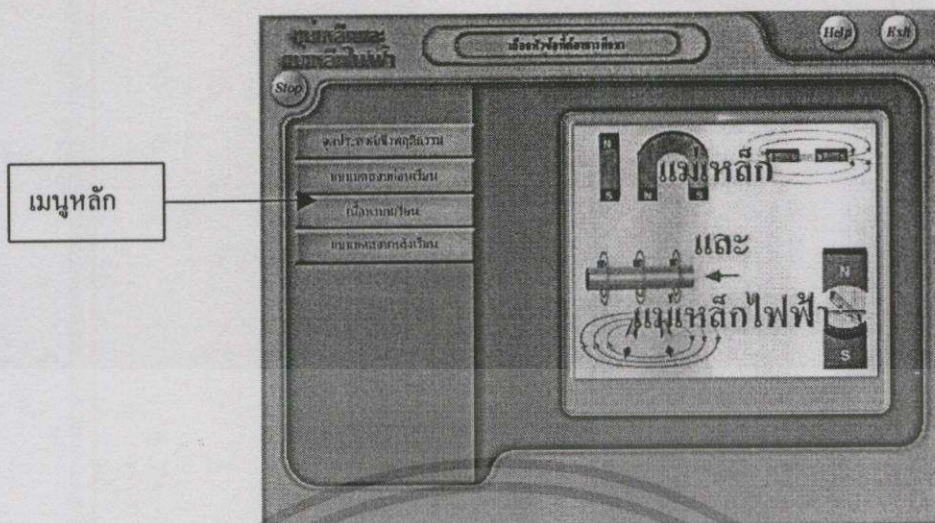
ต่อจากนั้น โปรแกรมจะเข้าสู่ส่วนของเมนูบทเรียน ดังรูปที่ ๗



รูปที่ ๗ แสดงเมนูบทเรียน

ในตอนแรกนั้น หน้าจอยังไม่มีเมนูบทเรียนให้เห็น ผู้เรียนต้องกดปุ่ม  ก่อน แล้วเมนูจะเลื่อนมาจากด้านข้าง ให้เห็นดังรูปที่ ๘

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

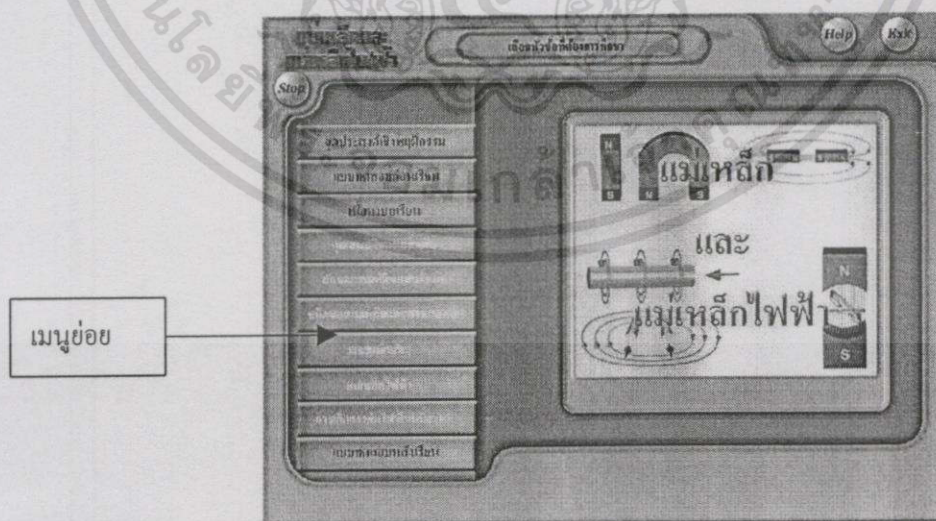


รูปที่ ๘ แสดงเมนูหลักของบทเรียน

ในกรอบเมนูหลักนี้ จะมีเมนูหลักต่างๆ ให้เลือกดังนี้

1. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. แบบทดสอบก่อนเรียน
3. เนื้อหาบทเรียน
4. แบบทดสอบหลังเรียน

และในเมนูหลักเนื้อหาบทเรียน จะมีเมนูย่อยซ่อนอยู่ ผู้เรียนสามารถคลิกที่เมนูหลักเนื้อหาบทเรียน จะมีเมนูย่อยออกมาให้เห็น ดังแสดงในรูปที่ ๙



รูปที่ ๙ แสดงเมนูหลักและเมนูย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในเมนูหลักเนื้อหาบทเรียน จะมีเมนูย่อยต่างๆ ดังนี้

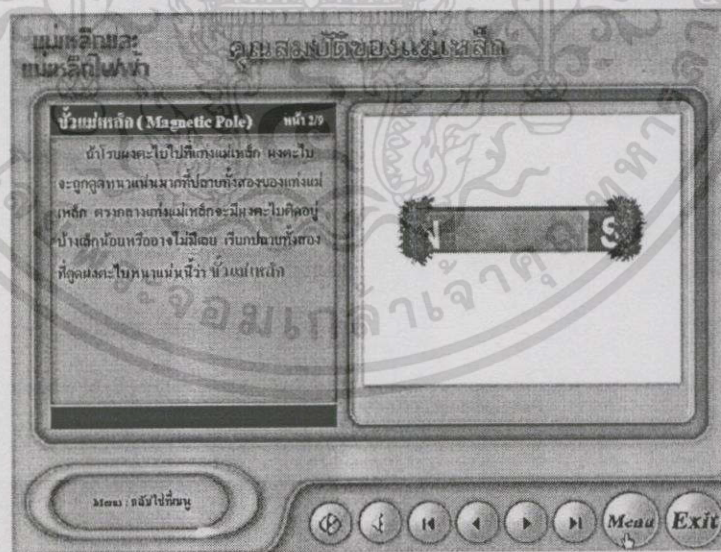
1. คุณสมบัติของแม่เหล็ก
2. ลักษณะสมบัติของแม่เหล็ก
3. ชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก
4. วงจรแม่เหล็ก
5. แม่เหล็กไฟฟ้า
6. การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

การเลือกเข้าสู่เรื่องต่างๆ นั้น สามารถทำได้โดยการเลื่อนเมาส์ มาตรงบริเวณเมนูที่ต้องการ เมาส์ จะเปลี่ยนจากรูปลูกศรเป็นรูปมือ ซึ่งหมายความว่าบริเวณนี้เป็นบริเวณที่สามารถคลิกลงไปได้ และตลอดทั้งโปรแกรม ก็จะเป็นเช่นนี้โดยตลอด

การใช้งานในส่วนการนำเสนอเนื้อหา

ทุกเรื่องของการใช้งานในส่วนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน จะมีรูปแบบเดียวกันทั้งหมด ดังนั้นจึงขออธิบายวิธีการใช้งานในส่วนการนำเสนอเนื้อหา เรื่อง คุณสมบัติของแม่เหล็ก เพียงเรื่องเดียว

เมื่อเลือกที่เมนู คุณสมบัติของแม่เหล็ก จะปรากฏหน้าจอเป็นกรอบในส่วนการนำเสนอเนื้อหา เรื่อง คุณสมบัติของแม่เหล็ก ดังรูปที่ ข 10



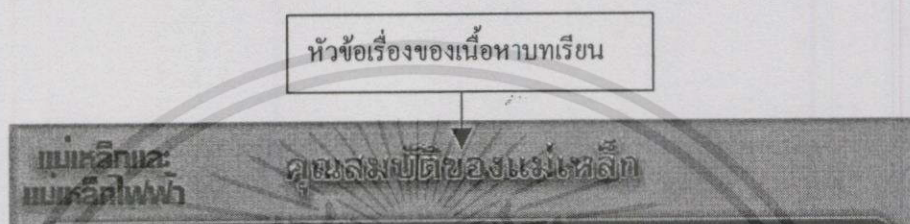
รูปที่ ข 10 แสดงกรอบในส่วนการนำเสนอเนื้อหา เรื่อง คุณสมบัติของแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนการนำเสนอเนื้อหา แบ่งจอภาพออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วยด้านบน เป็นส่วนแสดงหัวเรื่อง ตรงกลางเป็นส่วนนำเสนอเนื้อหา และส่วนล่างเป็นส่วนปุ่มควบคุมต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนไปหน้าอื่นๆ การกลับไปสู่เมนูบทเรียน หรือออกจากโปรแกรม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีหน้าจอเล็กๆ ที่คอยบอกรายละเอียดการใช้งานปุ่มต่างๆ และขั้นตอนการทำงานต่างๆ ในแต่ละส่วนต่างๆ นั้น พอจะอธิบายในรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

ด้านบน


ด้านบนเป็นส่วนแสดงหัวเรื่อง แสดงดังรูปที่ ข 11

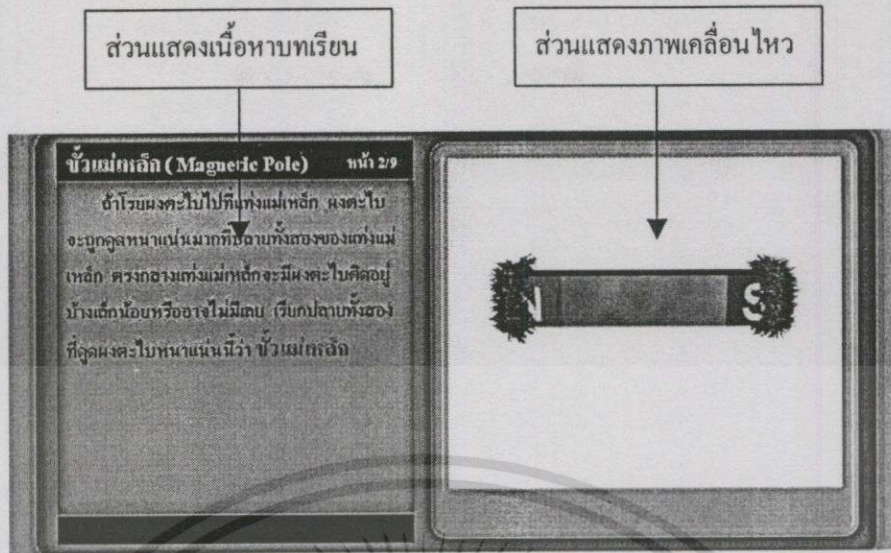


รูปที่ ข 11 แสดงด้านบนของกรอบในส่วนการนำเสนอเนื้อหา

กลางจอภาพ

กลางจอภาพเป็นส่วนนำเสนอเนื้อหา ในส่วนนำเสนอเนื้อหา นี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนทางด้านซ้าย จะเป็นส่วนที่แสดงเนื้อหาบทเรียน โดยจะแสดงชื่อหัวข้อย่อ เลขหน้า และถ้าหากมีเนื้อหาบทเรียนที่มีความยาวเกินกว่าจะแสดงได้ ก็จะมีสกอลล์เท็กซ์ (Scroll Text) สำหรับเลื่อนเนื้อหาที่เหลือได้ ในเนื้อหาบทเรียนนี้จะมีไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) โดยตรงส่วนที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์ จะเป็นตัวอักษรสีเขียวและขีดเส้นใต้ เมื่อเลื่อนเมาส์ไปยังบริเวณไฮเปอร์เท็กซ์ เมาส์จะเปลี่ยนจากรูปลูกศรไปเป็นรูปมือ ผู้เรียนสามารถคลิกที่บริเวณนั้นได้ทันที โดยจะปรากฏข้อความหรือรูปภาพขึ้นมา

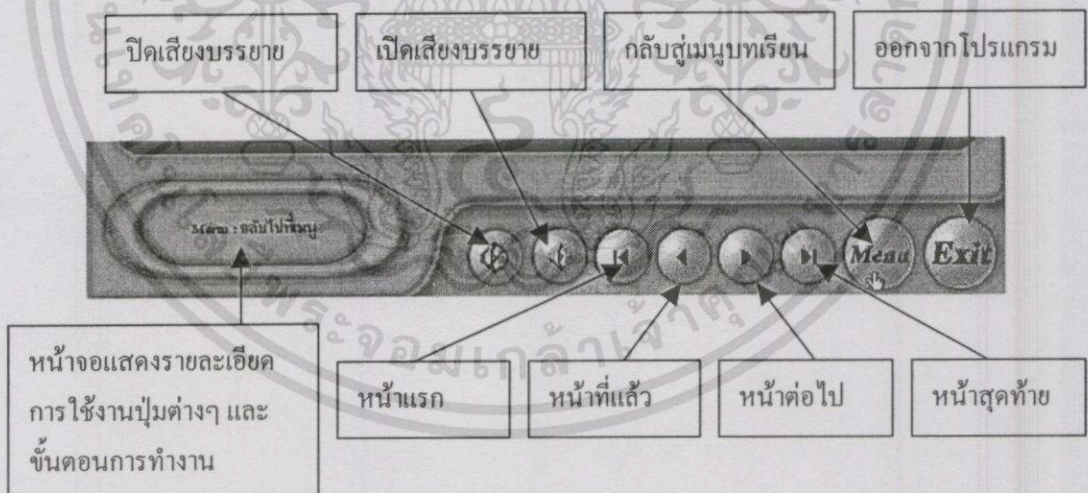
ส่วนทางด้านขวามือ จะเป็นส่วนที่แสดงภาพเคลื่อนไหว (Animation) ในส่วนนี้ จะมีปุ่ม  ซึ่งผู้เรียนสามารถคลิกปุ่มดูภาพเคลื่อนไหวได้ตลอดเวลา และในส่วนของรูปภาพต่างๆ ที่แสดงอยู่ในหน้าจอแสดงภาพเคลื่อนไหวยังมีไฮเปอร์เท็กซ์ให้ใช้เช่นเดียวกัน แสดงดังรูปที่ ข 12



รูปที่ 12 แสดงส่วนนำเสนอเนื้อหา บริเวณกลางจอภาพ

ส่วนล่าง

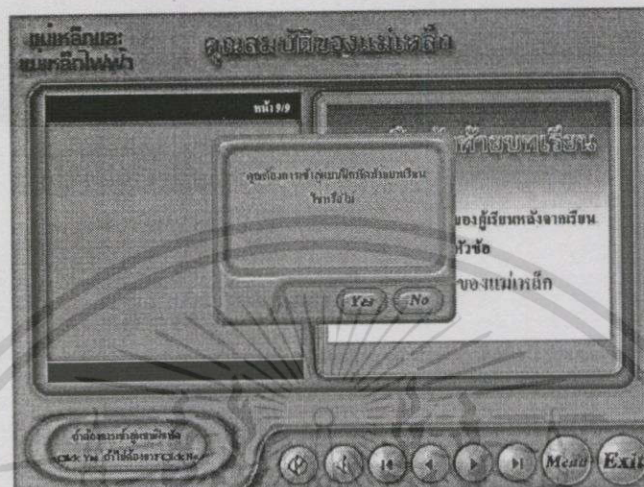
ส่วนล่างเป็นส่วนของปุ่มต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนไปหน้าอื่นๆ การกลับไปสู่เมนู บทเรียน หรือการออกจากโปรแกรม และหน้าจอแสดงรายละเอียดการใช้งานปุ่มต่างๆ และขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 แสดงส่วนล่างของจอภาพ

การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

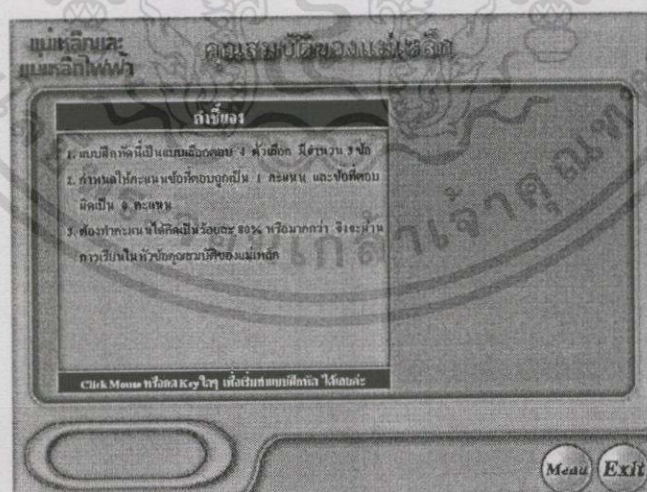
เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจบแล้ว โปรแกรมจะให้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โดยจะมีกรอบให้เลือกว่า จะทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนหรือไม่ ดังรูปที่ ข 14 โดยสามารถเลือกว่าจะทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเพื่อเก็บคะแนนหรือไม่ก็ได้



รูปที่ ข 14 แสดงกรอบให้ผู้เรียนเลือกที่จะทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน หรือไม่

การใช้งานในส่วนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

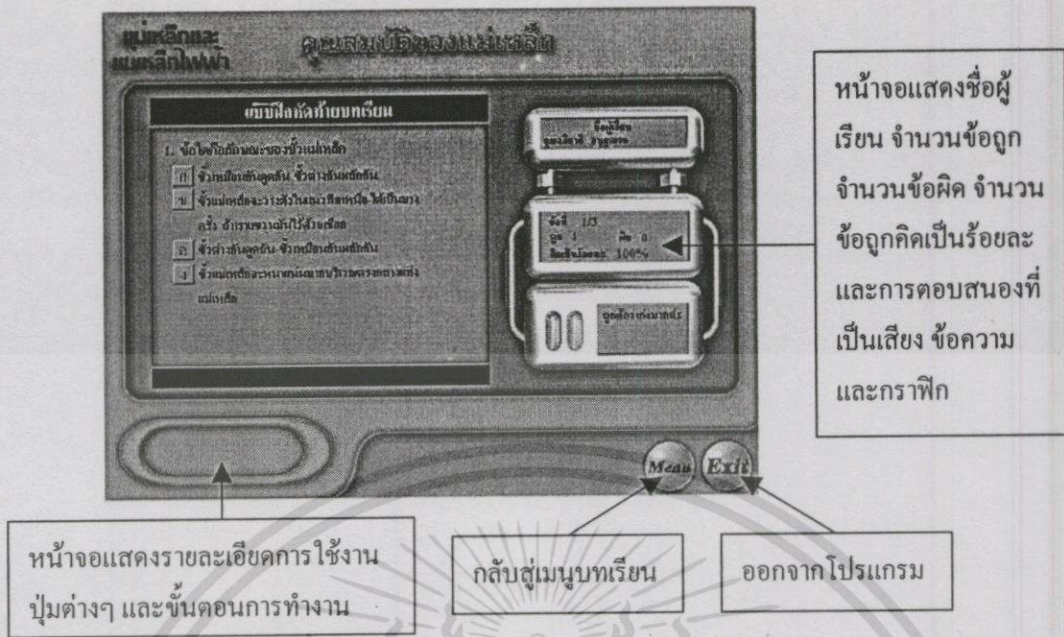
เมื่อเลือกทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเพื่อเก็บคะแนน กรอบแรกที่จะแสดงจะเป็นกรอบคำชี้แจงในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ดังแสดงในรูปที่ ข 15



รูปที่ ข 15 แสดงกรอบคำชี้แจงในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

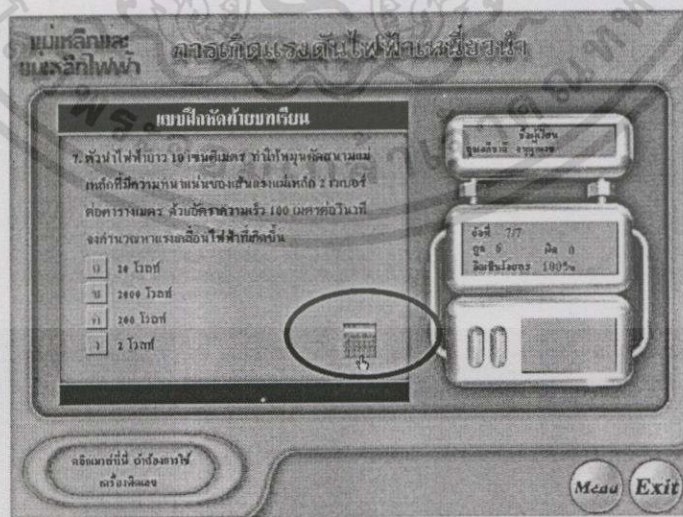
หลังจากที่อ่านคำชี้แจงเรียบร้อยแล้ว เมื่อคลิกเมาส์ก็จะเป็นการเข้าสู่การทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ดังแสดงในรูปที่ ข 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



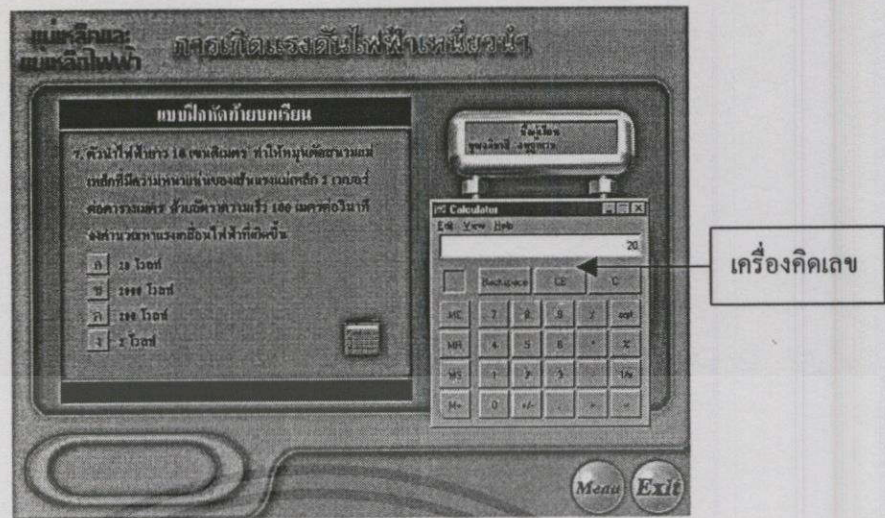
รูปที่ 16 แสดงหน้าจอการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

ในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน จะเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก มีจำนวนข้อในการทำในแต่ละหัวข้อเรื่องไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาของหัวข้อนั้นๆ และในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ผู้เรียนจะต้องทำให้ได้ไม่น้อยกว่า 80 % จึงถือว่าผ่านจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในหัวข้อเรื่องนั้นๆ ในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน โจทย์ในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ข้อใดที่เป็นการคำนวณ โปรแกรมก็จะมีเครื่องคิดเลข ไว้ให้ผู้เรียนได้ใช้เพื่อสะดวกในการคำนวณ ดังรูปที่ 17 และรูปที่ 18



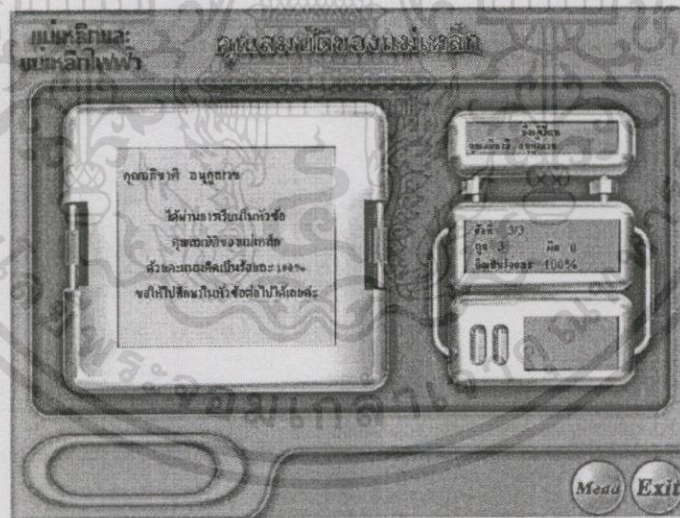
รูปที่ 17 แสดงปุ่มที่ใช้เรียกเครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๑๘ แสดงเครื่องคิดเลข ที่มีในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

โดยโปรแกรม จะมีการประเมินผลการเรียนให้ผู้เรียนได้ทราบ ซึ่งจะมีการแสดงผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนปรากฏขึ้นมา หลังจากที่ผู้เรียนได้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบทุกข้อแล้ว ดังรูปที่ ๑๙ และรูปที่ ๒๐



รูปที่ ๑๙ กรอบแสดงผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนผ่าน 80 %

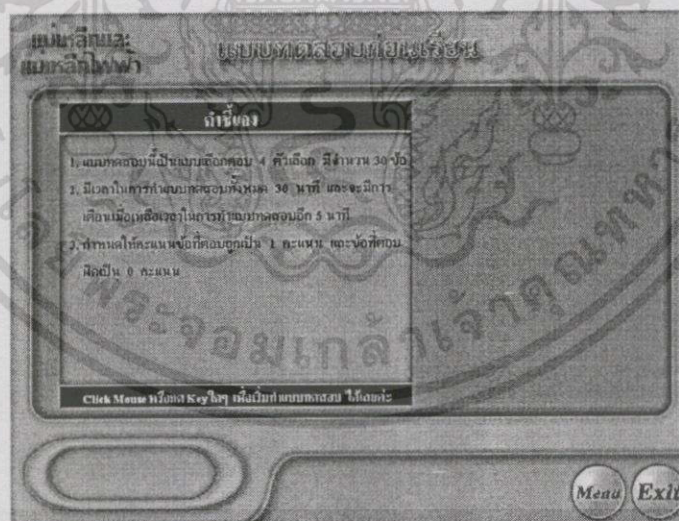
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๒0 กรอบแสดงผลการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ไม่ผ่าน 80 %

การใช้งานในส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน

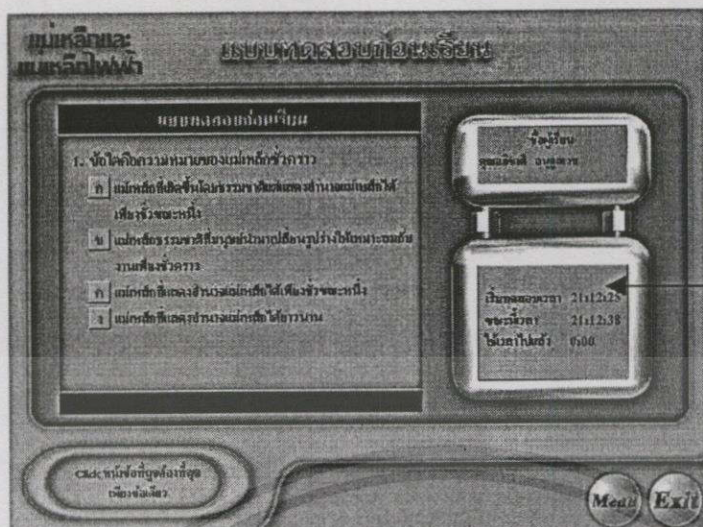
ก่อนที่ผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เพื่อวัดความรู้เดิมของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเลือกทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อเก็บคะแนน กรอบแรก ที่แสดงจะเป็นกรอบคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน ดังแสดงในรูปที่ ๒1



รูปที่ ๒1 แสดงกรอบคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

หลังจากที่อ่านคำชี้แจงเรียบร้อยแล้ว เมื่อคลิกเมาส์ก็จะเป็นการเข้าสู่การทำแบบทดสอบก่อนเรียน ดังแสดงในรูปที่ ๒2

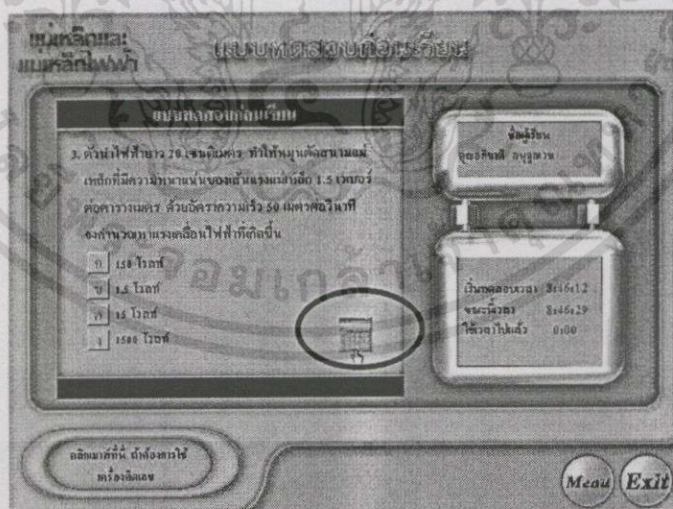
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หน้าจอแสดงชื่อผู้เรียน ส่วนของนาฬิกาที่แสดงเวลาในการเริ่มทำแบบทดสอบ เวลาปัจจุบัน และเวลาที่ใช้ไปแล้ว

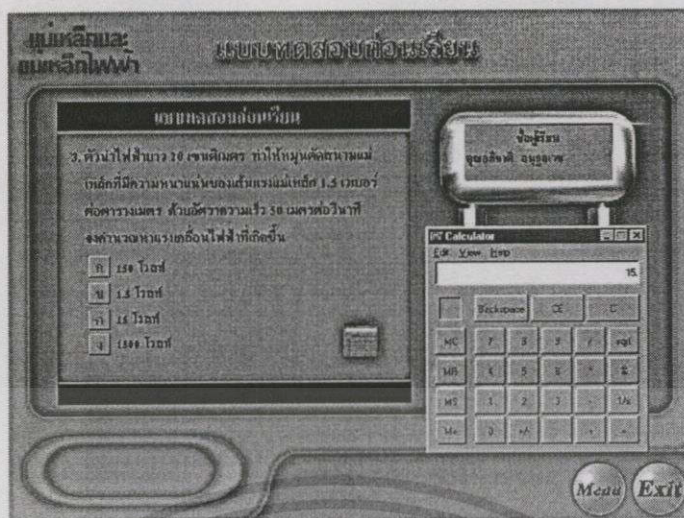
รูปที่ ข 22 แสดงหน้าจอของแบบทดสอบก่อนเรียน

ในแบบทดสอบก่อนเรียน จะเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก มีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมดในเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า ในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนจะให้เวลาผู้เรียนในการทำแบบทดสอบเป็นเวลา 30 นาที และมีการเตือนด้วยเสียง เมื่อเหลือเวลาในการทำแบบทดสอบ 5 นาที โจทย์ในแบบทดสอบก่อนเรียน ข้อใดที่เป็นการคำนวณ โปรแกรมก็จะมีเครื่องคิดเลขไว้ให้ผู้เรียนได้ใช้ เพื่อความสะดวกในการคิดคำนวณ ดังรูปที่ ข 23 และรูปที่ ข 24



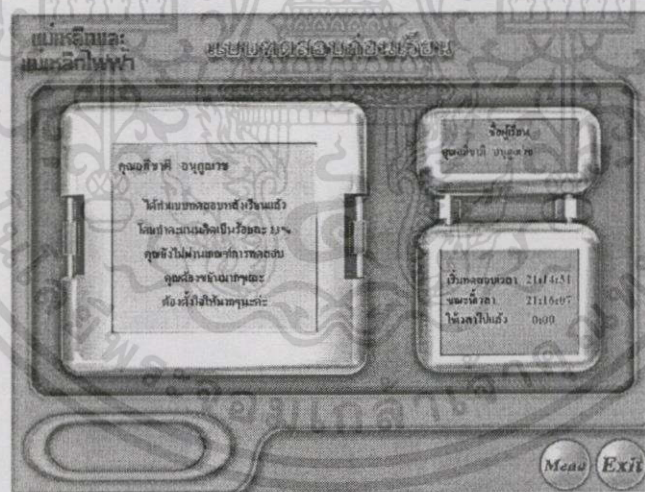
รูปที่ ข 23 แสดงปุ่มที่ใช้เรียกเครื่องคิดเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



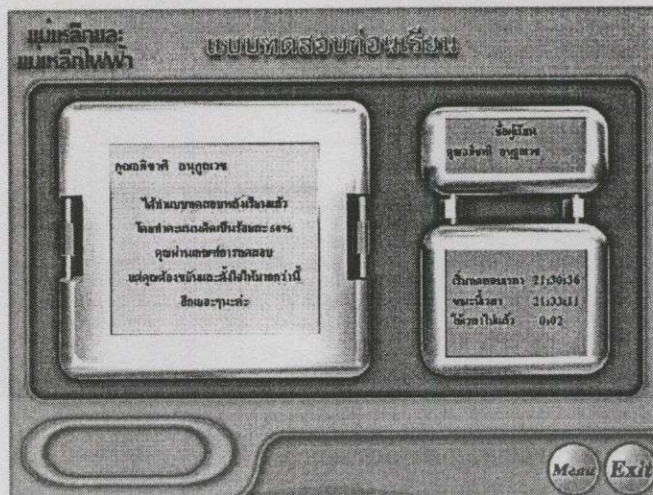
รูปที่ ข 24 แสดงเครื่องคิดเลขที่มีในแบบทดสอบก่อนเรียน

เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนครบ 30 ข้อหรือเมื่อครบเวลาที่กำหนด โปรแกรมจะทำการประเมินผลระดับคะแนนที่ผู้เรียนทำได้ พร้อมคำชมเชยและให้กำลังใจผู้เรียน ดังแสดงในรูปที่ ข 25 , รูปที่ ข 26 , รูปที่ ข 27 , รูปที่ ข 28 และรูปที่ ข 29

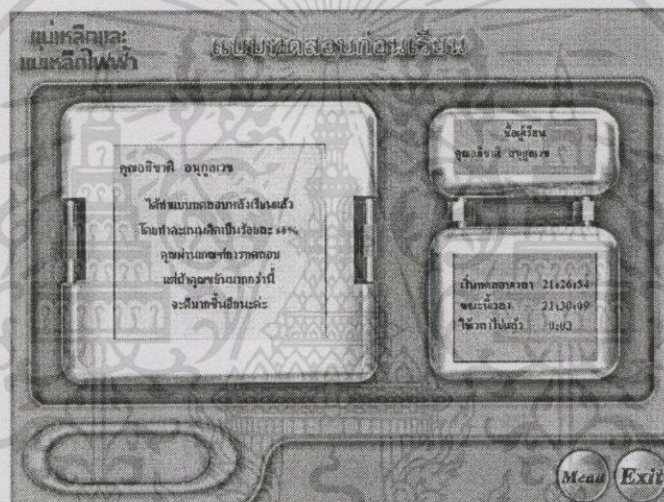


รูปที่ ข 25 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนไม่ผ่าน 50 %

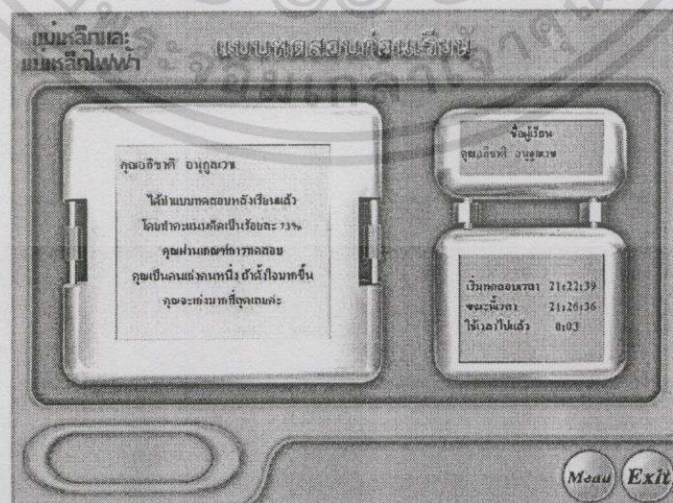
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๒๖ กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 50 % แต่ไม่เกิน 60 %



รูปที่ ๒๗ กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 60 % แต่ไม่เกิน 70 %



รูปที่ ๒๘ กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 70 % แต่ไม่เกิน 80 %

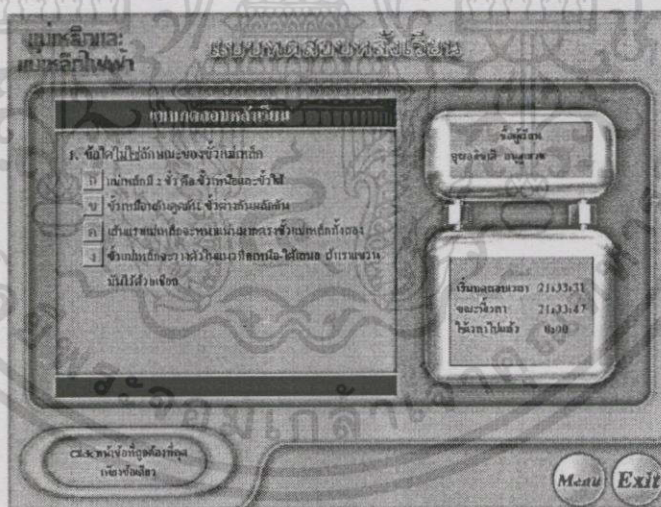
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข 29 กรอบแสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนผ่าน 80 % ขึ้นไป


การใช้งานในส่วนแบบทดสอบหลังเรียน

หลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อวัดความรู้หลังจากที่ได้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ในส่วนของแบบทดสอบหลังเรียนจะมีรูปแบบและการใช้งานเหมือนกับแบบทดสอบก่อนเรียน ดังแสดงในรูปที่ ข 30

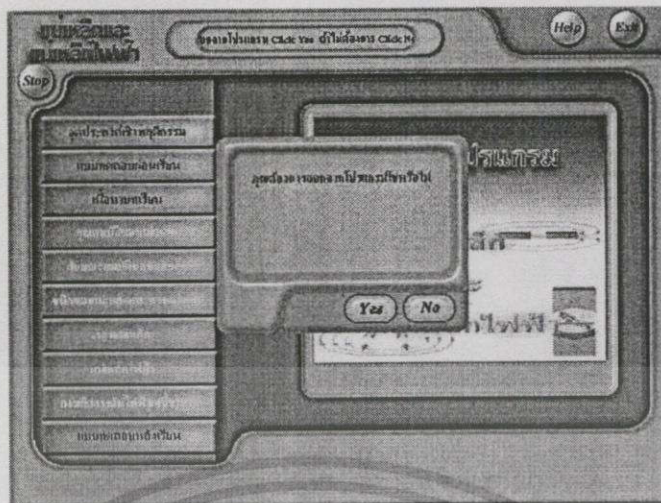


รูปที่ ข 30 แสดงหน้าจอของแบบทดสอบหลังเรียน

การออกจากโปรแกรม

เมื่อผู้เรียนต้องการออกจากโปรแกรม หลังจากเรียนจบทุกหัวข้อแล้วหรือทุกเวลาที่ต้องการ ให้คลิกที่ปุ่ม  บนหน้าจอใดๆ ที่มีปุ่มนี้ จะมีกรอบให้เลือกว่า ต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่ ปรากฏขึ้นมาบนหน้าจออื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ ข 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

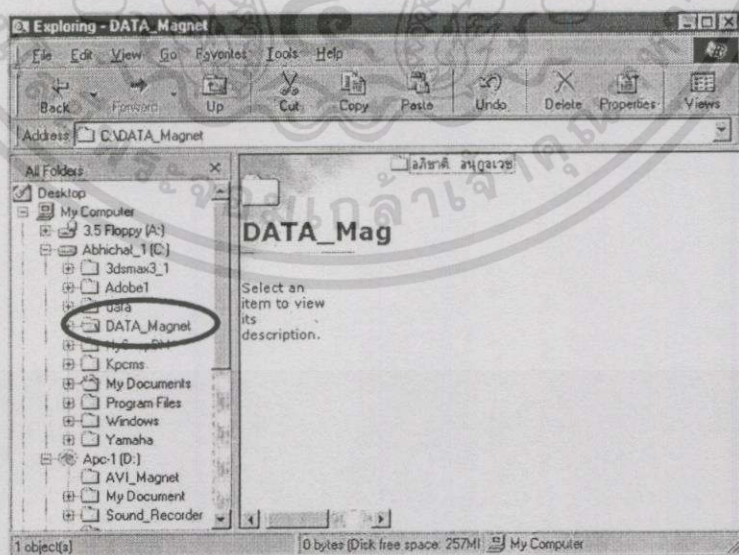


รูปที่ ข 31 แสดงกรอบให้เลือกว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่

เมื่อปรากฏกรอบขึ้นมาถามว่า ต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่ กดปุ่ม **Yes** เมื่อต้องการออกจากโปรแกรม หรือกด **No** เมื่อยังไม่ต้องการออกจากโปรแกรม ในตอนนี้

การดูคะแนนที่บันทึกไว้ในฮาร์ดดิสก์

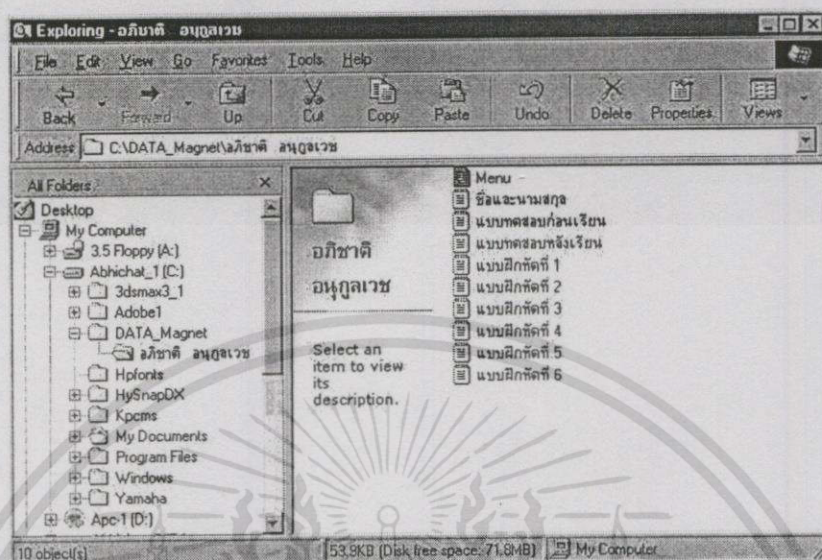
เมื่อผู้เรียนต้องการดูคะแนนที่ทำไว้ ให้ไปที่ไดร์ฟ C: (Drive C:) จะมีโฟลเดอร์ (Folder) ที่ชื่อ DATA_Magnet แล้วคลิกที่โฟลเดอร์ DATA_Magnet จะปรากฏโฟลเดอร์ชื่อและนามสกุลของผู้เรียน ดังแสดงในรูปที่ ข 32



รูปที่ ข 32 แสดงโฟลเดอร์ DATA_Magnet

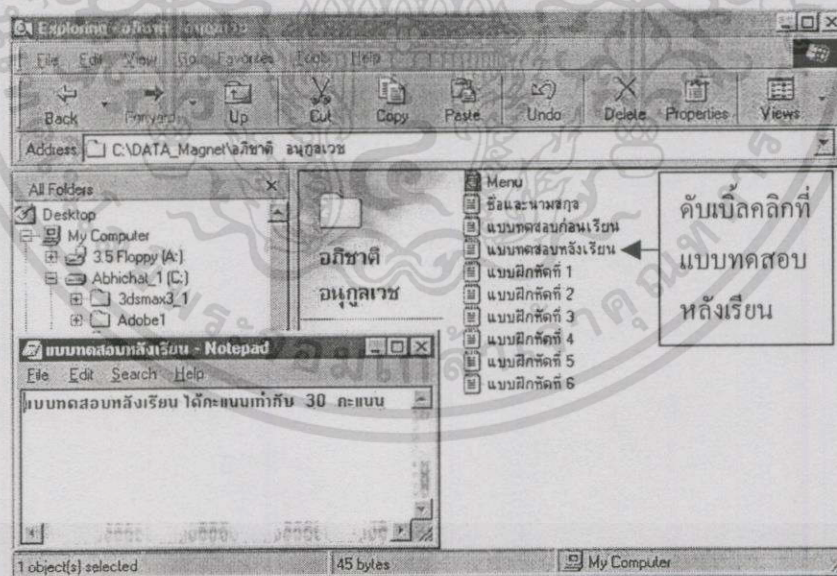
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถดับเบิลคลิกที่โฟลเดอร์ชื่อและนามสกุลของผู้เรียนนั้น จะปรากฏรายชื่อไฟล์ต่างๆ ขึ้นมา
 ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ ข 33



รูปที่ ข 33 แสดงรายชื่อไฟล์ต่างๆ ที่มีอยู่ในโฟลเดอร์ชื่อและนามสกุลของผู้เรียน

สามารถดับเบิลคลิกที่ไฟล์ต่างๆ เพื่อดูข้อมูลต่างๆ ดังแสดงให้เห็นดังรูปที่ ข 34



รูปที่ ข 34 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เรื่อง

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

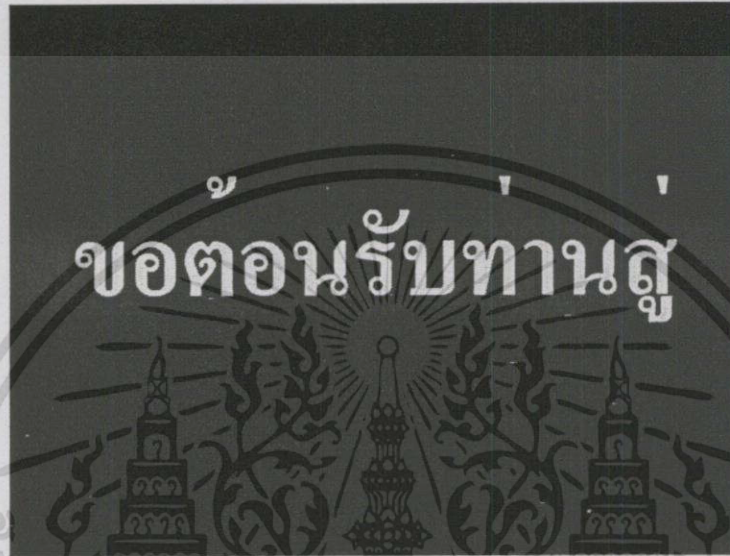


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



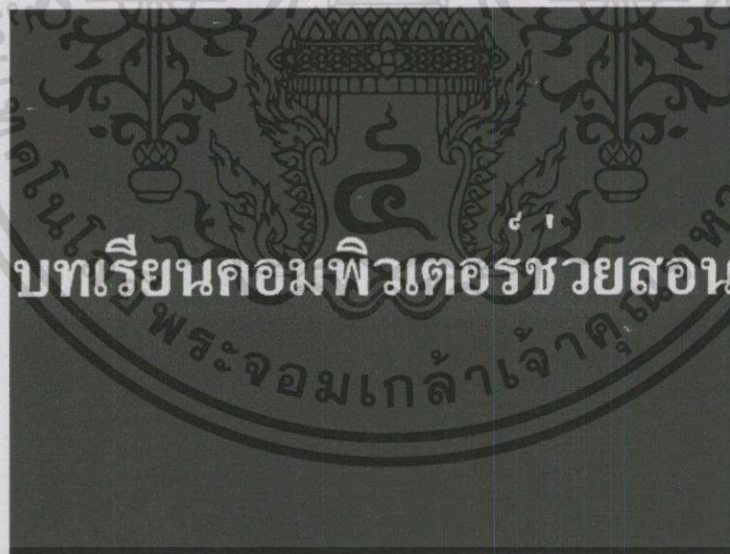
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง
แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

กรอบที่ 1



ตัวอักษรค่อยๆ วิ่งเข้า
มาแล้วจะระเบิดแตก
กระจายหายไป มี
เสียงประกอบ

กรอบที่ 2



ตัวอักษรค่อยๆ วิ่งเข้า
มาแล้วจะระเบิดแตก
กระจายหายไป มี
เสียงประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 3



เรื่อง

ตัวอักษรค่อยๆ วิ่งเข้ามา
แล้วจะระเบิดแตก
กระจายหายไป มี
เสียงประกอบ

กรอบที่ 4



แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า

ตัวอักษรค่อยๆ หมุน
เข้ามาแล้วจะมีดวง
ไฟวิ่งผ่านข้อความ
มีเสียงประกอบ

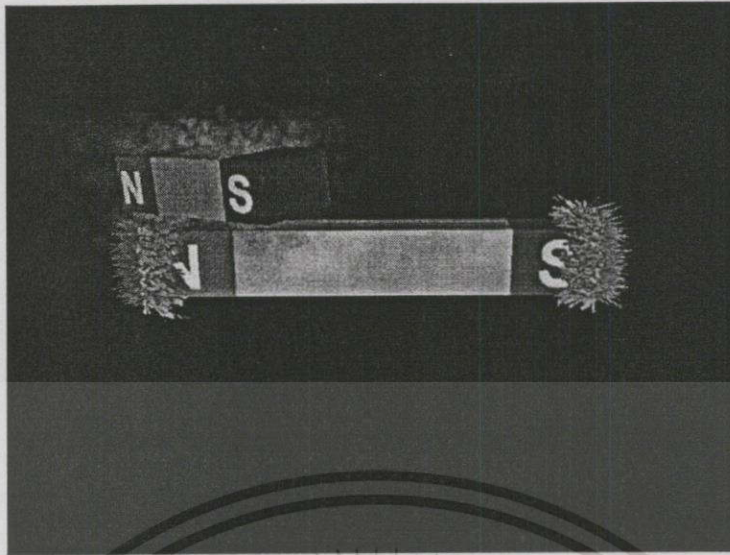
กรอบที่ 5



แท่งแม่เหล็กกระโดด
และบิดตัว พร้อม
เสียงเพลงประกอบ

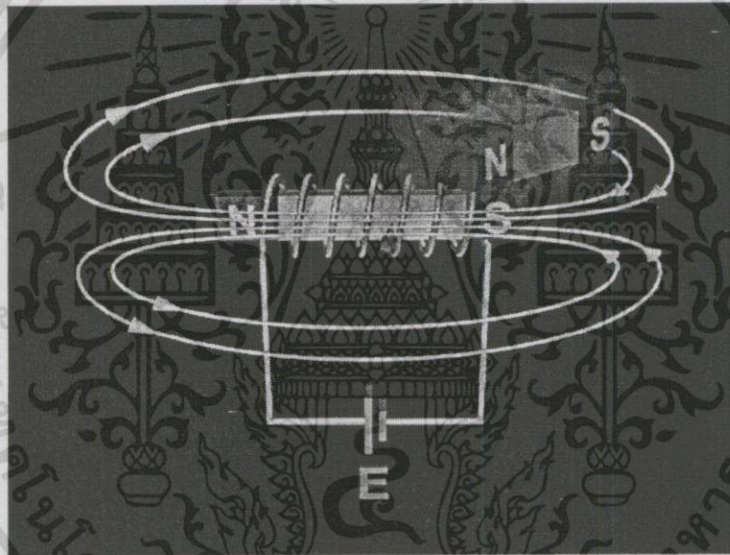
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 6



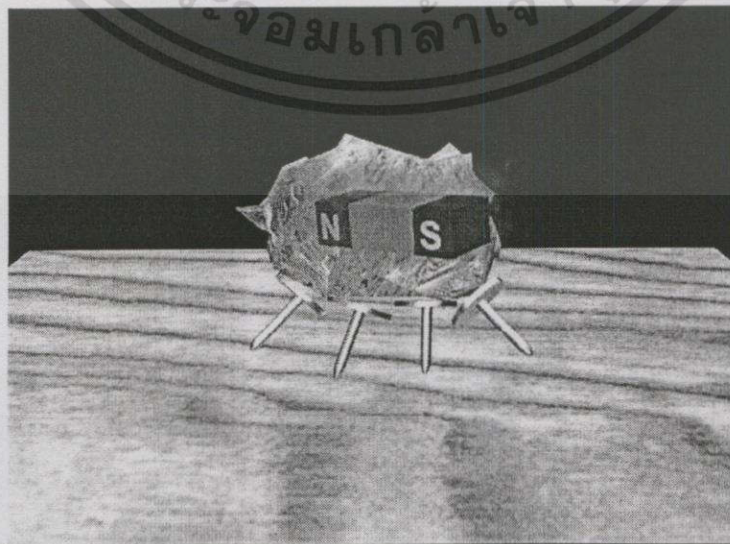
แท่งแม่เหล็กคูดผง
ตะไบ มีแท่งแม่เหล็ก
ถูกเป็นไฟ วิ่งผ่าน
พร้อมเสียงเพลง
ประกอบ เป็นส่วน
หนึ่งของเรื่องคุณ
สมบัติของแม่เหล็ก

กรอบที่ 7



กระแสไฟฟ้าวิ่งใน
ขดลวดทำให้เกิดเส้น
แรงแม่เหล็ก มีแท่ง
แม่เหล็กถูกเป็นไฟ
วิ่งผ่านพร้อมเสียง
เพลงประกอบ
เป็นส่วนหนึ่งของ
เรื่องลักษณะสมบัติ
ของแม่เหล็ก

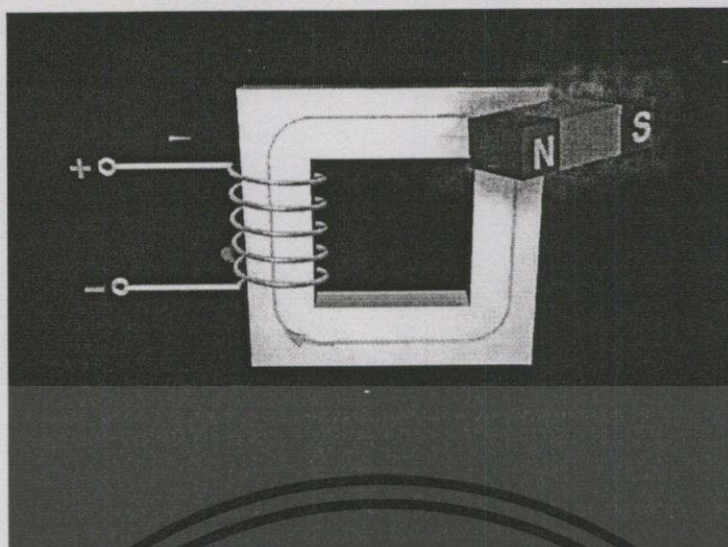
กรอบที่ 8



แม่เหล็กธรรมชาติคูด
ตะปู มีแท่งแม่เหล็ก
ถูกเป็นไฟ วิ่งผ่าน
พร้อมเสียงเพลง
ประกอบเป็นส่วน
หนึ่งของเรื่องชนิด
ของแม่เหล็กและสาร
แม่เหล็ก

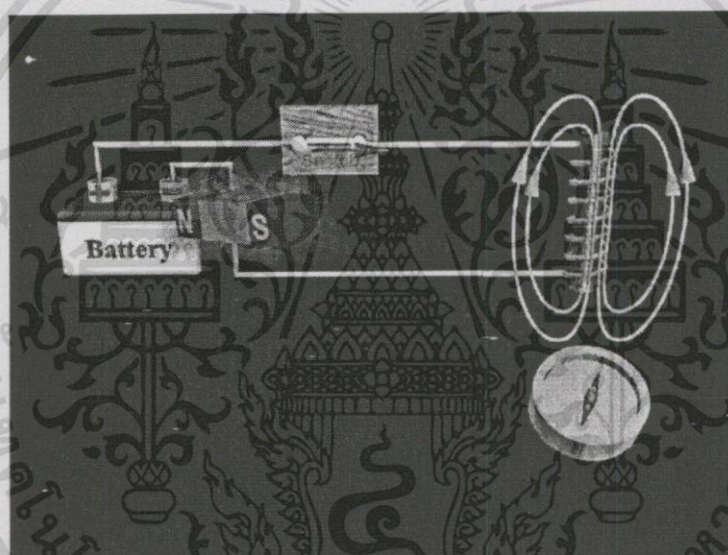
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 9



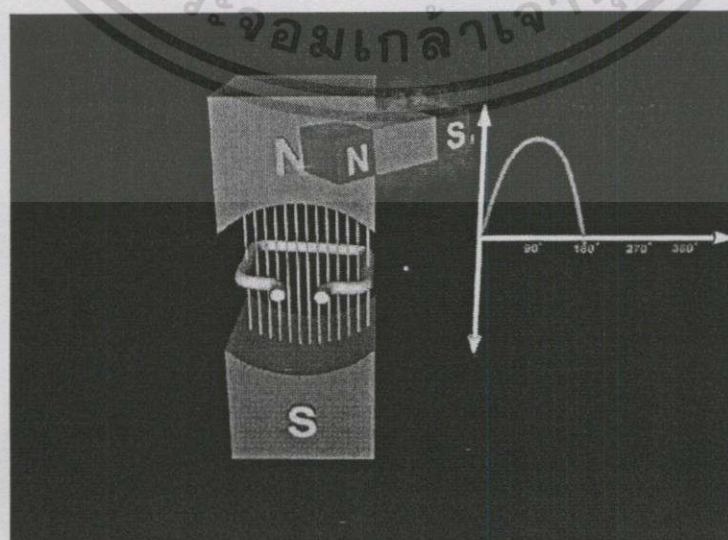
วงจรแม่เหล็กอนุกรม
มีแท่งแม่เหล็กถูก
เป็นไฟ ่วงผ่านพร้อม
เสียงเพลงประกอบ
เป็นส่วนหนึ่งของ
เรื่องวงจรแม่เหล็ก

กรอบที่ 10



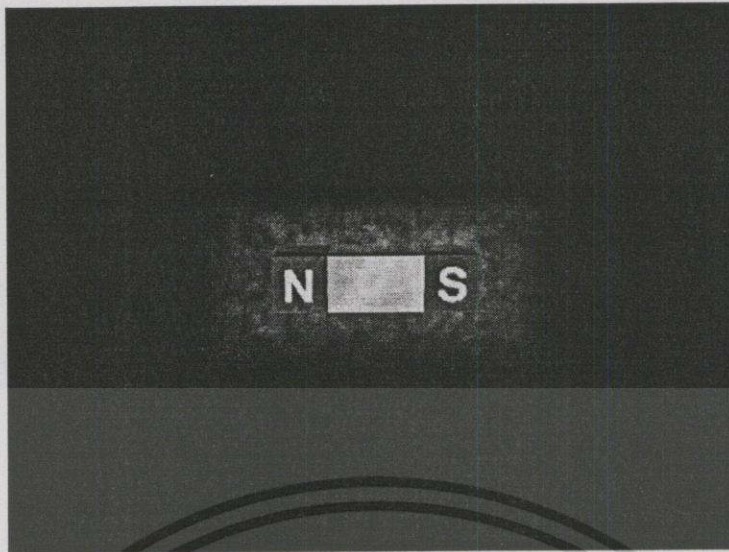
การทดลองของ
เออร์สเตด เมื่อจ่าย
กระแสไฟฟ้าไปใน
ตัวนำทำให้เกิดแม่
เหล็กไฟฟ้า มีแท่งแม่
เหล็กถูกเป็นไฟ ่วง
ผ่านพร้อมเสียงเพลง
ประกอบเป็นส่วน
หนึ่งของเรื่อง แม่
เหล็กไฟฟ้า

กรอบที่ 11



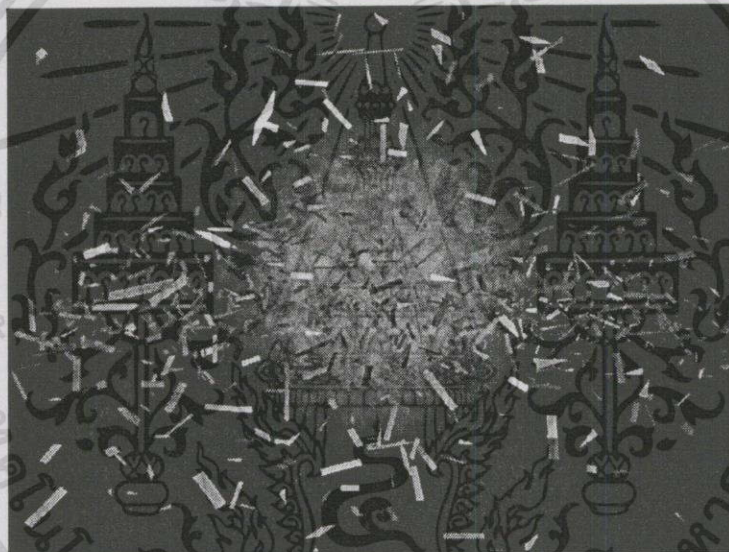
ตัวนำหมุนในสนาม
แม่เหล็ก ทำให้เกิด
แรงเคลื่อน ไฟฟ้า
มีแท่งแม่เหล็กถูก
เป็นไฟ ่วงผ่านพร้อม
เสียงเพลงประกอบ
เป็นส่วนหนึ่งของ
เรื่องการเกิดแรงดัน
ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

กรอบที่ 12



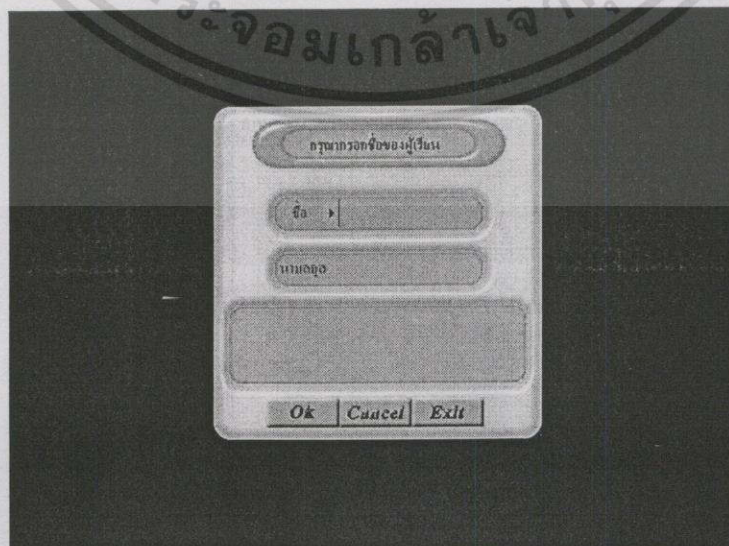
แท่งแม่เหล็กถูกเป็น
ไฟ วิ่งเข้ามา พร้อม
เสียงเพลงประกอบ

กรอบที่ 13



แท่งแม่เหล็กถูกเป็น
ไฟ ระเบิดแตก
กระจาย พร้อมเสียง
เพลงประกอบ

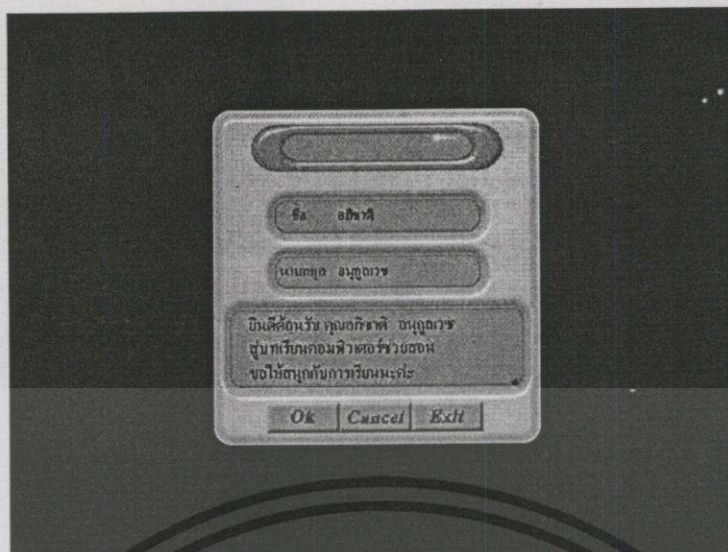
กรอบที่ 14



ส่วนรับข้อมูลผู้เรียน
สำหรับผู้เรียน
กรอกชื่อและนาม
สกุล เพื่อนำไปเก็บ
ไว้ในฮาร์ดดิสก์
พร้อมเสียงเพลง
ประกอบ

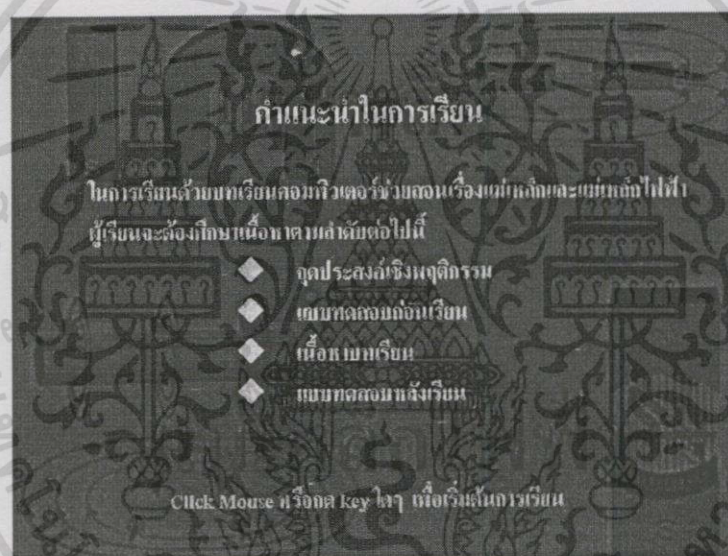
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 15



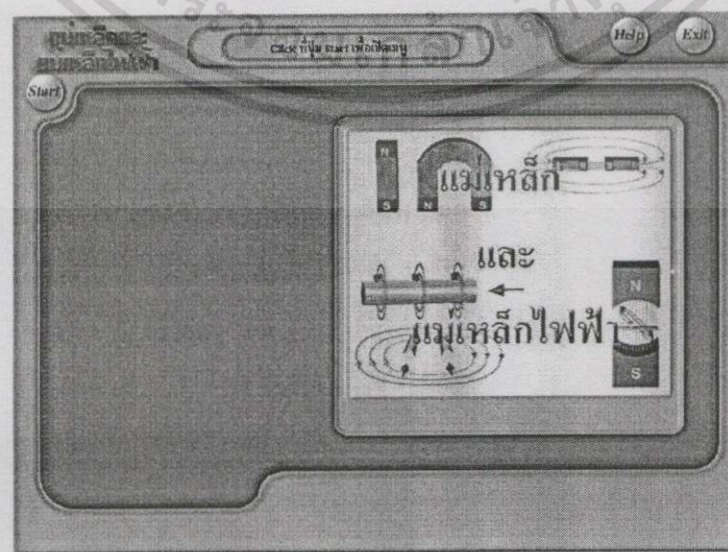
เมื่อผู้เรียนกรอกชื่อและนามสกุลเสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อคลิกปุ่ม OK จะมีข้อความยินดีต้อนรับผู้เรียนพร้อมเสียงบรรยาย

กรอบที่ 16



คำแนะนำในการเรียน จะบอกแนวทางในการเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กรอบที่ 17



ส่วนของเมนูบทเรียน จะมีหน้าจอเล็กๆ คอยแนะนำผู้เรียนตลอดเวลา เมื่อผู้เรียนคลิกปุ่ม Start เมนูบทเรียนจะเคลื่อนออกมาจากด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 18



ส่วนของเมนูบทเรียน เคลื่อนออกมาจากด้านข้าง มีเมนูหลักอยู่ 4 ส่วน คือ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

กรอบที่ 19



เมื่อคลิกที่ปุ่มเนื้อหาบทเรียน จะมีหัวข้อเนื้อหาบทเรียนออกมาให้เลือก 6 หัวข้อ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเรื่องใดก่อนก็ได้

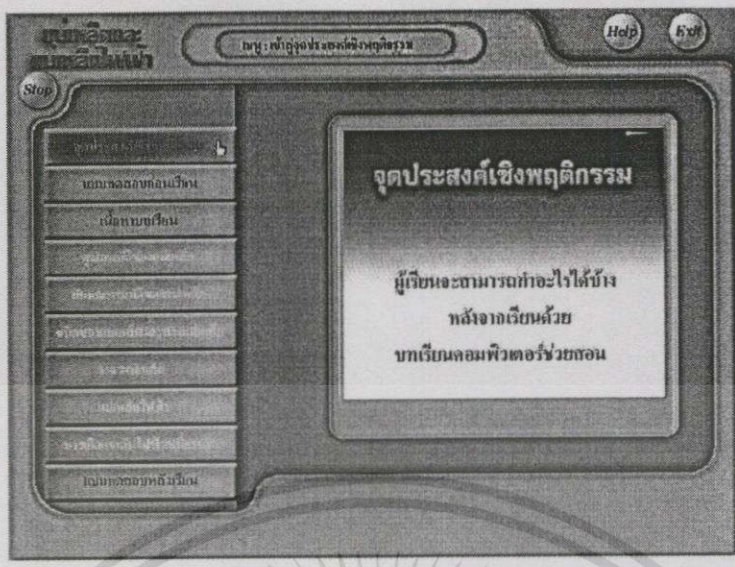
กรอบที่ 20



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ชื่อเรื่อง แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า จะมีรายละเอียดของผู้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 21



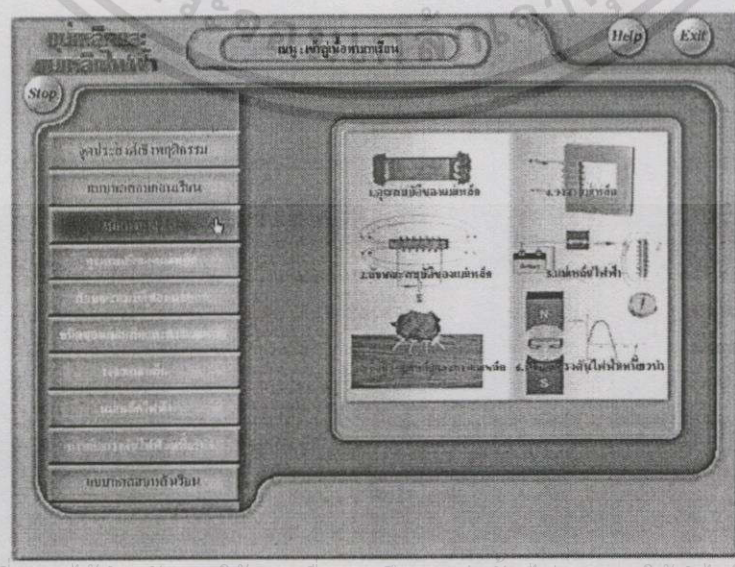
เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะมีรายละเอียดแสดงที่หน้าจอ และเมื่อกดคลิกเมาส์จะเป็นการเข้าสู่ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

กรอบที่ 22



ส่วนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของหัวข้อเรื่องคุณสมบัติของแม่เหล็ก

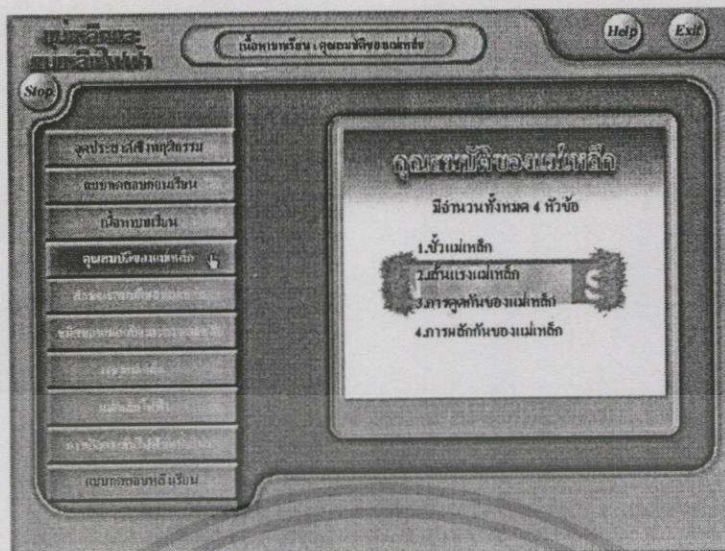
กรอบที่ 23



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มเนื้อหาบทเรียน จะมีรายละเอียดแสดงที่หน้าจอ และเมื่อกดคลิกเมาส์จะเป็นการปิดหรือเปิดเมนูย่อยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 24



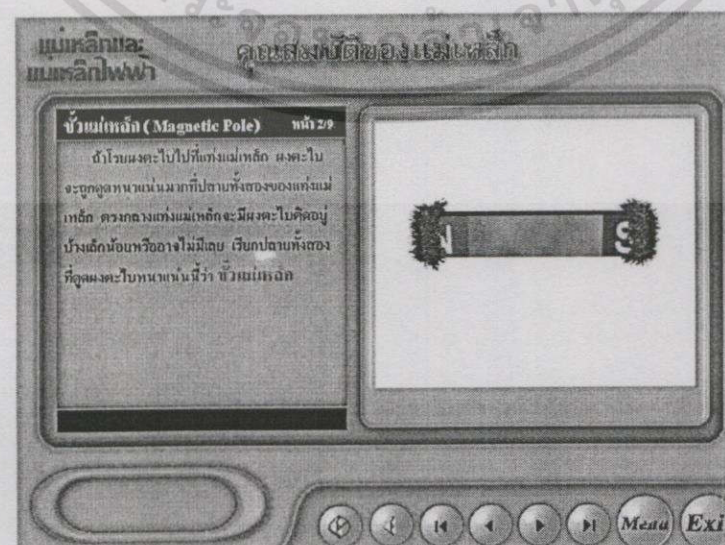
เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มคุณสมบัติของแม่เหล็ก จะมีรายละเอียดของหัวข้อย่อแสดงที่หน้าจอ และเมื่อคลิกเมาส์จะเป็นการเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องคุณสมบัติของแม่เหล็ก

กรอบที่ 25



ส่วนของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของหัวข้อเรื่องคุณสมบัติของแม่เหล็ก

กรอบที่ 26



ส่วนหน้าจอเนื้อหาบทเรียนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนทางซ้ายเป็นหน้าจอแสดงเนื้อหาบทเรียน ส่วนทางขวามือเป็นหน้าจอแสดงภาพเคลื่อนไหว

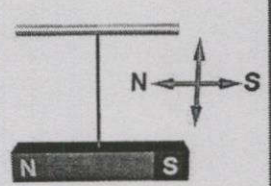
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 27

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า **คุณสมบัติของแม่เหล็ก**

ขั้วแม่เหล็ก (Magnetic Pole) หน้า 99

ต่อไปนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับขั้วแม่เหล็กคร่าวๆ แล้วขอชวนให้ลองแม่เหล็กจะนำมาไปอยู่ในแนวทิศเหนือและทิศใต้ ขั้วแม่เหล็กที่ตรงกันจะผลักกันออกจากกันและทิศใต้ ขั้วแม่เหล็กที่ตรงกันจะดึงดูดกันเข้าหากัน ขั้วแม่เหล็กที่ไปทางทิศเหนือเรียกว่า ขั้วเหนือ ใช้อักษรแทนว่า N ย่อมาจากคำว่า North และขั้วแม่เหล็กที่ไปทางทิศใต้ เรียกว่า ขั้วใต้ หรืออักษรแทนว่า S ย่อมาจาก



Play : แสดงภาพเคลื่อนไหว

Play

Meau Exit

ส่วนเนื้อหาบทเรียน ถ้ามีความยาวเกินหน้าจอก็จะเป็นสกรอลล์เท็กซ์สำหรับเลื่อนดูข้อความที่เหลือ ส่วนภาพเคลื่อนไหวจะมีปุ่ม Play ให้ผู้เรียนกดปุ่มดูภาพเคลื่อนไหวได้ตลอดเวลา

กรอบที่ 28

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า **คุณสมบัติของแม่เหล็ก**

เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux) หน้า 89

เส้นแรงแม่เหล็ก เป็นสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อเราขมวดนิ้วตามเส้นแรงแม่เหล็กมีลักษณะอย่างไร เราต้องใช้กระดาษใบตัดกึ่งของบับเบิ้ลแล้ววางไว้ตรงขอบกระดาษแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เห็นลักษณะของขั้วแม่เหล็กในหนึ่งขั้วจะมีความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กที่ต่างกันให้ใช้เส้นลวดจะเห็นเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นได้



Play

Meau Exit

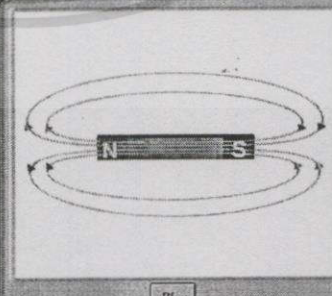
ในขณะที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนสามารถที่จะเปิดหรือปิดเสียงบรรยายได้ หรือสามารถที่จะฟังก็ครั้งก็ได้

กรอบที่ 29

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า **คุณสมบัติของแม่เหล็ก**

เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux) หน้า 89

ลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น เราจะเห็นได้ว่า มันจะมีความหนาแน่นมากขึ้นบริเวณขั้วแม่เหล็ก และมีทิศทางวิ่งจากขั้วเหนือไปหาขั้วใต้ โดยที่เราสามารถแสดงทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กซึ่งมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นได้ดังรูป



Play

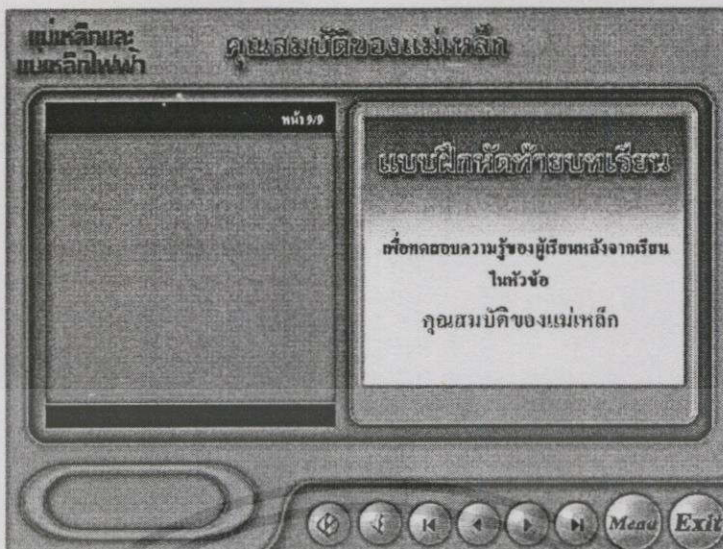
Play : แสดงภาพเคลื่อนไหว

Meau Exit

ในหน้าจอเนื้อหาบทเรียน จะมีหน้าจอเล็กๆ ที่คอยช่วยเหลือและบอกรายละเอียดของปุ่มต่างๆ

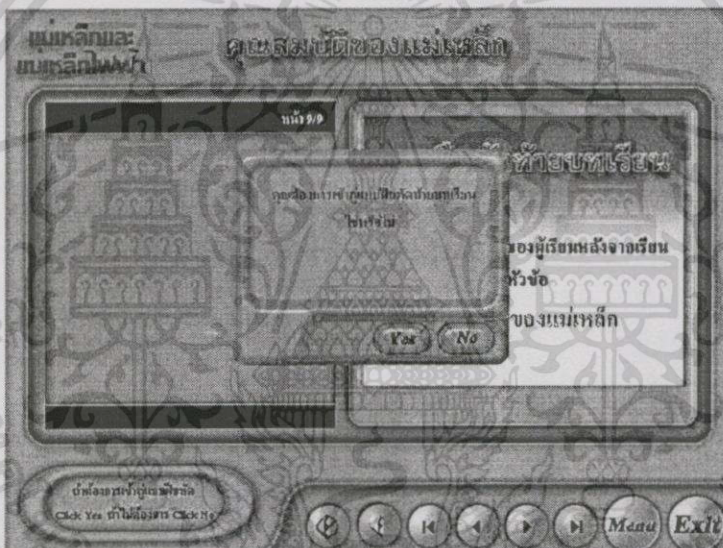
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 30



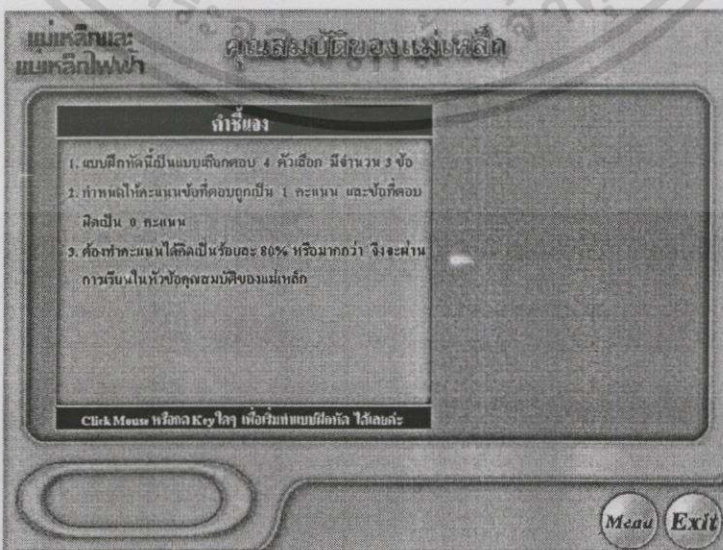
เมื่อผู้เรียนศึกษาจบในแต่ละหัวข้อ ผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

กรอบที่ 31



ก่อนเข้าไปทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน จะมีหน้าจอถามว่า ต้องการเข้าสู่อการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนใช่หรือไม่

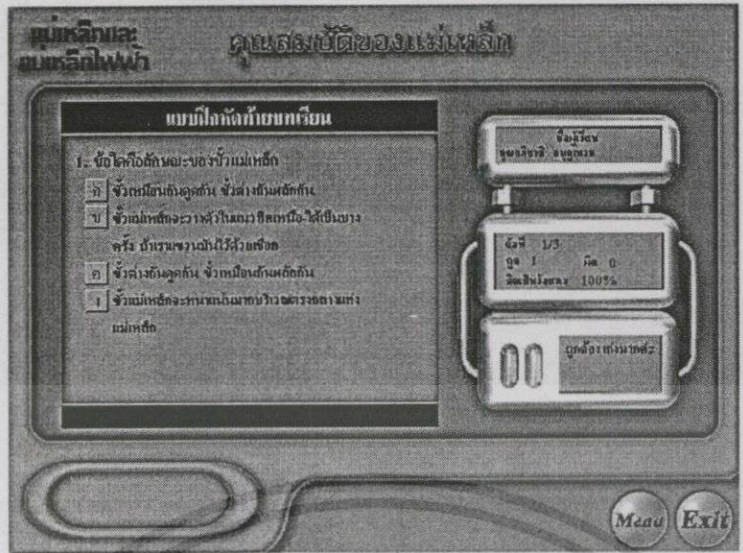
กรอบที่ 32



เมื่อเข้าสู่อการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน จะมีคำชี้แจงในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เช่น มีจำนวนข้อ จะต้องทำให้ผ่าน 80% ถึงจะสามารถไปเรียนหัวข้อต่อไปได้ ถ้าไม่ผ่านต้องกลับไปเรียนใหม่

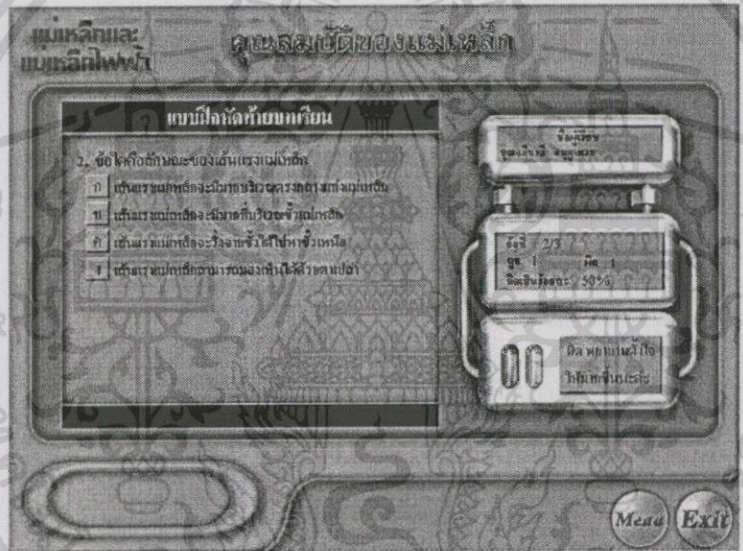
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 33



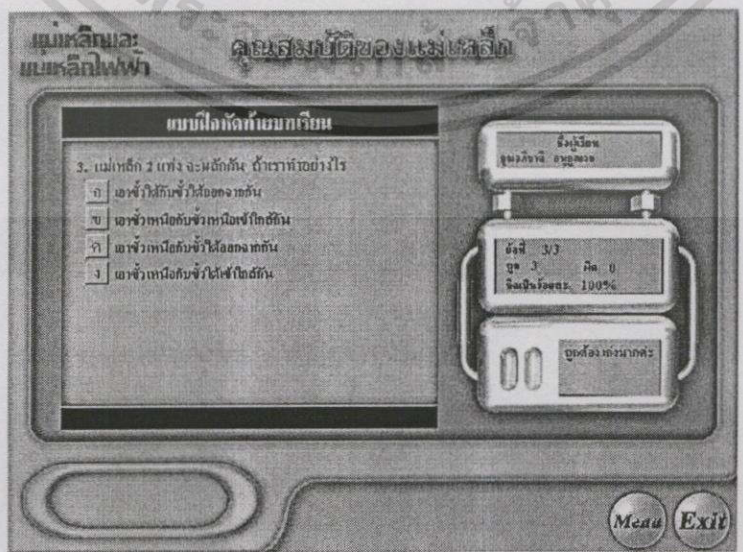
แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ข้อที่ 1 จะมีหน้าจอแสดงข้อผู้เรียน ข้อที่ จำนวนข้อที่ตอบถูก จำนวนข้อที่ตอบผิด คะแนนที่ทำได้ คิดเป็นร้อยละ และการตอบสนองที่มีต่อคำตอบของผู้เรียน

กรอบที่ 34



แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ข้อที่ 2 เมื่อตอบผิด จะมีการให้กำลังใจ ที่เป็นข้อความ เสียง และกราฟิก หลอดไฟสีแดงติดให้ผู้เรียนได้ทราบ

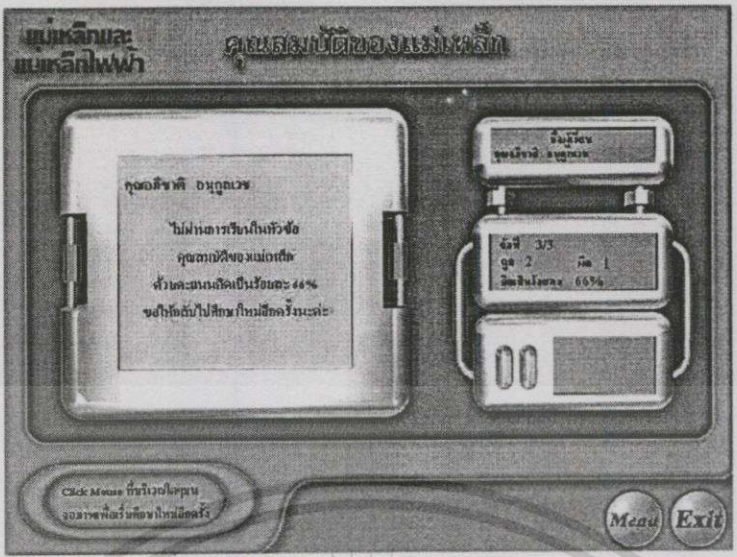
กรอบที่ 35



แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ข้อที่ 3 เมื่อตอบถูก จะมีคำชมเชย ที่เป็นข้อความ เสียง และกราฟิก หลอดไฟสีเขียวติดให้ผู้เรียนได้ทราบ

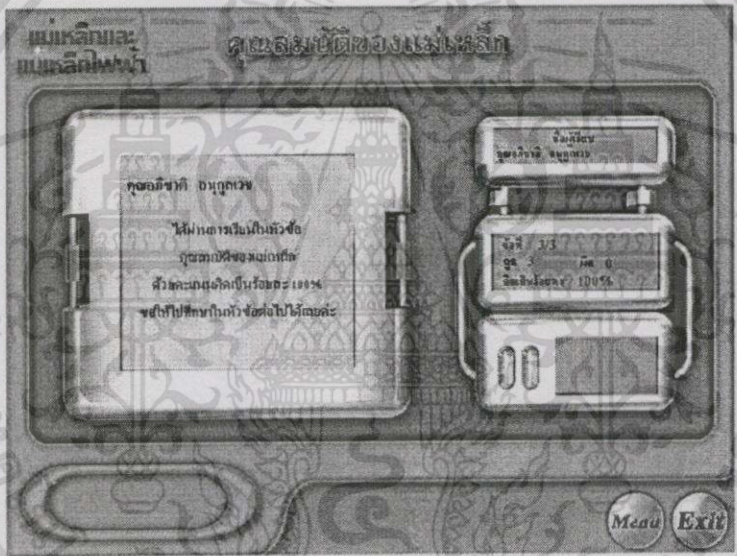
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 36



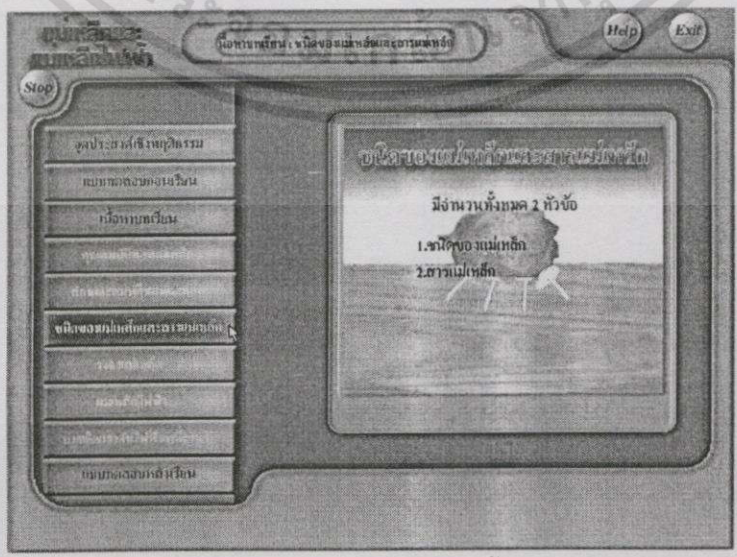
เมื่อทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบทุกข้อ โปรแกรมจะทำการประเมินผลการเรียนให้ทราบ ถ้าไม่ผ่าน 80% ต้องกลับไปเรียนใหม่ โดยจะมีหน้าจอเล็กๆ คอยบอกขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไป

กรอบที่ 37



เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนผ่าน 80% ผู้เรียนสามารถไปเรียนในหัวข้อต่อไป โดยจะมีหน้าจอเล็กๆ คอยบอกขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไป

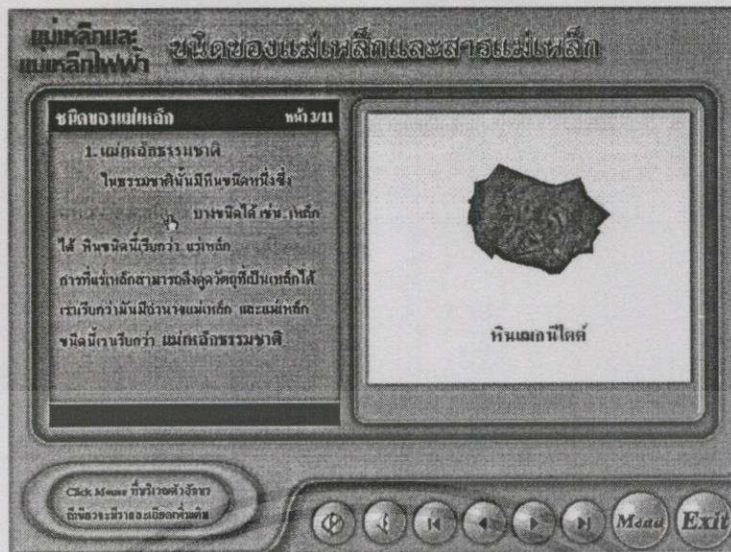
กรอบที่ 38



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก จะมีรายละเอียดของหัวข้อย่อแสดงที่หน้าจอ และเมื่อคลิกเมาส์จะเป็นการเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องชนิดของแม่เหล็กและสารแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 39



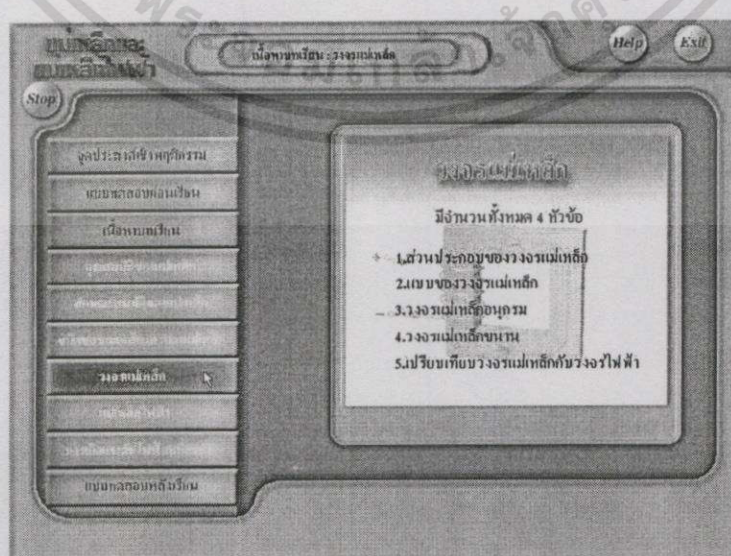
เนื้อหาบทเรียนที่เป็นไฮเปอร์เท็กซ์จะเป็นตัวอักษรสีเขียวและขีดเส้นใต้ เมื่อเลื่อนเมาส์ผ่าน เมาส์จะเปลี่ยนจากรูปลูกศรไปเป็นรูปมือ สามารถคลิกเมาส์เข้าไปดูเนื้อหาบทเรียนได้

กรอบที่ 40



เมื่อคลิกเมาส์ที่ไฮเปอร์เท็กซ์เข้าไปดูเนื้อหาบทเรียน

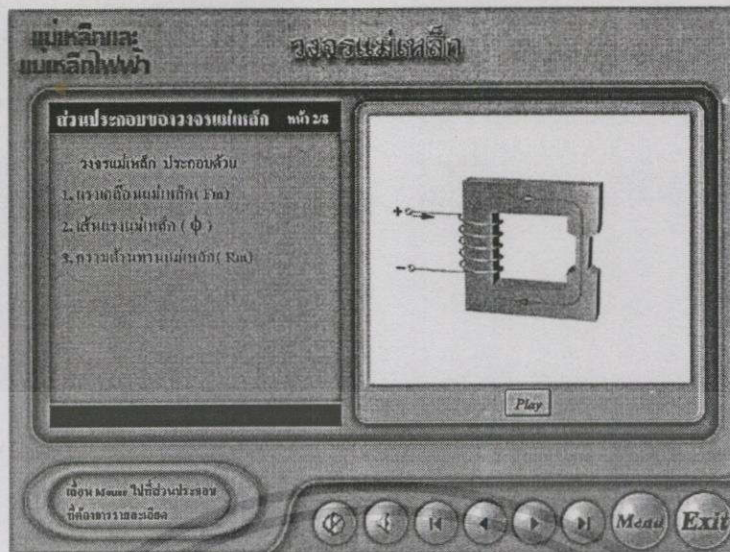
กรอบที่ 41



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มวงจรมแม่เหล็ก จะมีรายละเอียดของหัวข้อย่อยแสดงที่หน้าจอ และเมื่อคลิกเมาส์จะเป็นการเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องวงจรมแม่เหล็ก

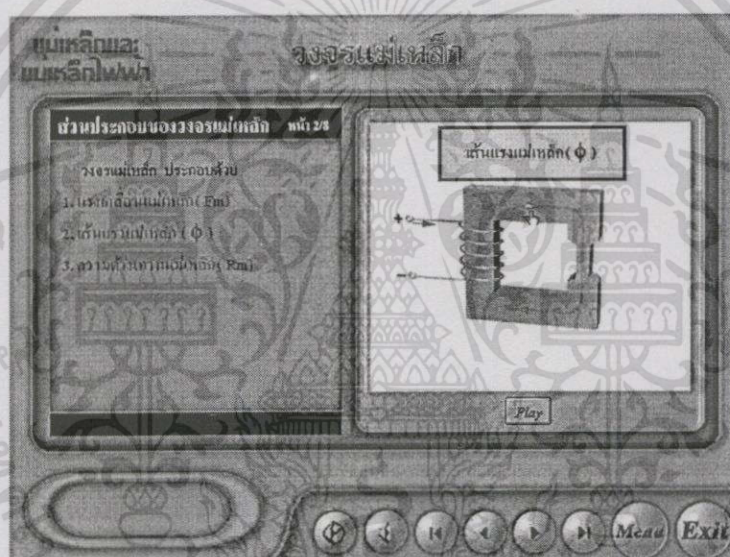
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 42



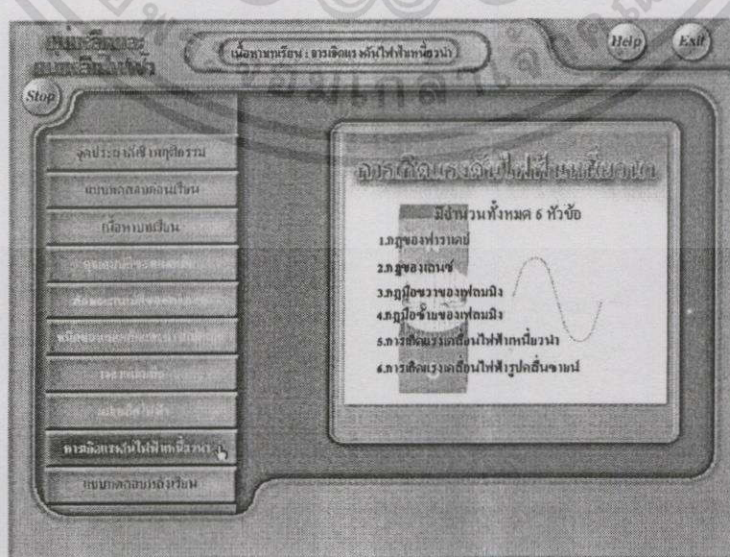
เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่บริเวณส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก จะแสดงชื่อของส่วนประกอบนั้นๆ ให้เห็น โดยจะมีหน้าต่างเล็กๆ คอยบอกขั้นตอนให้ผู้เรียนได้ทราบ

กรอบที่ 43



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่บริเวณส่วนประกอบของวงจรแม่เหล็ก จะแสดงชื่อของส่วนประกอบนั้นๆ ให้เห็น

กรอบที่ 44



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ จะมีรายละเอียดของหัวข้อย่อยแสดงที่หน้าจอ และเมื่อคลิกเมาส์จะเป็นการเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนเรื่องการเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 45

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า **การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ**

กฎของฟาราเดย์ หน้า 2/18

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's Law) ฟาราเดย์สรุปออกมาได้เป็น 2 กฎด้วยกัน ซึ่งรู้จักกันทั่วไปคือ

1. กฎข้อที่ 1 เมื่อโลกมีความเข้มสนามแม่เหล็กที่ตัดขวางนำเกิดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำนั้น หรือเมื่อโลกความถี่ความเข้มสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำเช่นเดียวกัน

Play : แสดงภาพต่อเนื่อง

ส่วนภาพเคลื่อนไหวจะมีปุ่ม Play ให้ผู้เรียนกดปุ่มดูภาพเคลื่อนไหวได้ตลอดเวลา จากรูปเมื่อตัวนำยังไม่เคลื่อนที่ผ่านเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น

กรอบที่ 46

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า **การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ**

กฎของฟาราเดย์ หน้า 2/18

กฎของฟาราเดย์ (Faraday's Law) ฟาราเดย์สรุปออกมาได้เป็น 2 กฎด้วยกัน ซึ่งรู้จักกันทั่วไปคือ

1. กฎข้อที่ 1 เมื่อโลกมีความเข้มสนามแม่เหล็กที่ตัดขวางนำเกิดการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำนั้น หรือเมื่อโลกความถี่ความเข้มสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำเช่นเดียวกัน

Play

เมื่อกดปุ่ม Play แสดงภาพเคลื่อนไหว จะเห็นตัวนำเคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็กทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้น ตั้งเกิดได้จากเข็มโวลท์มิเตอร์เคลื่อนที่

กรอบที่ 47

แม่เหล็กและแม่เหล็กไฟฟ้า **การเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ**

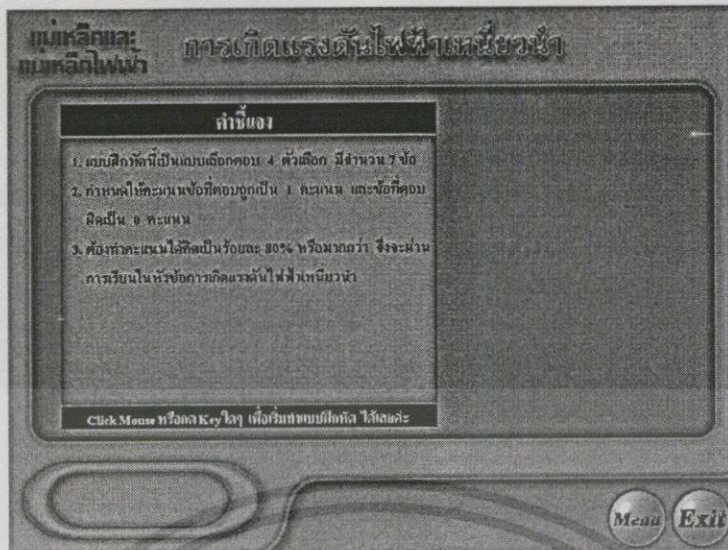
การเคลื่อนที่ของขดลวดเหนี่ยวนำ หน้า 2/18

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจากการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้ากับขดลวด โดยพิจารณาขดลวดไม่วางไว้ในสนามแม่เหล็ก และหมุนขดลวดนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ตัดกับขดลวดนั้นจะเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้ากระแสสลับ

Play

เมื่อกดปุ่ม Play แสดงภาพเคลื่อนไหว จะเห็นขดลวดเริ่มหมุนไปในตำแหน่งต่างๆทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเกิดขึ้นมากขึ้นหรือน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับตำแหน่งของขดลวด

กรอบที่ 48



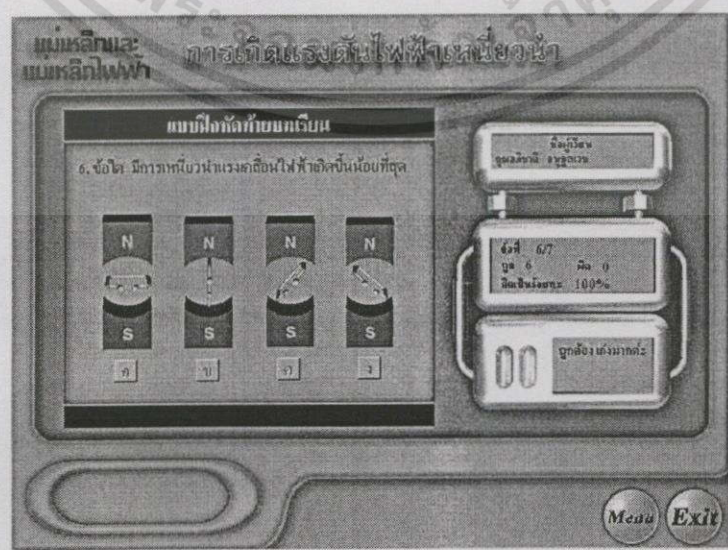
เมื่อเข้าสู่การทำแบบฝึกหัดท้ายเรียน จะมี คำชี้แจงในการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เช่น มีจำนวนที่ข้อ จะต้องทำให้ผ่าน 80% ถึงจะสามารถไปเรียนหัวข้อต่อไปได้ ถ้าไม่ผ่านต้องกลับไปเรียนใหม่

กรอบที่ 49



แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ข้อที่ 1 จะมีหน้าจอแสดงชื่อผู้เรียน ข้อที่ จำนวนข้อที่ตอบถูก จำนวนข้อที่ตอบผิด คะแนนที่ทำได้ คิดเป็นร้อยละ และการตอบสนองที่มีต่อ คำตอบของผู้เรียน

กรอบที่ 50



ในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน จะใช้ภาพกราฟิก 3 มิติ ทำให้ทุกอย่างเหมือนของจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 51



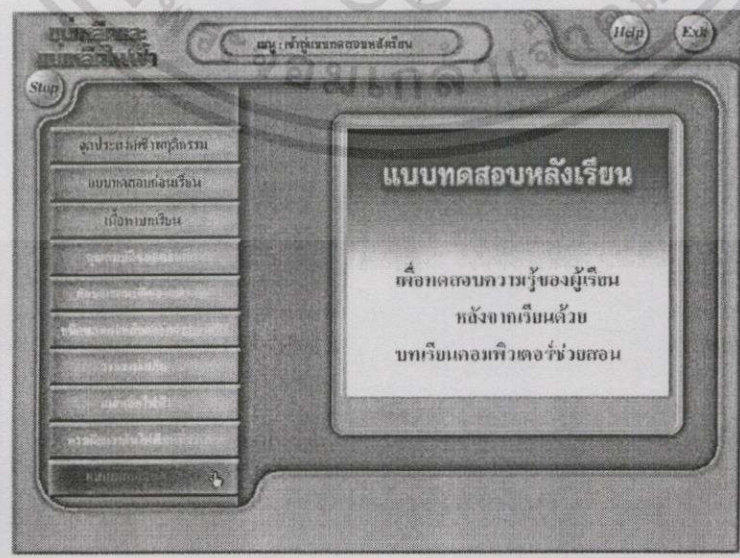
ในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ที่มีโจทย์ที่เป็นคำถาม จะมีการคำนวณ จะมีปุ่มให้สามารถเรียกเครื่องคิดเลขมาใช้ได้

กรอบที่ 52



เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนผ่าน 80% ผู้เรียนสามารถไปเรียนในหัวข้อต่อไป โดยจะมีหน้าจอเล็กๆ คอยบอกขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องทำต่อไป

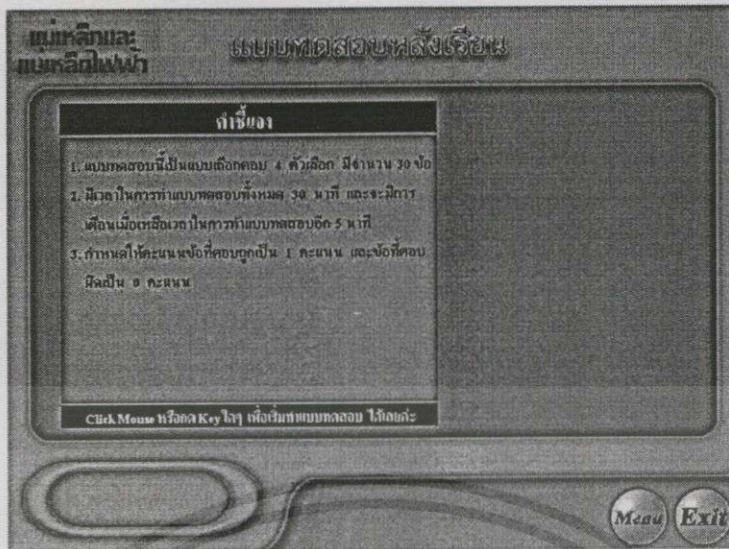
กรอบที่ 53



เมื่อเลื่อนเมาส์ไปที่ปุ่มแบบทดสอบหลังเรียน จะมีรายละเอียดแสดงที่หน้าจอ และเมื่อคลิกเมาส์จะเป็นการเข้าสู่ส่วนแบบทดสอบหลังเรียน

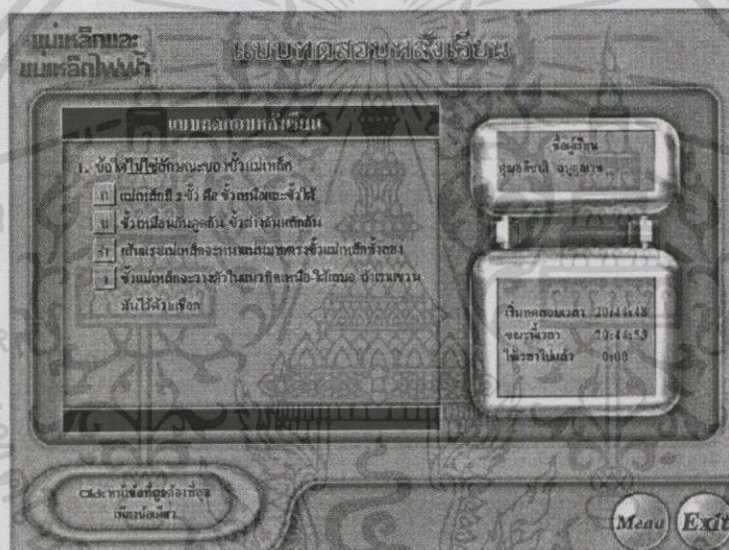
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 54



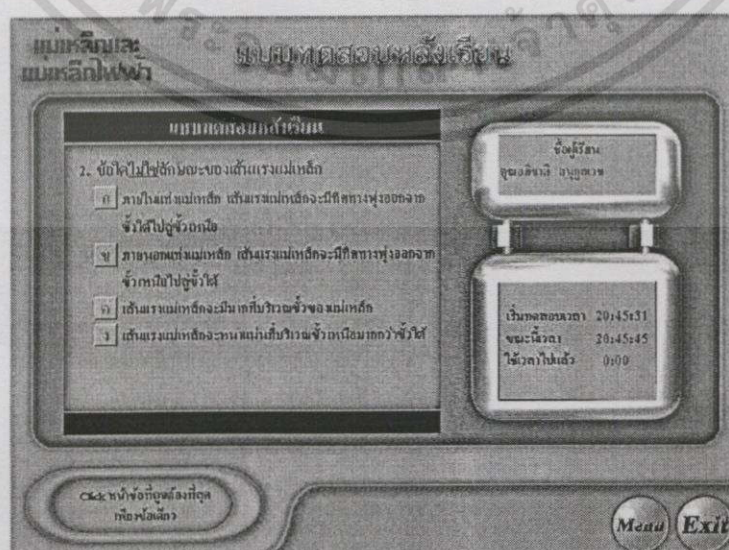
แบบทดสอบหลังเรียน จะมีคำชี้แจงในการทำแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

กรอบที่ 55



ในแบบทดสอบหลังเรียน จะมีหน้าจอแสดงชื่อผู้เรียน นาฬิกาที่บอกเวลาเริ่มทำแบบทดสอบ เวลาปัจจุบัน และเวลาที่ใช้ไปแล้ว

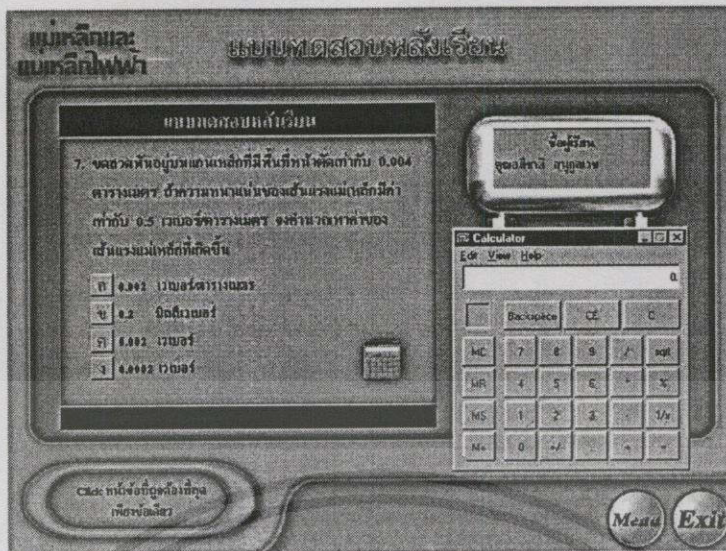
กรอบที่ 56



ในแบบทดสอบหลังเรียน จะมีหน้าจอเล็กๆคอยแนะนำในการทำแบบทดสอบตลอดเวลา

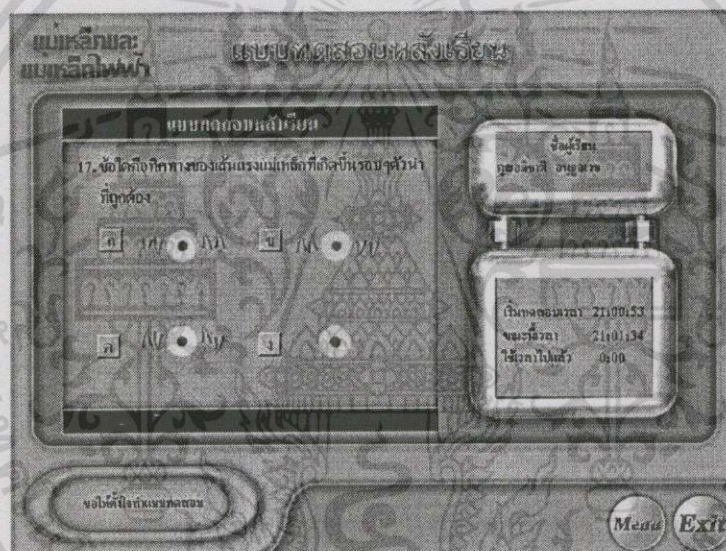
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 57



ในแบบทดสอบหลังเรียน ที่มีโจทย์ที่เป็น การคำนวณ จะมีปุ่ม ให้สามารถเรียก เครื่องคิดเลขมาใช้ได้

กรอบที่ 58



ในแบบทดสอบหลังเรียน จะมีหน้าจอเล็กๆ คอยให้กำลังใจในการทำแบบทดสอบตลอดเวลา

กรอบที่ 59



ในแบบทดสอบหลังเรียน จะมีการเตือนด้วยเสียงเมื่อเหลือเวลาในการทำแบบทดสอบอีก 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบที่ 60



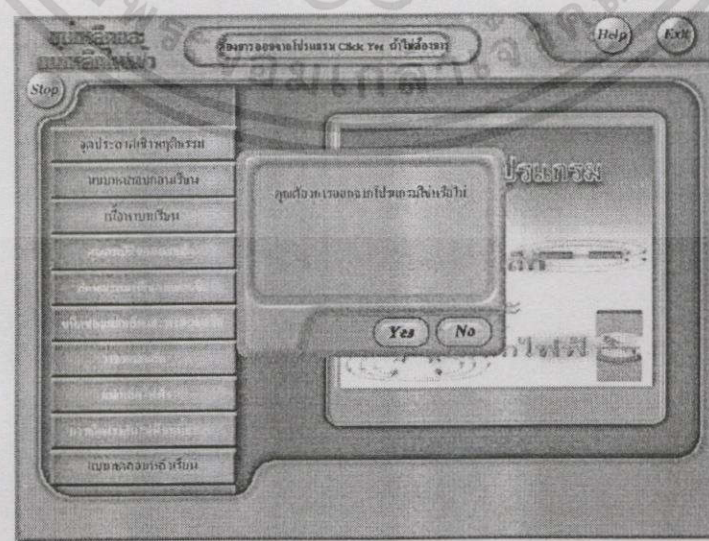
เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนครบ 30 ข้อ หรือหมดเวลา 30 นาที โปรแกรมจะทำการประเมินผลการเรียนของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้ทราบพร้อมทั้งให้กำลังใจหรือชมเชย

กรอบที่ 61



เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนจบหรือต้องการออกจากบทเรียน สามารถคลิกปุ่ม Exit ที่หน้าจอเมนูบทเรียนหรือหน้าจอใดที่มีปุ่ม Exit อยู่

กรอบที่ 62



เมื่อกดปุ่ม Exit จะมีหน้าจอถามว่าต้องการออกจากโปรแกรมใช่หรือไม่ ถ้าใช่คลิกที่ปุ่ม Yes ถ้าไม่ต้องการคลิกที่ปุ่ม No

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายอภิชาติ อนุกุลเวช
วัน เดือน ปีเกิด	2 กรกฎาคม 2513
สถานที่เกิด	อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	16 หมู่ 3 ตำบลหนองอิรุณ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (20220)
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ตำบลหนองซาก อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี(20170)
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2535 สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2544 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา

จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

