สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE RESULTS OF TEACHING SCIENCE BY THE AID OF LEARNING MATERIALS THAT EFFECT ON STUDENT ACHIEVEMENT IN SCIENCE CONCEPT AND SCIENCE PROCESS SKILL OF MATTAYOMSUKSA 3 STUDENTS

T033380

อิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร
ISARA CHAIPUNVIRIYAPORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2542

ISBN 974-622-438-7

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....33380
วัน, เดือน, ปี.....2 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE RESULTS OF TEACHING SCIENCE BY THE AID OF LEARNING MATERIALS THAT EFFECT ON STUDENT ACHIEVEMENT IN SCIENCE CONCEPT AND SCIENCE PROCESS SKILL OF MATTAYOMSUKSA 3 STUDENTS

ISARA CHAIPUNVIRIYAPORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
1999

ISBN 974-622-438-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 1999

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
นักศึกษา	นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร
รหัสประจำตัว	40064221
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.อนันต์ จันทร์กวี อาจารย์ จิตต์ใส ผดุงรัตน์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียนจำนวน 44 คน รวม 90 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกนักเรียนห้องที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว305 ภาคเรียนที่ 1 ที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจายของแต่ละห้องเรียน และใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง กลุ่มควบคุม 1 ห้อง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เอกสารประกอบการเรียน ว306 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ที่มีความเชื่อมั่น .83 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่มีความเชื่อมั่น .81 แบบแผนการวิจัยครั้งนี้คือ Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t-test แบบ Independent Samples ชนิด Pooled Variance ในรูป Gain Score

ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียน สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Results of Teaching Science by the Aid of Learning Materials that Effect on Student Achievement in Science Concept and Science Process Skill of Mattayomsuksa 3 Students
Student	Mrs. Isara Chaipunviriyaporn
Student ID.	40064221
Degree	Master of Science
Programme	Science Education
Year	1999
Thesis Advisor	Assist. Prof. Dr. Punnee Leekichwatana
Thesis Co-advisor	Dr. Anan Chankawee
	Mrs. Jitsai Padungrat

ABSTRACT

This research was aimed at comparing the students' achievement in science concept and science process skill at Mattayomsuksa 3 students, who learn by aid of learning materials and conventional method.

The population of this study were secondary school student at Ladplakhao Pittayakom school, Bangkok in Mattayomsuksa 3 during second semester in B.E 2541 Education year. Two comparable classes were selected for sample of the study by means of comparing their achievement in science subject (means, standard deviations and coefficient of variations) at the previous semester. The two classes were assigned into experimental group and controlled group by random sampling. One class of 46 students was assigned to be experimental group while the other of 44 students were assigned to be controlled group. Total of 90 students together. The instruments used were : aid of learning materials, achievement test in science concept with the reliability of .83 and achievement test in science process skill with the reliability of .81 This study was designed by using the Nonrandomized Control Group Pretest Posttest design. The data were analized by using independent type t-test (Gain score).

The research finding Indicated that : Achievement in science concept at Mattayomsuksa 3 students using the aid of learning materials different from achievement in science learning by conventional method statistically nonsignificant at the level of .05. Achievement in science process skill at Mattayomsuksa 3 students using the aid of learning materials had higher achievement in science than learning by conventional method statistically significant at the level of .05.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.อนันต์ จันทร์กวี และอาจารย์จิตต์ใส ผดุงรัตน์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ตลอดจนได้กรุณาแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล และ ดร.วิไลพร วุรจิตตานนท์ และอาจารย์ทุกๆท่าน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไข เพื่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์ปลองยุทธ อินทพันธุ์ ผู้อำนวยการโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม ผู้ช่วยผู้อำนวยการทุกท่าน อาจารย์ประจำทุกหมวดวิชา และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์ ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ รุ่นพี่ และรุ่นน้อง ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ เป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณพ่อแม่ ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

อิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย----I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ----II

กิตติกรรมประกาศ----III

สารบัญ----IV

สารบัญตาราง----VI

สารบัญภาพ----VII

บทที่ 1 บทนำ----1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา----1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย----4

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย----4

1.4 สมมติฐานการวิจัย----6

1.5 ขอบเขตของการวิจัย----6

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย----7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง----9

2.1 เอกสารประกอบการเรียน----9

2.2 หน่วยการเรียนการสอน----14

2.3 มโนทัศน์----18

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์----38

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน----56

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย----61

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง----61

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย----62

3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล----68

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล----71

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล----71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล----74

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ----77

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย----77

5.2 สมมติฐานการวิจัย----77

5.3 กลุ่มตัวอย่าง----77

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย----78

5.5 วิธีดำเนินการวิจัย----78

5.6 สรุปผลการวิจัย----79

5.7 อภิปรายผลการวิจัย----79

5.8 ข้อเสนอแนะ----81

บรรณานุกรม----84

ภาคผนวก----92

ภาคผนวก ก เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306----93

ภาคผนวก ข แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านโมทัศน์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์----285

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน----309

ภาคผนวก ง คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์----314

ภาคผนวก จ ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์----316

ภาคผนวก ฉ รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ----318

ภาคผนวก ช หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย----325

ประวัติผู้เขียน----328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 สรุปผลการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2540----------2

3.1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541----------62

3.2 แบบแผนการวิจัย---------- 69

3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนและการสอนตามปกติ-------70

4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม----------75

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม----------76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า
2.1 ขั้นตอนการเขียนเอกสารทางวิชาการ----------12
2.2 แสดงขั้นตอนในการสร้างหน่วยการเรียนการสอน----------17
2.3 แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมาย
ซึ่งเกิดจากการได้รับข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้----------19
2.4 แสดงกระบวนการสร้างมโนทัศน์----------27
2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต่าง ๆ จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง----------41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยมีมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นราชธานี โดยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชทรงสนพระทัยศึกษาเกี่ยวกับดาราศาสตร์ ต่อมาในสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น ในสมัยของพระบาทสมเด็จพระนั่งเกล้าเจ้าอยู่หัวพระองค์ทรงรวบรวมตำราเกี่ยวกับวิชาแพทย์และดาราศาสตร์จารึกไว้บนแผ่นศิลาจารึก และเขียนเป็นภาพไว้ที่ผนังวัดพระเชตุพนให้ประชาชนผู้สนใจได้ศึกษาหาความรู้ ในสมัยของพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวพระองค์ทรงสนพระทัยศึกษาวิชาดาราศาสตร์ จนสามารถทำนายสุริยุปราคาที่จะเกิดขึ้นได้ การศึกษาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ต้นมาจนถึงระยะนี้เป็นการศึกษาที่ไม่มีระบบไม่มีระเบียบแบบแผน (พนัส วิมุกตายน. 2521 : 1)

การศึกษาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยอย่างมีระเบียบแบบแผนนั้น พนัส วิมุกตายน (2521 : 1) และ สุวพร เซ็มเฮง (2535 : 6) ได้กล่าวในแนวเดียวกันคือ การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้บรรจุอยู่ในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการตั้งแต่ปี พ.ศ.2438 นับแต่นั้นเป็นต้นมาก็ได้มีการจัดทำหลักสูตรให้สอดคล้องกับยุคสมัย และการนำไปใช้ได้แก่หลักสูตร พ.ศ. 2448 หลักสูตร พ.ศ. 2454 หลักสูตร พ.ศ. 2471 จนถึงหลักสูตร พ.ศ. 2503 อย่างไรก็ตาม ลักษณะของหลักสูตรที่นำไปใช้ในการเรียนการสอนก็ยังเน้นครูเป็นศูนย์กลางเหมือนเดิม

เมื่อมีการจัดตั้งสถาบันระดับชาติขึ้นเพื่อพัฒนาหลักสูตรและปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของประเทศ คือ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในปี พ.ศ. 2515 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์หลายวิชาและหลายระดับเป็นลำดับเรื่อยมา จนกระทั่งได้พัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปสำหรับมัธยมศึกษาตอนต้นบังคับใช้ทั่วประเทศ ใน พ.ศ. 2521 ซึ่ง ทิพย์อาภา บุญรัตน์ (2531 : 22) ศึกษาพบว่าหลักสูตร พ.ศ.2521 ที่พัฒนาขึ้นมาโดย สสวท. นั้น ส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียนด้านต่าง ๆ สูงกว่าหลักสูตร พ.ศ.2503 แต่อย่างไรก็ตาม หลักสูตร พ.ศ. 2521 ในระยะแรกมีปัญหาด้านความพร้อมของครู แบบเรียน อุปกรณ์การทดลอง ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผล นอกจากนี้ยังมีปัญหาการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่ง ก่อ สวัสดิพานิชย์ (2531 : 100-104) พรชัย มาตังคะสมบัติ และพิจิตต รัตตกุล (2531 : 52-61) มีความเห็นสอดคล้องกันในเรื่องการจัดการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นว่าควรสอนวิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปธรรมและเห็นตัวอย่างจริงในท้องถิ่นหรือในชีวิตประจำวัน เช่น ศึกษาจากหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ หรือวิทยุ จะได้เนื้อหาที่ทันสมัย (Update) จากปัญหาในหลายๆ ด้าน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงได้ปรับปรุงหลักสูตร พ.ศ. 2521 เป็นหลักสูตร พ.ศ. 2521

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบัน เน้นการสอดแทรกเทคโนโลยีเข้าไปในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน สภาพท้องถิ่น และการพัฒนาประเทศ (สุวพร เซ็มเฮง. 2535 : 9) แต่ในทางปฏิบัติผู้สอนให้ความสำคัญต่อการศึกษาต่อมากกว่าให้ความสำคัญในเรื่องการเรียนการสอน ดังปรากฏในการศึกษาผลการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัย ปีการศึกษา 2518 - 2534 ของ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2536 : 88-97) พบว่า งานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มักทำในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 ส่วนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการทำวิจัยน้อย เพราะไปมุ่งเน้นที่การเรียนต่อเป็นสำคัญ จึงทำให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนไม่บรรลุตามเป้าประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ได้ทำการประเมินผลคุณภาพการศึกษาปีการศึกษา 2538 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัดกรมสามัญศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดีร้อยละ 5.63 เกณฑ์พอใช้ร้อยละ 75.79 และเกณฑ์ปรับปรุงร้อยละ 18.58 และความสามารถในการแก้ปัญหาพบว่าอยู่ในระดับดีร้อยละ 7.84 พอใช้ร้อยละ 74.68 และปรับปรุงร้อยละ 17.48 (กรมวิชาการ. 2538 : 16-17) จากการประเมินผลของกรมวิชาการพบว่านักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งตรงกับผู้วิจัยได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 รายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้เช่นกันดังตาราง

ตารางที่ 1.1 สรุปผลการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

จำนวนนักเรียนทั้งหมด (คน)	สรุปผลการเรียน							หมายเหตุ
	จำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน					จำนวนนักเรียนที่มีผลการเรียน		
	4	3	2	1	0	ร	มส	
499	18	54	115	272	37	3	-	

หมายเหตุ คัดลอกจากสมุดประเมินผลรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

จากปัญหาดังกล่าว ทำให้นักการศึกษามุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนและสื่อการสอนหลายรูปแบบ โดยเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มิใช่การสอนที่เป็นการถ่ายทอดความรู้จากครูแต่เพียงฝ่ายเดียว ซึ่งการเรียนรู้ของนักเรียนมีวิธีการที่หลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทุกสถานที่ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนจะต้องเรียนรู้มีจำนวนมาก จึงต้องมีการจัดความรู้เดิมและความรู้ใหม่ให้สัมพันธ์กัน เรียกว่า มโนทัศน์ (Concept) จากงานวิจัยของจรรจา สุวรรณทัต (2519 : 49) พบว่าการมีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์นั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างมากกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่ง พนัส หันนาคินทร์ (2526 : 97) ได้กล่าวเกี่ยวกับการสอนมโนทัศน์ว่า การที่นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนมาแล้วย่อมจะเป็นการลดสิ่งที่จะต้องจดจำรายละเอียดลงได้อย่างมาก การที่นักเรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนนี้เป็นการแสดงว่า นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างดี

เนื่องจากธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ มโนทัศน์ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี และกฎต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ กับส่วนที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่ใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Robinson. 1972 : 48 และสมจิต สวธนไพบูลย์. 2526 : 11-12) การที่จะใช้กระบวนการหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้ประสบผลสำเร็จได้ด้วยดีนั้น จำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน ซึ่ง วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2532 : 5) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญา (Intellectual Skill) ที่นักวิทยาศาสตร์ และผู้ที่นำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาศึกษาค้นคว้า สืบเสาะ หาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรแสวงหาวิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานด้านเนื้อหาวิชาอย่างเพียงพอ และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีควบคู่กันไป ก็จะส่งผลให้นักเรียนนั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (ไสว ฟักขาว. 2537 : 12)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาเอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ด้วยการสอดแทรกกระบวนการเรียนการสอนด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 บทที่ 16 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน เนื่องจากเนื้อหาบทนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับหน้าที่ หลักการทำงาน และการคำนวณของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่นักเรียนส่วนใหญ่สับสน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่าบทเรียนอื่น ๆ นอกจากนี้ ในบทนี้ยังมีกิจกรรมการทดลองหลายเรื่อง ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะคัดเลือกมาสร้างเป็นเอกสารประกอบการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม โดยมีความคาดหวังว่าการใช้เอกสารประกอบการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้จะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากการสอนตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียน กับการสอนตามปกติ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับเอกสารประกอบการเรียน

1.3.1.1 แนวคิดในการสร้างเอกสารประกอบการเรียน

ผู้วิจัยได้สร้างเอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเชิงวิชาการตามแนวความคิดและรูปแบบบางส่วนของเอกสารการสอนชุดวิชาของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชที่จัดทำเป็นหน่วยการเรียนการสอน โดยนำเนื้อหาจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 บทที่ 16 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน มาแบ่งออกเป็น 3 หน่วย ดังนี้ หน่วยที่ 1 เรื่องอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่องกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าซึ่งแต่ละหน่วยประกอบด้วย

1. วิธีการศึกษา
2. แผนการสอนประจำหน่วย ประกอบด้วย ชื่อหน่วย มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมระหว่างเรียน สื่อการสอน และประเมินผล
3. แผนการสอนแต่ละตอน ประกอบด้วย หัวเรื่อง มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา และกิจกรรมซึ่งประกอบด้วย

- แบบฝึกหัดตอนที่ 1 เป็นคำถามแบบอัตนัย โดยให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากศึกษาเอกสารประกอบการเรียน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดในเรื่องนั้น ๆ
- แบบฝึกหัดตอนที่ 2 เพื่อวัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
- กิจกรรมการทดลองที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลองและทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บทสรุป

5. บรรณานุกรม

1.3.1.2. แนวการสอนให้เกิดมโนทัศน์ ใช้กระบวนการสร้างมโนทัศน์ของ Lovell (1966 : 12-13) ดังนี้

1.. กระบวนการรับรู้ (Perception)

2. การย่นย่อ (Abstraction)

3. การสรุปครอบคลุม (Generalization)

โดยผู้วิจัยได้นำมาปรับให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอน โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารประกอบการเรียนและสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหานำมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน และร่วมกันสรุปเป็นความรู้ใหม่และนำมาสัมพันธ์กับความรู้เดิม

1.3.2 กรอบแนวคิดในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์

ผู้วิจัยได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์จาก Cunningham (1971 : 268-A) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2538 : 3-16) เกี่ยวกับการวัดผลด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Klopfer โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ตามลำดับดังนี้

1. ความรู้ความจำ

2. ความเข้าใจ

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์มาใช้ในเอกสารประกอบการเรียนเพียง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

1.3.3 กรอบแนวคิดในการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากแนวคิดของคณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education) ของสมาคม AAAS (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33-176) 5 ทักษะ ได้แก่

1. การตั้งสมมติฐาน

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

4. การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

และได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากอดิศร มณีศิริ (2537) และมณีรัตน์ เกตุไสว (2540) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะมาใช้ในเอกสารประกอบการเรียนด้วย

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนแตกต่างกับการสอนตามปกติ

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนแตกต่างกับการสอนตามปกติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541

1.5.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 12 ห้องเรียน จำนวน 518 คน

1.5.2. กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 2 ห้องเรียน โดยใช้วิธี เลือกจากห้องเรียนที่มีค่าคะแนนเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์การกระจาย ในรายวิชา ว305 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ใกล้เคียงกันมากที่สุด และจับฉลากเลือกเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้อง กลุ่มควบคุม 1 ห้อง

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่วิธีการสอน แบ่งเป็น 2 วิธีคือ

1. การสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน
2. การสอนตามปกติ

1.5.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการสอนเป็นรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทที่ 16 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน โดยนำมาจัดทำเป็นเอกสารประกอบการเรียน แบ่งออกเป็น 3 หน่วย หน่วยที่ 1 อุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

1.5.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ใช้เวลาในการทดลองจำนวน 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ ตั้งแต่วันที่ 5 -9 ตุลาคม และวันที่ 26 ตุลาคม – 27 พฤศจิกายน 2541 รวม 6 สัปดาห์

1.5.6 วิธีสอน นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมสอนตามปกติ

1.5.7 ผู้สอน ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนทั้ง 2 กลุ่ม

1.6 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.6.1 เอกสารประกอบการเรียน หมายถึง เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 ซึ่งเป็นเอกสารเชิงวิชาการที่ช่วยในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งเป็นเอกสารที่นำเนื้อหาจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทที่ 16 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านมาแบ่งออกเป็น 3 หน่วยคือ หน่วยที่ 1 เรื่อง อุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่องกำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า

1.6.2 การสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน หมายถึง การสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยการให้นักเรียนสรุปความรู้เดิม ส่วนขั้นสอนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาเอกสารประกอบการเรียนเพื่อสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหานำมาอภิปรายร่วมกัน สรุปเป็นความรู้ใหม่ที่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมและให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองปฏิบัติตามใบงานกิจกรรมที่มีการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ ประเมินผลจากการอภิปรายและใบงานของนักเรียน

1.6.3 มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เกิดจากความเข้าใจเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต จากความรู้เดิมเชื่อมกับความรู้ใหม่ นำมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมีความหมาย

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ หมายถึง ผลการตรวจสอบความสามารถในการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์ โดยใช้แบบทดสอบที่วัดด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามกรอบแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2538.: 3-16) ที่ปรับปรุงมาจากแนวคิดของ Klopfer เพียง 3 ด้านดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ สร้างข้อสรุป ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟ แผนภูมิ และแผนภาพ ได้

3. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

1.6.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลการตรวจสอบความสามารถที่ได้จากการเรียนรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ คือ

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ก่อนการทดลอง

2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการให้ความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งต้องสังเกต วัด หรือนำมาปฏิบัติได้

3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมในสถานการณ์หนึ่ง ๆ

4. ทักษะการทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติเพื่อหาคำตอบแบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

5. ทักษะการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายของข้อมูลและสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

1.6.6 การสอนตามปกติ หมายถึง การสอนตามแนวแบบเรียน และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 หลักสูตร พ.ศ.2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บทที่ 16 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ในเรื่องผลการสอน โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้ดำเนินการค้นคว้า รวบรวมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 เอกสารประกอบการเรียน

2.2 หน่วยการเรียนการสอน

2.3 มโนทัศน์

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.1 เอกสารประกอบการเรียน

2.1.1 ความหมายของเอกสารประกอบการเรียน

เอกสารประกอบการเรียนจัดเป็นงานทางวิชาการประเภทหนึ่ง (ทัสนี วงศ์ยืน. 2537 : 362) ซึ่งศิริเพ็ญ มากบุญ (ม.ป.ป. : 3) กล่าวว่า เอกสารประกอบการเรียนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาชนิดหนึ่งที่ครูสามารถคิดทำขึ้น เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน

ม.ล.บุญเหลือ เทพยสุวรรณ (2523 : 5-6) ได้ให้ความหมายงานเขียนเชิงวิชาการหมายถึง หนังสือที่ให้ความรู้ทางวิชาการซึ่งมีลักษณะกว้าง ๆ ดังนี้

1. เป็นหนังสือที่มุ่งให้ความรู้
2. มีการลำดับขั้น
3. ใช้ศัพท์และสำนวนที่มีความหมายเชิงวิชาการ
4. ความรู้ที่บรรจุในหนังสือนั้น จะต้องเป็นความรู้ที่คนในวงวิชาการเดียวกันรับรองแล้ว
5. ผู้เขียนต้องบอกแหล่งที่มาของความรู้นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 องค์ประกอบสำคัญของเอกสารประกอบการเรียน

ปรีชา ทิชินพงศ์ (2535 : 6) ได้จัดองค์ประกอบที่สำคัญของงานเขียนเชิงวิชาการดังนี้

1. รูปแบบ มี 3 ส่วน คือ

1.1 ส่วนประกอบตอนต้นประกอบด้วย ปกใน คำนำ สารบัญ บัญชีตาราง บัญชีภาพประกอบ

1.2 ส่วนเนื้อเรื่อง ประกอบด้วย ตอนนำ ตอนตัวเรื่อง และตอนลงท้าย

1.3 ส่วนประกอบตอนท้าย ประกอบด้วย หน้าบอกตอน บรรณานุกรม ภาคผนวก อภิธานศัพท์ และประวัติย่อของผู้เขียน

2. เนื้อหา มีเนื้อหาที่มุ่งเน้นให้ความรู้ ความคิด และความคิดเห็นเป็นสำคัญ เนื้อหามีสาระประโยชน์ มีการลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนและความรู้ในเนื้อหาต้องเป็นความรู้ที่คนในวงวิชาการเดียวกันรับรอง

3. ภาษา การใช้ภาษาค่อนข้างเป็นทางการ และถูกต้องตามหลักภาษาไทย โดยยึดพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 เป็นหลัก การเขียนคำภาษาต่างประเทศ นิยมใส่ไว้ในวงเล็บ ข้างหลังคำไทย มีการเขียนทับศัพท์คำที่มาจากภาษาต่างประเทศ มีการใช้แผนภูมิและตารางประกอบ มีการใช้เชิงอรรถ และบรรณานุกรม ในการอ้างแหล่งข้อมูล และมีการใช้ภาษาที่มุ่งเน้นเสนอแต่ข้อเท็จจริงเป็นสำคัญ ปราศจากการสอดแทรกความรู้สึกหรืออารมณ์ของผู้เขียนลงไป

2.1.3 ลักษณะเอกสารประกอบการเรียน

บันลือ พฤกษะวัน และดำรง ศิริเจริญ (2533 : 75-76) ได้กล่าวสรุปลักษณะตำราวิชาการที่ดีจะต้องช่วยขยายประสบการณ์แก่ผู้อ่านไว้ดังนี้

1. เนื้อหาวิชา หรือเรื่องราวที่เสนอจะต้องเป็นปัจจุบัน
2. แสดงให้เห็นวิวัฒนาการของเนื้อหาของเรื่องที่กล่าว
3. สามารถใช้คำพยากรณ์ หรือบ่งบอกแนวโน้มในอนาคตได้

2.1.4 ขั้นตอนการเขียนเอกสารประกอบการเรียน

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2532 : 14-16) ได้กล่าวไว้ในหนังสือคู่มือการวิจัย : การเขียนรายงาน การวิจัย และวิทยานิพนธ์ สรุปขั้นตอนการเขียน เอกสารทางวิชาการที่ถูกหลักเกณฑ์และมีคุณภาพ ซึ่งไม่ว่าจะเป็นผลงานในลักษณะใดล้วนใช้วิธีการเดียวกันทั้งสิ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกเรื่อง ควรพิจารณา ดังนี้

1.1 เรื่องที่ผู้เขียนมีพื้นความรู้หรือประสบการณ์กว้างขวางหรือลึกซึ้ง

1.2 เรื่องที่มีคุณค่า น่าสนใจ และมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

1.3 เรื่องที่สามารถหาเอกสารสำหรับค้นคว้าอ้างอิงได้สะดวกและเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสำรวจข้อมูลและศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ จากห้องสมุด

2.2 สำรวจเอกสารหรือผลงานที่มีผู้เสนอไว้แล้ว มีการอ้างอิงไว้ถูกต้องชัดเจน

2.3 เมื่อรวบรวมข้อมูลตรงกับเรื่องที่จะเขียนแล้ว ให้อ่านสรุปทำบรรณานุกรมตามรูปแบบที่ต้องการ เพื่อสะดวกในการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม

3. การวางโครงเรื่อง

3.1 กำหนดหัวข้อเรื่องที่จะเขียน นำข้อมูลต่าง ๆ มาลำดับความสำคัญเพื่อวางโครงเรื่อง

3.2 เลือกหัวข้อที่รวบรวมไว้แล้วจากข้อ 2 โดยเลือกหัวข้อเรื่องที่ตรงกับชื่อผลงานที่จะเขียน

3.3 กำหนดหัวข้อเรื่องให้มีความเหมาะสมมีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน

3.4 กำหนดรูปแบบการให้หมายเลขของหัวเรื่อง แล้วให้ใช้แบบเดียวกันโดยตลอด เช่น ถ้าหัวข้อแรกใช้ในรูปคำหรือวลี หัวข้ออื่น ๆ ก็ต้องเป็นคำหรือวลีแบบเดียวกันด้วย

3.5 หัวข้อเรื่องที่เลือกแล้วสามารถปรับใหม่ได้

4. การเขียนฉบับร่าง

4.1 ลงมือเขียนตามโครงเรื่อง เขียนไปทีละบทให้ได้ความคิดและสาระของเรื่องก่อนแล้วค่อยปรับปรุงการใช้ภาษาทีหลัง และอาจจะต้องค้นคว้าเพิ่มเติมรายละเอียดเพื่อให้เนื้อหาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

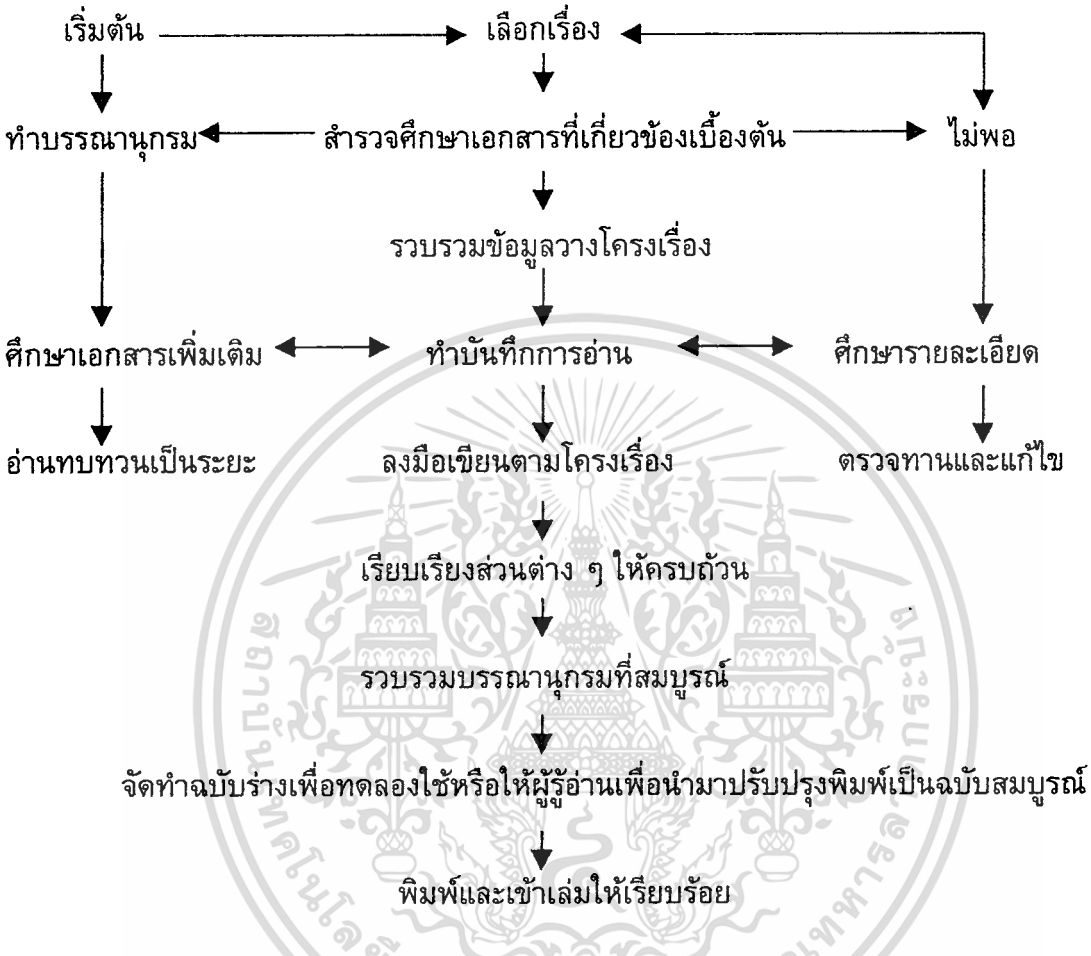
4.2 อ่านทบทวนปรับปรุงแก้ไขต้นฉบับบ่อย ๆจะทำให้เห็นภาพรวมชัดเจนขึ้น เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เกิดความคิดเห็นในการปรับปรุง แก้ไขเนื้อหา จะทำให้ได้ผลงานที่ดีและมีคุณค่าทางวิชาการ

4.3 พิจารณาการใช้ภาษา ตรวจสอบสำนวนภาษาข้อมูล และความถูกต้องของเนื้อหาให้มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกัน

4.4 จัดพิมพ์ฉบับร่าง ส่งให้ผู้รู้หรือเพื่อนช่วยอ่านและวิจารณ์ก่อนรวบรวมข้อวิจารณ์และข้อเสนอแนะที่ได้มา ประกอบการพิจารณาแก้ไขปรับปรุง แก้ไขแล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเขียนเอกสารทางวิชาการ



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการเขียนเอกสารทางวิชาการ

ที่มา : กานต์มณี ศักดิ์เจริญ, เดชา ลาภเอกอุดม และสุชาติ ไชยมะโน (2537 : 384)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตรวจทานและแก้ไข

เมื่อเขียนหรือพิมพ์เสร็จแล้ว นอกจากตรวจทานเกี่ยวกับเนื้อหา สาระ ความถูกต้องของข้อมูลสถิติ ความสอดคล้องกลมกลืนและต่อเนื่องของเนื้อหาสาระที่เขียนแล้ว จะต้องตรวจความถูกต้องด้านภาษา การพิมพ์เป็นพิเศษ

6. การประเมินคุณค่าของเอกสาร

เมื่อจัดทำเสร็จแล้ว ควรจะได้นำไปทดลองใช้เพื่อเป็นการประเมินคุณค่าของเอกสาร และควรรวบรวมผลการประเมิน แล้วนำมาแจ้งไว้ในเอกสารทางวิชาการเล่มที่จัดทำ และควรแจ้งถึงประเภทจำนวนผู้ใช้เอกสารนี้ จำนวนพิมพ์ จำนวนครั้งที่พิมพ์เอกสาร ถ้ามีการปรับปรุงแก้ไขในการพิมพ์ครั้งใดให้แจ้งด้วย

2.1.5 ประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียน

จากการที่ได้ทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียนกับนักเรียน สามารถสรุปประโยชน์ของเอกสารประกอบการเรียน ดังนี้

1. เอกสารประกอบการเรียน เปรียบเสมือนผู้ช่วยครูหรือตัวแทนครูที่สามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนอย่างทั่วถึงทุกคนเป็นอย่างดี

2. เอกสารประกอบการเรียนเป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น สนใจในการเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ดีขึ้น

3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง และสามารถเรียนได้ทั้งในเวลาเรียนและนอกเวลาเรียน ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4. เอกสารประกอบการเรียนใช้เสริมผู้เรียนที่เรียนช้าหรือขาดเรียน เพื่อให้มีโอกาสศึกษาเพิ่มเติมและทำความเข้าใจตามลำดับขั้นตอน

5. เอกสารประกอบการเรียนใช้เสริมผู้เรียนที่เรียนดี เนื่องจากเป็นเอกสารที่บรรจุเนื้อหาครบตามหลักสูตร และมีกิจกรรมหลากหลายที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน ทำให้นักเรียนที่เรียนดีได้พัฒนาความรู้ความสามารถได้อย่างเต็มที่ เป็นการเสริมแรงให้เกิดการใฝ่รู้ต่อไป

6. เอกสารประกอบการเรียน ใช้สำหรับผู้เรียนที่ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้เรียนสามารถศึกษาด้วยตนเองได้ตลอดเวลา

7. เอกสารประกอบการเรียน ใช้ส่งเสริมและฝึกฝนให้ผู้เรียนรู้จักใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการทำงานเป็นระบบกลุ่ม เป็นการระดมความคิดเพื่อช่วยกันแก้ปัญหาให้สำเร็จ วิธีการทางวิทยาศาสตร์จัดเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ เป็นแนวคิดหรือแนวทางในการดำเนินชีวิตในสังคมได้เป็นอย่างดี

8. เอกสารประกอบการเรียน สามารถเป็นครูอีกคนหนึ่งของโรงเรียน ที่สามารถแทนครูที่ไม่มาสอน หรือขาดครูที่จะทำการสอน ทางหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถใช้เอกสารประกอบการเรียน ให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองในคาบเรียนนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หน่วยการเรียนการสอน

2.2.1 ความหมายของหน่วยการเรียนการสอน

สถาบันวางแผนการศึกษาและการพัฒนาหลักสูตร สรุปความหมายของหน่วยการเรียนการสอนว่าเป็นบทเรียนสำเร็จรูปในตัวเอง ประกอบด้วยคำบรรยายและคำแนะนำซึ่งทำขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้มากกว่าที่จะให้ผู้สอนใช้ เป็นกลุ่มของอุปกรณ์การเรียนซึ่งประกอบด้วยหลักของบทเรียน คือ ความมุ่งหมาย กิจกรรม และการประเมินผล (สุภาลักษณ์ พงศ์สุธรรม. 2523 ; อ้างอิงมาจาก APEID. 1975 : 19-31)

บุญมี ก้อนทอง (2518 : 22) ได้กล่าวว่าหน่วยการเรียนการสอนเป็นบทเรียนที่สำเร็จในตัวสร้างขึ้นสำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง โดยมีวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้แน่นอน

2.2.2 ลักษณะของหน่วยการเรียนการสอน

Houston and others (อ้างใน สุภาลักษณ์ พงษ์สุธรรม. 2523 : 9) ได้สรุปลักษณะสำคัญของหน่วยการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นบทเรียนสำเร็จรูป (Total Program)
2. เน้นตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Emphasis)
3. มีจุดมุ่งหมายเป็นสำคัญ (Focus and Objective)
4. เป็นการเรียนรายบุคคลตามความสามารถของแต่ละบุคคล (Individualized and Personalized) เป็นการส่งเสริมเด็กในตัวเอง
5. เลือกกระทำกิจกรรมได้ตามความสนใจ (Variety of Modes)
6. เน้นที่กระบวนการ (Process)

2.2.3 รูปแบบของหน่วยการเรียนการสอน

หน่วยการเรียนการสอนมีรูปแบบที่ไม่คงที่แน่นอน ยืดหยุ่น และเปลี่ยนแปลงได้ตามความมุ่งหมายของการเรียนการสอน ลักษณะเนื้อหาวิชา และความเหมาะสมกับผู้เรียน รวมทั้งวิจารณญานของผู้สร้าง แม้ว่าส่วนประกอบของหน่วยการเรียนการสอนที่มีใช้ทั่วโลกจะไม่เหมือนกัน (ชูชาติ นาแสวง. 2521 : ก.18)

ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา (2530 : 73-82) ได้จัดรูปแบบของหน่วยการเรียนการสอน 7 ประการ ดังนี้

1. หลักการและเหตุผล (Rationale) มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ

1.1 เพื่ออธิบายวัตถุประสงค์ และความสำคัญของจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนการสอนในแง่การสำรวจข้อมูล ทฤษฎี และการปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 เพื่อจัดหน่วยการเรียนการสอนและจุดมุ่งหมายให้สอดคล้องกับหลักสูตรทั้งหมด หลักการและเหตุผล จะช่วยอธิบายถึงความสำคัญของหน่วยการเรียนการสอน และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาของหน่วยการเรียนการสอนที่กำลังเรียนอยู่กับเนื้อหาในหน่วยอื่น ๆ

2. จุดมุ่งหมาย (Objectives) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

2.1 จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน (Instructional Objectives) เป็นการระบุความสามารถที่ผู้เรียนต้องแสดงออก

2.2 จุดมุ่งหมายในการแสดงออก (Expressive Objectives) จะระบุเหตุการณ์ที่ผู้เรียนต้องมีประสบการณ์

จุดมุ่งหมายจึงเป็นส่วนที่ช่วยวางโครงสร้าง ของหน่วยการเรียนการสอน และช่วยเสนอแนะกิจกรรมการเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้บรรลุถึงสมรรถภาพตามที่ระบุไว้ หน่วยการเรียนการสอนแต่ละหน่วยจะแตกต่างกันตามจำนวนจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ แต่จุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน ควรจะอธิบายไว้อย่างชัดเจนถึงผลการเรียนที่คาดหวัง และจุดมุ่งหมายควรเขียนในลักษณะที่สามารถประเมินได้

3. ความรู้พื้นฐาน (Pre-requisites) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

3.1 ความสามารถพื้นฐานทั่วไป ที่จำเป็นในการเรียนหน่วยการเรียนการสอน

3.2 สมรรถภาพเฉพาะ ซึ่งได้มาแล้วในหน่วยการเรียนการสอนก่อน ๆ โดยทั่วไปผู้สร้างหน่วยงานการเรียนการสอน พยายามจัดให้มีความรู้พื้นฐานที่ต้องเรียนก่อนให้น้อยที่สุด ทั้งนี้ เพื่อยืดหยุ่นโปรแกรมการสอน นอกจากนี้การสร้างแบบประเมินผลเบื้องต้นควรครอบคลุมถึงความรู้พื้นฐานที่จำเป็นด้วย

4. การประเมินผลเบื้องต้น (Pre-Assessment) มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

4.1 เพื่อดูว่าผู้เรียนสามารถแสดงความรู้พื้นฐานนั้นๆ ก่อนเรียนหน่วยการเรียนการสอนได้หรือไม่ หรือควรจะฝึกความรู้ที่เป็นพื้นฐานก่อนเริ่มเรียน

4.2 เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถที่ระบุไว้ในหน่วยการเรียนการสอนที่กำลังจะเรียนแล้วหรือไม่ หรือผู้เรียนควรได้รับความช่วยเหลือในกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหน่วยการเรียนการสอน

4.3 เพื่อดูว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในบางส่วน ที่ระบุไว้ในหน่วยการเรียนการสอนหรือไม่ บทเรียนตอนใดที่ผู้เรียนมีความรู้แล้ว ผู้เรียนอาจจะเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนเพียงบางกิจกรรมซึ่งยังไม่ได้เรียนรู้เท่านั้น

โดยปกติการประเมินผลเบื้องต้นมักจะใช้การทดสอบโดยการเขียน อย่างไรก็ตามผู้สร้างหน่วยการเรียนการสอนควรพิจารณาถึงประโยชน์ของการทดสอบอย่างอื่นด้วย

5. กิจกรรมการเรียน (Instructional Activities) หมายถึง งานที่จะให้ผู้เรียนทำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และบรรลุถึงจุดมุ่งหมายที่ระบุไว้ กิจกรรมการเรียนควรมีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 กิจกรรมการเรียน ควรช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตน

5.2 กิจกรรมการเรียน ควรจะสนองความต้องการ ความสามารถ เจตคติ ความพร้อมของผู้เรียนแต่ละคน

5.3 กิจกรรมการเรียนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกกิจกรรมได้หลาย ๆ อย่าง

5.4 กิจกรรมแต่ละอย่างควรให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกหัดเท่าเทียมกัน หมายความว่ากิจกรรมแต่ละชนิดควรจะได้ผลเท่าเทียมกัน

6. การประเมินผลหลังการเรียน (Post-Assessment) อาจจะเหมือนหรือแตกต่างจากการประเมินผลเบื้องต้น การประเมินผลหลังการเรียนควรมีลักษณะ ดังนี้

6.1 ประเมินผลความรู้ ความสามารถทั้งหมดที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมายด้วยวิธีการที่เชื่อถือได้

6.2 ประเมินผลความรู้เฉพาะที่ระบุไว้ในจุดมุ่งหมาย หรือที่ระบุไว้เป็นพื้นฐานก่อนเรียนหน่วยการเรียนการสอน

6.3 การประเมินผลหลังการเรียน ควรจัดทำทั้งในระหว่างเรียน (Formative) และหลังเรียน (Summative)

6.4 การประเมินผลหลังการเรียน จะต้องเป็นจริงและมีเหตุผล โดยคำนึงถึงเวลาทั้งหมดของผู้สอน และผู้เรียน

7. การเรียนซ่อมเสริม (Remediation)

ความหมายของการสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนพิเศษนอกเหนือไปจากการสอนตามแผนการสอนโดยปกติ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในตัวนักเรียน เป็นการสอนเพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ใหม่ ๆ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษจากครู

การสอนซ่อมเสริมใช้กับผู้เรียน 2 ประเภท คือ

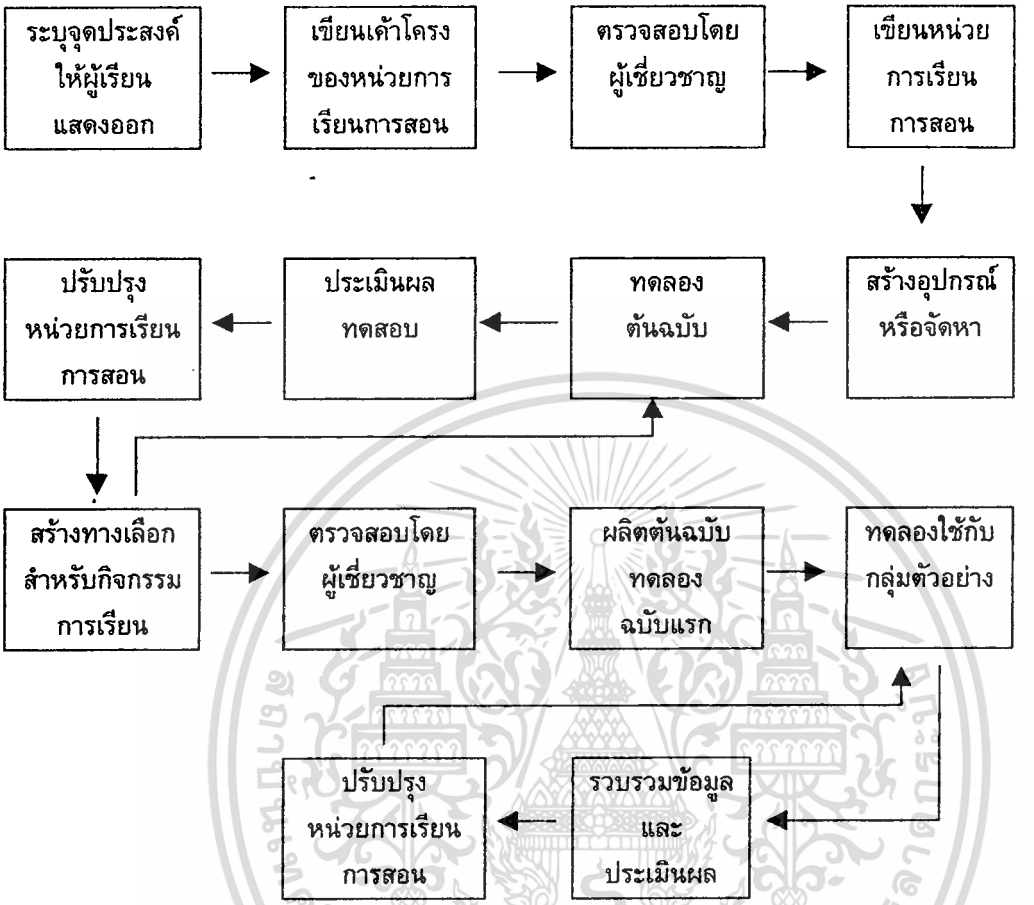
1. ผู้เรียนที่เรียนอ่อน เรียนไม่ทันเพื่อน เพื่อให้เรียนได้ทันเพื่อนในระดับเดียวกัน หรือผู้เรียนที่บกพร่องในด้านการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2. เด็กฉลาด เพื่อให้ได้ใช้ความสามารถที่มีอยู่ได้อย่างเต็มที่และเป็นไปในแนวทางที่ถูกที่ควรและเกิดประโยชน์

การเรียนซ่อมเสริมจะกำหนดไว้ในหน่วยการเรียนการสอนหรือไม่ก็ได้ เป็นกิจกรรมการเรียนที่จะช่วยเหลือผู้เรียนซึ่งไม่ผ่านการทดสอบหลังการเรียน การเรียนซ่อมเสริมอาจใช้กิจกรรมแบบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงได้ โดยทั่วไปผู้สอนและผู้เรียนจะกำหนดร่วมกันโดยพิจารณาจากความสามารถของผู้เรียนกับการประเมินผลหลังการเรียน แล่วช่วยกันตัดสินว่าจะใช้วิธีสอนอย่างใดจึงจะเป็นประโยชน์และได้ผลที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ขั้นตอนในการสร้างหน่วยการเรียนการสอน แสดงเป็นภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 2.2 แสดงขั้นตอนในการสร้างหน่วยการเรียนการสอน

ที่มา : Houston and others 1972 (อ้างใน สุภาลักษณ์ พงษ์สุวรรณ. 2523 :16)

วงจรข้อมูลย้อนกลับ (Feed back Loops) มีความสำคัญมากเป็นหลักประกันคุณภาพและทำให้มีการแก้ไขปรับปรุงหน่วยการเรียนการสอนได้อีกในโอกาสต่อไปสมรรถภาพที่ผู้เรียนแสดงออกจากการประเมินผล รวมทั้งเจตคติที่ผู้เรียนมีต่อหน่วยการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการปรับปรุงโปรแกรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2.3 มโนทัศน์

2.3.1 แนวคิดของออซูเบล

ทฤษฎีการเรียนรู้ของออซูเบล

Ausubel (1968) เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ที่เสนอทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (A theory of Meaningful Verbal Learning) การเรียนรู้ จะเกิดขึ้นได้ ถ้าความรู้ใหม่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งถือเป็นทฤษฎีพื้นฐานของการสร้างกรอบมโนทัศน์ ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีแนวคิดว่าครูจะสอนในสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิมที่อยู่ในโครงสร้างความรู้ (Cognitive Structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมอง และมีการจัดระบบไว้เป็นอย่างดี มีการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ที่ได้รับอย่างมีระดับชั้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลาที่ได้ประสบการณ์ใหม่ๆ (พรรณี อำไพวิทย์. 2538 : 15-16)

ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของออซูเบล ซึ่งมีแนวคิดว่าครูจะสอนสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับความรู้ที่นักเรียนมีอยู่เดิม ความรู้ที่มีอยู่เดิมนี้จะอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา (cognitive structure) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สะสมอยู่ในสมอง และมีการจัดระบบไว้อย่างดีมีการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เก่าและความรู้ใหม่อย่างมีระดับชั้น ดังนั้นโครงสร้างทางปัญญาจะใช้เป็นกรอบมโนทัศน์และใช้บันทึกประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ

โดยสรุปการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) จะเกิดขึ้นเมื่อความรู้ใหม่เชื่อมกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาเดิมที่มีอยู่ในสมอง ซึ่งออซูเบลเรียกว่ากระบวนการดูดซึม (Subsumption) หรือเรียกมโนทัศน์ที่เกิดจากการเชื่อมโยงนั้นว่าผู้ดูดซึม (Subsumer) แต่ถ้าไม่ได้นำความรู้เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่จะเป็นการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote Learning) ดังแสดงในภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.3 **แสดงการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้อย่างมีความหมายซึ่งเกิดจากการได้รับข้อมูลจากภายนอกผ่านเครื่องกีดขวางการรับรู้**

ที่มา : Novak (1977 : 27)

2.3.2 ความหมายของมโนทัศน์

2.3.2.1 ความหมายของมโนทัศน์ทั่วไป

"มโนทัศน์" เป็นคำที่แปลมาจากคำว่า "concept" ซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยคำอื่นๆในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น สังกัป ความคิดรวบยอด มโนภาพ มโนมติ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 28) ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้คำว่า "มโนทัศน์" เพื่อความเหมาะสม

Good (1973 : 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ประการ คือ

1. ความเห็นหรือสัญลักษณ์ของส่วนประกอบ หรือลักษณะร่วมที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้

2. สัญลักษณ์เชิงความคิดทั่วไป หรือเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ กิจการหรือวัตถุ

3. ความรู้สึกนึกคิด ความเห็น ความคิด หรือภาพความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Klausmeier (1980 : 276) ได้ให้คำอธิบายมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์จะบอกให้เราทราบคุณลักษณะของสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ หรือกระบวนการ ซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่างๆ ออกจากสิ่งอื่นได้ ในขณะเดียวกันสามารถโยงเข้ากับกลุ่มของประเภทเดียวกันได้ เราสามารถกล่าวถึงมโนทัศน์ได้สองลักษณะคือ ลักษณะที่เป็นนามธรรมภายในจิต (Mental Construct) เป็นมโนทัศน์ที่ขึ้นกับกระบวนการเรียนรู้โดยเฉพาะแต่ละคน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการคิดในสิ่งรอบ ๆ ตัว และลักษณะที่เป็นรูปธรรมทั่ว ๆ ไป (Public Entity) ได้แก่ ความหมายของคำต่าง ๆ ซึ่งจะพบในพจนานุกรม สารานุกรม ความหมายเหล่านี้เป็นที่รับรู้ร่วมกันในกลุ่มที่ใช้ภาษาเดียวกัน

Novak (1980 : 2-5) กล่าวว่า "ในการเรียนรู้แบบท่องจำนั้นผู้เรียนจะรับความรู้ใหม่มาอย่างปราศจากเหตุผล แต่การเรียนรู้อย่างมีความหมายผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่ได้เข้ากับมโนทัศน์หรือความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่แล้ว ซึ่งมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนจะเป็นสิ่งเร้าใจให้ผู้เรียนสรุปมโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกันเกิดเป็นความรู้ใหม่อย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายได้เร็วขึ้น"

Novak and Gowin (ไสว ฟักขาว. 2537 : 85 ; อ้างอิงมาจาก Novak and Gowin 1985) กล่าวว่า การเรียนรู้อย่างมีความหมาย คือ การที่ผู้เรียนสามารถเลือกที่จะเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เข้ากับมโนทัศน์ หรือข้อความเดิมที่มีอยู่แล้วอย่างสัมพันธ์กันในขณะที่การเรียนรู้แบบท่องจำนั้นผู้เรียนจะใช้วิธีการจดจำทุก ๆ สิ่งที่เรียนอย่างปราศจากเหตุผลโดยไม่มีการผสมผสานเข้ากับโครงสร้างความรู้ที่มีอยู่เดิม

Rothenberg (1985 : 500) ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ ในเชิงปรัชญาและจิตวิทยาดังนี้ "มโนทัศน์ในเชิงปรัชญาหมายถึง ความคิดที่ประกอบด้วยแนวคิดต่างๆ ซึ่งมีลักษณะพิเศษและมีความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล ส่วนมโนทัศน์ในความหมายทางจิตวิทยานั้น มโนทัศน์ไม่ได้เป็นเพียงการรับรู้แต่เป็นผลสรุปที่ได้จากการกลั่นกรองการรับรู้นั้นแล้ว"

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์ (2523 : 7) กล่าวว่า มโนทัศน์ คือ การสรุปความคิดของคนเป็นผลจากการรับรู้ของคนที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้นกับคนในธรรมชาติ และสังคม เป็นความคิดหลายขั้นตอน หลายระดับ นับแต่เรื่องง่าย ๆ ธรรมดาไปสู่ความคิดที่ยุ่งยากซับซ้อน มีลักษณะเป็นนามธรรมที่คนรับรู้จากประสาทสัมผัสกลายเป็นประสบการณ์ที่คนแปลความหมายไว้อีกต่อหนึ่งการสรุปความคิดนี้อาจหมายถึงความสามารถในการจำกัดความ อธิบายลักษณะ บอกความแตกต่าง จัดหมวดหมู่ หรือแยกประเภท หรือบอกลักษณะโดยทั่วไปเหล่านี้เป็นต้น

สุรวิทย์ วงศ์ศรี (2536 : 11) มโนทัศน์ หมายถึง แนวความคิดซึ่งแสดงถึงความรู้ความเข้าใจที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งอันเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน และสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกได้ ซึ่งบุคคลนั้นได้รับรู้หรือเข้าใจลักษณะของสิ่งเร้าแต่ละสิ่งจากการสังเกต หรือประสบการณ์เดียวกับสิ่งเร้านั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากความหมายของมโนทัศน์ของนักการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต จากความรู้เดิมเชื่อมกับความรู้ใหม่นำมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมีความหมาย

2.3.2.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Falk (1971 : 29) กล่าวว่า มโนทัศน์ เป็นการสรุปที่ใช้ในการจำแนกคำ ความคิด วัตถุ ความรู้สึก ทักษะ เป็นต้น ซึ่งจะต้องมีลักษณะบางอย่างร่วมกัน

Sundand and Trowbridge (1976 : 17) ให้ความหมายว่า มโนทัศน์วิทยาศาสตร์เป็นการสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำ หรือรับรู้และสรุปร่วมออกมา

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 29) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า

มโนทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรม มีความเชื่อมโยงต่อเนื่องกันไปอย่างลึกซึ้งตลอดเวลา มโนทัศน์หนึ่งอาจจะเกิดจากการนำเอามโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์มาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้นมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ยังเป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากข้อเท็จจริงที่เน้นหนักในเชิงปริมาณ มโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในบทเรียนและเข้าใจความรู้ในระดับสูงอย่างแจ่มแจ้งแล้ว มโนทัศน์เกี่ยวกับที่เป็นเหตุผลซึ่งกันและกัน ยังช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ด้วย

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527 : 247) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คือความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างออกไปตามประสบการณ์ของบุคคล"

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์คล้ายคลึงกับความหมายของมโนทัศน์ทั่วไป เพียงแต่มโนทัศน์วิทยาศาสตร์เน้นในเรื่องความสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล และข้อเท็จจริงที่จะช่วยในการพัฒนาความคิดขั้นต่อไป

2.3.3 ประเภทของมโนทัศน์

2.3.3.1 ประเภทของมโนทัศน์ทั่วไป

Russell (1965 : 124-155) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็น 8 ลักษณะ ตามเนื้อหาสาระดังนี้

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) คือมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับจำนวนเลข การวัด ซึ่งมีอยู่ในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. มโนทัศน์ในเรื่องเวลา (Concept of Time) เป็นมโนทัศน์ที่สัมพันธ์กับมโนทัศน์ของมิติ (Concept of Space) แต่มโนทัศน์ในเรื่องเวลาเป็นนามธรรมมากกว่า ตัวอย่างมโนทัศน์ในเรื่องเวลา เช่น กลางวัน กลางคืน เช้า บ่าย เย็น และฤดูต่าง ๆ เป็นต้น

3. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเวลาและมโนทัศน์ของมิติรวมอยู่ด้วย

4. มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง (Concept of the Self) คือการที่บุคคลมีความรู้สึกว่าตัวเขาเองคือใคร เป็นอย่างไร เป็นอะไร

5. มโนทัศน์ทางสังคม (Social Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชุมนุมชน ประชาธิปไตย ศีลธรรม

6. มโนทัศน์ทางสุนทรียภาพ (Aesthetic Concept) เป็นความคิดรวบยอดที่สัมพันธ์กับความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับความงาม และขึ้นอยู่กับความคิดรวบยอดทางสังคม เช่น สุนทรียภาพในห้องเรียน รูปภาพ ดนตรี เป็นต้น

7. มโนทัศน์เกี่ยวกับความขบขัน (Concept of Humor) เป็นความคิดรวบยอดที่อยู่ในขอบข่ายของสังคมที่บุคคลนั้นได้ประสบอยู่เป็นประจำ เช่นบางสิ่งเป็นของขบขันในสังคมหนึ่งแต่อาจไม่ขบขันในอีกสังคมหนึ่งก็ได้

8. มโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องอื่น ๆ (Miscellaneous Concept) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศ สงคราม เป็นต้น

De Cecco (1968 : 391-393) ได้จำแนกมโนทัศน์ออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะของมโนทัศน์พอสรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่มีลักษณะร่วมกัน (Conjunctive Concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมกันหลายอย่าง เป็นมโนทัศน์ที่อาศัยลักษณะต่าง ๆ ที่เหมาะสมมารวมกันอยู่ครบถ้วนทั้งรูปร่างของจำนวนและค่าของสิ่งนั้น นับเป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป เช่น สุนัขมีลักษณะทั่วไปของ สี ขนาด รูปร่าง เนื้อ หนัง และพฤติกรรมการเห่า แม้ลักษณะเฉพาะของลักษณะทั่วไปเหล่านี้จะแปรเปลี่ยนไปเราก็ยังบอกได้ว่าเป็นสุนัข และยังสามารถบอกได้ว่าสุนัขต่างจากแมวน้ำ วัว ม้า และสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ มโนทัศน์ที่เกิดจากลักษณะร่วมนี้เรียนรู้และสอนได้ง่ายที่สุด

2. มโนทัศน์ที่มีลักษณะขัดแย้งกันหรือเน้นลักษณะประกอบกัน (Disjunctive Concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่มีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งหรืออย่างอื่นสองอย่างหรือหลายอย่างประกอบกัน เช่น วงกลมสีแดง และ/หรือสีเขียว แสดงว่าต้องมีลักษณะรูปร่างวงกลมเป็นพื้นฐานอยู่ ส่วนสีนั้นอาจเป็นสีใดสีหนึ่งหรือทั้งสองสีก็ได้ การผิดกติกาในการเล่นฟุตบอลอาจเกิดจากการที่ผู้เล่นเอามือไปจับลูกบอลหรืออาจเกิดจากการยกเท้าสูงเกินควรแล้วไปถูกหน้าผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม หรือทั้งสองกรณี หรือกรณีอื่น ๆ อีก เป็นต้น

3. มโนทัศน์ที่มีลักษณะสัมพันธ์ (Relational Concept) หมายถึง มโนทัศน์ที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั่วไป เช่น ระยะทางและทิศทางเป็นมโนทัศน์ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะสัมพันธ์ มโนทัศน์ของระยะทางเกิดจากความสัมพันธ์ของจุดสองจุด ซึ่งหมายถึงการแยกกันของจุดสองจุด มโนทัศน์ของทิศทางเป็นความสัมพันธ์ของจุดสองจุดหรือมากกว่า ซึ่งหม่ายถึงการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 6-7) ได้จำแนกมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่จะนำมาสรุป เช่น สสาร คือ สิ่งที่มีมวล และต้องการที่อยู่

2. มโนทัศน์ที่เกิดจากการสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงของสิ่งทั้งหลาย เช่น กระแสไฟฟ้าขึ้นกับความต้านทานในวงจร อุณหภูมิมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. มโนทัศน์ที่เกิดจากการนำเอาข้อมูลหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มาสรุปรวมเข้าด้วยกันเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นไปจนกระทั่งถึงความรู้ระดับสูง ในการที่จะเข้าใจมโนทัศน์เหล่านี้ได้จะต้องมีมโนทัศน์เกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นมาแล้ว เช่น สัตว์ที่มีการปรับตัวที่ดีที่สุดเท่านั้นที่สามารถจะดำรงพันธุ์ต่อไปได้

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์ (2528 : 234-235) ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็นสองประเภท คือ

1. มโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างร่วมกัน มักเชื่อมโยงด้วยคำว่า “และ” เช่น สัตว์สี่เท้า หมายถึง อินทรีย์ที่มีขนยาวปกคลุมร่างกายและมีสี่เท้า ดังนั้น แมว สุนัข ฯลฯ จัดเป็นสัตว์สี่เท้า คนสวย หมายถึง คนที่มีหน้าตาและรูปร่างสมส่วน ดังนั้น อาภัสราจึงเป็นคนสวย เพราะมีหน้าตา และรูปร่างสมส่วน

2. มโนทัศน์ชนิดแยกแยะ หมายถึง การจัดประเภทของสิ่งต่าง ๆ โดยใช้กฎเกณฑ์บางอย่างแยกแยะกันออกไปตามความแตกต่างที่ปรากฏ มโนทัศน์ชนิดนี้มักใช้คำว่า “หรือ” เข้าไปเกี่ยวข้องกับการจัดประเภทของสิ่งของด้วย เช่น คนที่เป็นอธิการบดีหรือคนที่จบปริญญาเอก หรือจบปริญญาโท แต่ทำงานด้านบริหารมาแล้ว 5 ปี การเรียนรู้มโนทัศน์ชนิดแยกแยะเกิดได้ยากกว่ามโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยง ทั้งนี้เพราะในแต่ละประเภทของมโนทัศน์ชนิดเชื่อมโยงจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วน ในทางตรงกันข้ามในแต่ละประเภทของมโนทัศน์ชนิดแยกแยะไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติครบถ้วน มีเพียงคุณสมบัติใดสมบัติหนึ่งก็จัดเป็นมโนทัศน์ชนิดแยกแยะได้

รัตนะ บัวสนธ์ (2531 : 29) ก็ได้แบ่งมโนทัศน์ออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. มโนทัศน์แบบรูปธรรม หมายถึงมโนทัศน์ที่หาตัวอย่างได้โดยตรง และตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นเป็นสิ่งจับต้อง สูดดม มองเห็น ได้ยิน ได้รู้รสชัดเจน เช่น ต้นไม้ ผู้หญิง

2. มโนทัศน์แบบนามธรรม หมายถึง มโนทัศน์ที่ไม่สามารถหาตัวอย่างได้โดยตรง เช่น ความดี ความเลว ความจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.2 ประเภทของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

Sund and Trowbridge (1976 : 20) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นสองประเภทซึ่งมีเนื้อหาโดยสรุปดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concept) เป็นมโนทัศน์ที่พัฒนาจากการรับรู้ จากวัตถุที่เป็นรูปธรรมไปสู่ความเป็นนามธรรม เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับแม่เหล็ก เลนส์ โลหะ หิน เป็นต้น

2. มโนทัศน์เชิงกระบวนการเคลื่อนที่ (Dynamic Process Concept) เป็นมโนทัศน์ที่พัฒนาจากกระบวนการที่มีการเคลื่อนที่ของสิ่งต่าง ๆ เช่น การออสโมซิส ความเร่ง การสังเคราะห์แสง เป็นต้น

Lowson (1973 : 32) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็นสองประเภท โดยสรุปดังนี้

1. มโนทัศน์เชิงรูปธรรม (Concrete Concept) เป็นมโนทัศน์ที่ให้ความหมายขยายความและอธิบายลักษณะในรูปแบบที่สามารถรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงที่จัดเป็นรูปธรรม

2. มโนทัศน์เชิงนามธรรม (Formal Concept) เป็นมโนทัศน์ที่ให้ความหมายขยายความ และอธิบายลักษณะที่ต้องอาศัยความเข้าใจเกี่ยวกับกฎ หลักการ ทฤษฎีต่าง ๆ การวินิจฉัย (Inference) การสันนิษฐานจากหลักฐาน (Postulated) รูปจำลองในจินตนาการและมโนภาพอื่น ๆ มาประกอบ เช่น มโนทัศน์เกี่ยวกับความหนาแน่นต้องอาศัยความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตรในลักษณะที่เป็นอัตราส่วน เป็นต้น

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527 : 247-248) ได้แบ่งมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท เป็นการกำหนดสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ไว้เป็นพวก ๆ เพื่อใช้ในการบรรยายถึงสิ่งนั้น ๆ ให้เข้าใจตรงกัน เช่น น้ำทะเลเป็นน้ำกระด้าง สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ย่อยที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งช่วยให้สามารถพยากรณ์หรือคาดคะเนล่วงหน้าในเหตุการณ์นั้น เช่น แรงคืออำนาจที่ผลักหรือดึงวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ สสารอาจเปลี่ยนสถานะได้โดยการเพิ่มหรือลดพลังงาน

3. มโนทัศน์ทางทฤษฎี เป็นการกำหนดสิ่งที่มองไม่เห็นแต่รู้ว่าสิ่งนั้นมีอยู่จริง เพราะว่ามีหลักฐานสนับสนุนว่ามีอยู่จริง มโนทัศน์ประเภทนี้นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นโดยอาศัยจินตนาการหรือนึกวาดภาพขึ้นในสมองเพื่อกำหนดลักษณะของสิ่งนั้น เช่น แสง คลื่น แม่เหล็ก ไฟฟ้า อะตอม คืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ ซึ่งประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน อิเลคตรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการแบ่งประเภทของมโนทัศน์ในลักษณะต่างๆ ของนักการศึกษาพอที่จะกล่าวสรุปได้ว่าการแบ่งมโนทัศน์ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งแตกต่างกัน โดยแบ่งตามลักษณะทั่วไป ลักษณะเฉพาะ ลักษณะตามเนื้อหา ลักษณะร่วม ลักษณะขัดแย้งหรือลักษณะสัมพันธ์กัน

2.3.4 กระบวนการสร้างมโนทัศน์

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายคน ได้กล่าวถึงลำดับขั้นในกระบวนการสร้างมโนทัศน์ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

Piaget (1953 : 176-186) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่าโครงสร้างของสติปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วย

1. โครงสร้าง (Schema)
2. กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation)
3. กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation)
4. สภาวะสมดุล (Equilibrium)

ในโครงสร้างทางสติปัญญาทั้ง 4 อย่างนี้ โครงสร้างที่มีความสำคัญต่อการสร้างมโนทัศน์คือ กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง และกระบวนการปรับขยายโครงสร้างกระบวนการปรับเข้าโครงสร้างประกอบด้วยความสามารถในการจำแนก (Discrimination) และความสามารถในการสรุปครอบคลุม (Generalization)

Russell (1965 : 249) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นผลมาจากการรับรู้ (Perception) การคิดคำนึง (Imagination) และการจำได้ (Memory) รวมทั้งจากสิ่งแวดล้อมภายนอก และภายในอินทรีย์ของมนุษย์ได้แก่ องค์ประกอบทางอารมณ์ ความตึงเครียด ความต้องการหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข ซึ่งการที่จะสร้างมโนทัศน์ได้นั้นต้องผ่านกระบวนการสามขั้นคือ การแยกแยะ (Discrimination) การย่นย่อ (Abstraction) และการสรุปครอบคลุม (Generalization) กระบวนการทั้งสามนี้จะต้องมีการประสมประสานกัน และเกิดขึ้นระหว่างที่มี
การสัมผัส (Sensory Impression) การทำงานของกล้ามเนื้อ (Muscular Activity) การใช้กล้ามเนื้อ (Manipulation) การตั้งคำถาม การอ่าน และการแก้ปัญหา ซึ่งทั้งหมดนี้จะรวมกันเข้าเป็นโครงสร้างของมโนทัศน์

Lovell (1966 : 12-13) ได้เสนอความเห็นเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. กระบวนการรับรู้ (Perception)
2. การย่นย่อ (Abstraction)
3. การสรุปครอบคลุม (Generalization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกระบวนการทั้ง 3 กระบวนการ กระบวนการย่นย่อสำคัญต่อการสร้างมโนทัศน์ซึ่งได้แก่ การที่เด็กสามารถวิเคราะห์ลักษณะเด่น ซึ่งเป็นลักษณะที่ร่วมกันของวัตถุหรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น การสร้างมโนทัศน์ของเด็กจะเกิดได้เมื่อเด็กสามารถแยกแยะสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมออกไปในลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบได้

Ausubel (1968 : 517) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นการสร้างมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์และแยกแยะความแตกต่างของรูปแบบของสิ่งเร้า
2. ตั้งสมมติฐานโดยวิจารณ์ถึงลักษณะร่วมของสิ่งเร้า
3. ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์หนึ่ง ๆ
4. เลือกข้อสมมติฐานที่สามารถรวบรวมกลุ่มของสิ่งเร้าซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน
5. หาลักษณะจำเพาะของสิ่งเร้ามาสัมพันธ์กับแนวคิดของตน
6. แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่รับมาใหม่กับมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กัน
7. สรุปครอบคลุมลักษณะจำเพาะของมโนทัศน์ใหม่ให้ครอบคลุมไปยังส่วนย่อยทั้งหมดในกลุ่ม
8. หาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสมมาใช้เป็นตัวแทนของมโนทัศน์ใหม่

Sund and Trowbridge (1976 : 29) ได้ให้รายละเอียดการเกิดมโนทัศน์ สรุปได้ว่า มโนทัศน์จะเกิดขึ้นได้ต้องเริ่มจากบุคคลให้รับรู้ (Percept) สิ่งหนึ่งสิ่งใดจากประสบการณ์ในหลายแง่หลายมุม ซึ่งมีลำดับขั้นในการปรับความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้นให้เป็นมโนทัศน์ได้นั้น สรุปได้ 3 ระยะดังนี้

1. ระยะความเข้าใจเริ่มแรก
2. ระยะความเข้าใจในรายละเอียดมากขึ้น
3. ระยะทบทวนความคิดต่อสิ่งนั้น

สุวัฒน์ นิยมค้า (2517 : 17) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า เมื่อเราพบข้อมูลชุดใดชุดหนึ่งหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เราจะต้องมองหามโนทัศน์ของมันให้ได้วิธีมองหามโนทัศน์ในสิ่งใด ๆ ก็ตาม เราจะต้องมองให้เป็นรูปแบบของมันอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 อย่าง คือ

1. มองให้เห็นสมบัติร่วมของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์นั้น
2. มองให้เห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์นั้น
3. มองให้เห็นแนวโน้มของสิ่งต่าง ๆ ในปรากฏการณ์นั้น

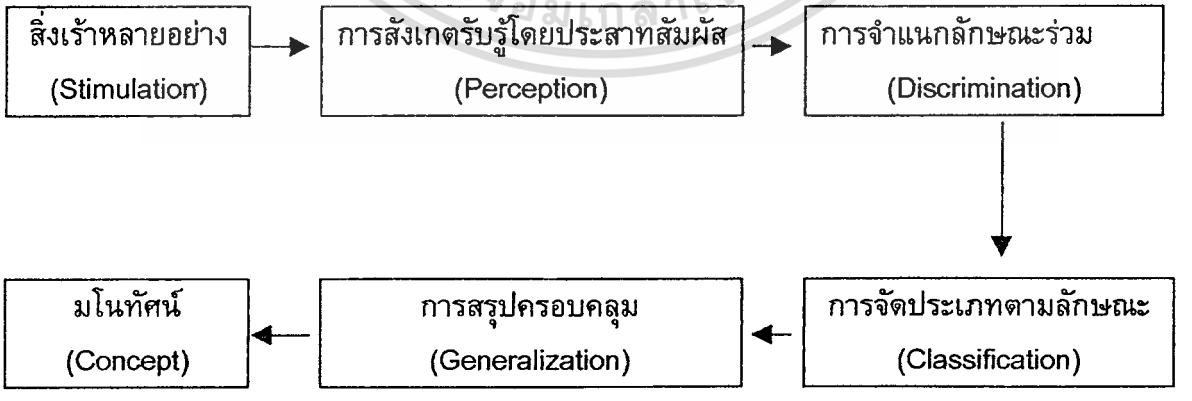
เมื่อเรามองเห็นรูปแบบของมันอย่างใดอย่างหนึ่งใน 3 ข้อนี้แล้วจะทำให้เราได้รับมโนทัศน์ของสิ่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 8) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนทัศน์ไว้ว่า การสร้างมโนทัศน์จะเริ่มจากสัมผัสรับรู้ปรากฏการณ์ต่าง ๆ เป็นเบื้องแรก และเมื่อได้รับรู้สิ่งที่มีลักษณะร่วมกัน มีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหลาย ๆ ครั้ง ก็จะสามารถนำมาสรุปรวมกันเป็นมโนทัศน์ ในการสร้างมโนทัศน์จะต้องคำนึงเกี่ยวกับปัจจัยด้านผู้เรียนเสียก่อน ปัจจัยดังกล่าวได้แก่

1. ความพร้อมของผู้เรียนทั้งกาย ใจ และสติปัญญา
2. ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะเป็นพื้นฐานในการที่จะทำให้เกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป
3. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ อาจจะเป็นแรงกระตุ้นที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนเอง หรือเนื่องจากเหตุผลทางจิตวิทยา จะเป็นแรงกระตุ้นที่จะช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ของผู้เรียน

สุมาลี จันทร์ชลอ (2533 : 52-54) ได้สรุปกระบวนการในการสร้างมโนทัศน์ จากแนวคิดในการให้ความหมาย ทฤษฎีและกระบวนการทางสมอง ในการสร้างมโนทัศน์ของนักศึกษาหลายท่านโดยสรุปได้ว่า กระบวนการในการสร้างมโนทัศน์จะเกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้นั้น ผู้เรียนต้องมีความสามารถด้านอื่นๆ ในการสังเกตรับรู้กลุ่มตัวอย่างของสิ่งเร้าจากประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่ง หรือหลายทาง (Perception) กระบวนการอีกประการหนึ่ง คือ การจัดจำแนกลักษณะของสิ่งเร้า (Discrimination) หรือมองเห็นลักษณะเด่นของสิ่งเร้า กระบวนการต่อไปคือการจัดระบบประเภทหมวดหมู่ (Classification) กระบวนการนี้ ต้องอาศัยลักษณะร่วมของแต่ละประเภทเป็นการดึงลักษณะร่วมที่เกี่ยวข้องออกมา กระบวนการสุดท้ายคือการสรุปครอบคลุม (Generalization) กระบวนการนี้อาศัยความสามารถในการถ่ายโยง (Process of Transfer) และความสามารถในการจินตนาการ กระบวนการทางสมองในการสร้างมโนทัศน์แสดงได้ดังภาพประกอบต่อไปนี้



ภาพที่ 2.4 แสดงกระบวนการสร้างมโนทัศน์

ที่มา : สุมาลี จันทร์ชลอ (2533 : 54)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแนวความคิดในการสร้างมโนทัศน์ และลำดับการสร้างมโนทัศน์ดังกล่าวสรุปได้ว่า การสร้างมโนทัศน์จะเริ่มจากการรับรู้ การจำ การคิดหาเหตุผล การจัดระเบียบความคิดให้เป็นกลุ่ม แล้วค้นหาลักษณะร่วมของสิ่งต่าง ๆ นำมาแยกประเภท หาความสัมพันธ์ แล้วนำมาสรุปรวมให้ครอบคลุมทุก ๆ หน่วยในมโนทัศน์นั้น

2.3.5 วิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์

De Cecco (1968 : 402-416) ได้เสนอแนะวิธีการสอนมโนทัศน์ไว้ 9 ขั้นตอน สรุปได้ดังนี้

1. ระบุจุดมุ่งหมายไว้ก่อนว่า หลังจากได้เรียนรู้มโนทัศน์นั้นแล้วต้องการให้นักเรียนมีพฤติกรรมอะไรเกิดขึ้นบ้าง ซึ่งการกำหนดพฤติกรรมที่คาดหวังไว้มีผลสองประการคือ

1.1 เพื่อครูจะได้ประเมินผลได้ถูกต้องตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ หรือถ้านักเรียนบกพร่องตรงไหนจะได้ช่วยเหลือต่อไป

1.2 เพื่อนักเรียนจะได้ประเมินตนเองว่ามีพฤติกรรมที่กำหนดไว้นั้นชัดเจนหรือไม่

2. วิเคราะห์มโนทัศน์ที่จะให้เรียน ถ้ามโนทัศน์ที่จะเรียนมีหลายลักษณะ ครูควรลดลักษณะที่ไม่จำเป็นโดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญเพื่อผู้เรียนจะได้เข้าใจง่ายขึ้น

3. ใช้สื่อภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจ การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนมโนทัศน์ได้ง่ายขึ้น

4. เสนอตัวอย่างมโนทัศน์ทั้งทางบวกและทางลบ โดยควรนำตัวอย่างในทางบวกมาเสนอให้มีจำนวนเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนลักษณะของมโนทัศน์ ส่วนตัวอย่างในทางลบก็ควรเสนอให้พอที่จะแยกลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป สำหรับตัวอย่างในทางบวก เช่น มโนทัศน์ของนกได้แก่ นกพิราบ นกเขา นกขุนทอง ตัวอย่างในทางลบมโนทัศน์ที่ไม่ใช่นก ได้แก่ สุนัข แมว งู ผึ้ง และค้างคาว

5. เสนอตัวอย่างให้ทางบวกและทางลบทีละอย่างในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน หรือเสนอพร้อมกัน

6. เสนอตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์ทางบวก แล้วให้นักเรียนบอกว่าใช่มโนทัศน์สิ่งนั้นหรือไม่ ขั้นตอนก่อน ๆ เป็นการแยกความแตกต่าง (หรือจำแนกระหว่างตัวอย่างในทางบวกและทางลบ) ขั้นนี้จะเน้นถึงการสรุปความคิดทั่วไปหรือความสามารถของนักเรียนที่จะตอบสนองสิ่งเร้าใหม่ที่อยู่ในข่ายของมโนทัศน์เดียวกัน

7. ทดสอบการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียน ในขั้นนี้ควรนำตัวอย่างใหม่ของมโนทัศน์ทั้งทางบวกและทางลบมาแสดง แล้วให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างในทางบวกที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

8. ให้นักเรียนให้คำจำกัดความของมโนทัศน์นั้น

9. ให้โอกาสนักเรียนตอบสนองและสร้างการเสริมแรงให้เกิดจากการตอบสนอง การเสริมแรงในการเรียนรู้มโนทัศน์มีวัตถุประสงค์ที่ควรจะตรวจสอบการเรียนรู้เบื้องแรก

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะตัวอย่างในทางบวกและทางลบออกจากกัน รวมเข้าด้วยกัน หรือเพื่อนิยามความสัมพันธ์ของลักษณะต่าง ๆ การเสริมแรงอย่างคงเส้นคงวาจะมีผลต่อการเรียนรู้มโนทัศน์

Bernard (1971 : 131-134) ได้กล่าวถึงวิธีสอนมโนทัศน์สองวิธีคือ วิธีสอนแบบสืบสวน และวิธีสอนแบบค้นคว้า และกล่าวว่าในการปฏิบัติจริงวิธีทั้งสองได้รวมกันไม่แยกเป็นอิสระทีเดียว แต่ไม่ว่าจะเป็นวิธีสอนแบบใดต่างก็มุ่งที่จะพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนทั้งสิ้น

Tisher and Endeam (1972 : 88-89) ได้เสนอแนวในการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. จะต้องจัดประสบการณ์หลายแบบ โดยเฉพาะที่เป็นรูปธรรมแก่นักเรียน เช่น สอนโดยใช้ของจริงหรือรูปภาพ

2. เน้นให้นักเรียนเห็นลักษณะและคุณสมบัติของมโนทัศน์นั้น ๆ

3. พยายามให้คำอธิบายที่ชัดเจน รวบรัด ตลอดจนคำศัพท์ที่อธิบายความหมายของมโนทัศน์นั้นอย่างสมบูรณ์

4. สามารถที่จะพัฒนามโนทัศน์จากมโนทัศน์เดิมซึ่งมีลักษณะคล้ายกัน ต่างกัน หรือสัมพันธ์กัน ซึ่งสามารถสร้างมโนทัศน์ใหม่จากการเปรียบเทียบ

5. กระตุ้นให้นักเรียนมีความคิด มีความกระตือรือร้นที่อยากค้นหา อยากติดตามให้มาก

6. ให้นักเรียนประเมินผลด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอด้วยการถามตนเองเกี่ยวกับมโนทัศน์ต่าง ๆ เช่นว่าสามารถที่จะอธิบายความหมายของมโนทัศน์ด้วยคำพูดของตนเองหรือไม่ สามารถเปรียบเทียบข้อขัดแย้งได้หรือไม่ สามารถบอกคุณลักษณะและให้เหตุผลเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้นได้

Tennyson and Park (1980 : 55-70) ได้ศึกษาแล้วพบว่ากระบวนการสอนมโนทัศน์ควรประกอบด้วยขั้นตอน 4 ขั้น ที่สำคัญคือ

1. มีการวิเคราะห์โครงสร้างเชิงลำดับขั้นความสัมพันธ์ของลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ โดยจัดลำดับลักษณะหลัก ลักษณะรอง และลักษณะประกอบของมโนทัศน์ให้ชัดเจน

2. เตรียมการอธิบายความหมายหรือนิยามของมโนทัศน์ตามลักษณะสำคัญ

3. เตรียมตัวอย่างให้เหมาะสมกับลักษณะสำคัญของมโนทัศน์

4. จัดลำดับของการใช้ตัวอย่างความแตกต่างและความยากง่ายของตัวอย่าง

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 32) ได้เสนอหลักการสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียนและวุฒิภาวะของนักเรียน เพราะอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับบทเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้น ทำให้บทเรียนที่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชัดเจนขึ้น ซึ่งการเลือกใช้อุปกรณ์นั้นครูจะเป็นผู้พิจารณาถึงความเหมาะสมกับบทเรียน และกับนักเรียนเพียงใด

2. จัดประสบการณ์ตรงให้นักเรียนได้สัมผัสของจริงให้ได้มากที่สุด เท่าที่โอกาสจะอำนวยแต่การนำประสบการณ์รองมาใช้ในการสอน ก็สามารถทำให้นักเรียนเกิดสัมพันธ์ทางความคิดด้วยตนเองได้

3. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ตลอดจนส่งเสริมให้รู้จักคิดหาเหตุผล รู้จักสังเกตและรู้จักจำแนกลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ออกมาให้เห็นเด่นชัดจะทำให้เขามีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นอันจะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ต่อไป

4. เลือกใช้วิธีสอนให้เหมาะสมกับบทเรียนและนักเรียน ในการสอนสิ่งใดก็ตามครูจะต้องเป็นผู้พิจารณาเลือกวิธีการสอนและจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักเรียน วิธีสอนบางวิธี เช่น วิธีสอนแบบบรรยายควรนำมาใช้น้อยที่สุด เพราะการสอนวิธีนี้จะทำให้นักเรียนเกิดมโนภาพที่จะนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์อย่างผิด ๆ ได้ง่าย นอกจากนั้นการสร้างมโนทัศน์ครูควรคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับตัวนักเรียนเสียก่อน ปัจจัยที่สำคัญดังกล่าวได้แก่

4.1 ความพร้อมของนักเรียนทั้งทางกาย ใจ และสติปัญญา

4.2 ประสบการณ์เดิมของนักเรียน ประสบการณ์ และมโนทัศน์ที่นักเรียนมีอยู่เดิมจะเป็นพื้นฐานในการที่จะให้เกิดมโนทัศน์ในระดับต่อไป ดังนั้นการที่นักเรียนมีประสบการณ์ในเรื่องนั้นมาก่อนด้วยปริมาณที่มากพอ จะเป็นเครื่องช่วยให้เกิดมโนทัศน์ได้ดียิ่งขึ้น

4.3 แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ซึ่งอาจจะเป็นแรงกระตุ้น ที่เกิดจากความต้องการในการเรียนรู้ของนักเรียนเอง หรืออาจเป็นแรงกระตุ้นที่มีผลเนื่องมาจากเหตุผลทางจิตวิทยาเช่น การฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ การเรียนสิ่งที่ใกล้ตัวจากสิ่งที่ง่ายไปหาสิ่งที่ยาก หรือการเรียนในสิ่งที่นักเรียนสนใจเหล่านั้น จะเป็นแรงกระตุ้นที่ช่วยส่งเสริมการเกิดมโนทัศน์ของผู้เรียน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 62) ได้กล่าวถึงการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

การสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ครูควรจะต้องเน้นให้นักเรียนพยายามค้นหาความรู้ด้วยตนเอง เช่น สังเกตทดลองสรุปด้วยตัวของนักเรียน ครูอย่าใจร้อนบอกหลักการหรือข้อสรุปให้นักเรียนโดยตรง จะเป็นเหตุให้นักเรียนจดจำสิ่งที่ครูบอก โดยปราศจากความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ อย่างแท้จริง หากนักเรียนสามารถคิดแบ่งแยกจนกระทั่งสรุปได้ด้วยตนเอง นักเรียนจะสามารถเรียนรู้กฎเกณฑ์ และมองเห็นความจริงทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและรวดเร็ว ข้อเสนอแนะในการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. ครูควรสร้างสถานะการณ์ที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในลักษณะที่น่าสงสัย ท้าทาย ยั่วยุให้นักเรียนแสวงหาความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ครูสร้างคำถามเพื่อนำทางนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา เช่น การแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ คำถามประเภทให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ คาดคะเน คำตอบตามแนวทางของสมมติฐาน แล้วดำเนินการ ทดสอบหรือพิสูจน์สมมติฐาน และสรุปผล

3. ครูพยายามให้นักเรียนสรุป เป็นมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง โดยอยู่ภายใต้การดูแลของครู

4. ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนฝึกทำและและนำสิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นไปแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งส่วนที่เป็นตัวความรู้ประเภทมโนทัศน์ และส่วนที่เป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นับว่าเป็นการเสริมสร้างนิสัยในการแสวงหาความรู้ และฝึกฝนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น นั่นเอง

พนัส หันนาคินทร์ (2526 : 99-100) กล่าวถึงการสอนมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. จัดหาประสบการณ์ที่เป็นจริง การอธิบายมโนทัศน์ให้นักเรียนฟังจะชัดแจ้ง หากว่าการอธิบายนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งที่เขาเข้าใจอยู่ก่อนแล้ว โดยเฉพาะหากเป็นสิ่งที่มีลักษณะเป็นของจริงหรือประสบการณ์จริง ในกรณีเช่นนี้การหาอุปกรณ์การสอนที่ตรงต่อเรื่องจะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้ดีขึ้น

2. แถลงกฎเกณฑ์ต่าง ๆ โดยชัดแจ้ง ประสบการณ์ที่เป็นจริงเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการสร้างมโนทัศน์ใหม่แก่นักเรียน ประสบการณ์ที่แถลงออกอย่างแจ่มแจ้งนั้นย่อมจะสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและชัดเจน สิ่งหนึ่งที่จะช่วยได้มากก็คือการพยายามให้นักเรียนแถลงมโนทัศน์ออกมาด้วยตนเอง การพยายามให้นักเรียนจำมโนทัศน์โดยปราศจากความเข้าใจพื้นฐานนั้นก็เท่ากับการบังคับให้นักเรียนเป็นนกแก้วเท่านั้น

3. การให้คำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง ในการอธิบายครูจะต้องพยายามใช้หลักการที่ได้ผลในการติดต่อสื่อความคิด เช่น ใช้ประโยคง่าย ๆ ใช้คำพูดที่นักเรียนคุ้นเคย เน้นในจุดที่สำคัญด้วยการอธิบายซ้ำหรืออธิบายในแง่มุมต่าง ๆ กัน และชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องย่อยที่อยู่ในเรื่องใหญ่

สุรางค์ สากร (2537 : 122-123) ได้กล่าวถึงวิธีสอนให้เกิดมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์ดังนี้

การสอนให้เกิดมโนทัศน์ในวิชาวิทยาศาสตร์อาจทำได้หลายแบบดังนี้

1. การสอนให้เกิดมโนทัศน์ด้วยการอภิปราย อธิบาย มีวิธีการดังนี้

1.1 การเสนอโดยตรง (Direct Presentation) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1.1.1 บอกชื่อมโนทัศน์และให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้น เช่น สิ่งแวดล้อมหมายถึงสิ่งต่าง ๆ ที่มีชีวิต และไม่มีชีวิตที่อยู่รอบตัวเรา

1.1.2 ระบุลักษณะร่วมที่สำคัญ (Critical Attributes) เพื่อตรวจสอบความเข้าใจ เช่น เป็นสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ได้แก่ สิ่งมีชีวิต เช่น ต้นไม้ ม้า คน สุนัข ฯลฯ สิ่งไม่มีชีวิต เช่น เก้าอี้ หิน ดิน ทราย ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การสร้างมโนทัศน์ (Concept Attainment) มีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 เสนอตัวอย่างให้แก่นักเรียนทั้งที่ใช่ และไม่ใช่มโนทัศน์ที่จะสอน เช่น ผักกาดขาว หมู หญ้า น้ำมัน ดอกไม้ ฟืน ก๊าซ ผงชูรส ฯลฯ

1.2.2 ชักชวนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของสิ่งที่อยู่ในตัวอย่าง ที่ครูเสนอ ทั้งจากตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ แล้วครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมที่ถูกต้อง เช่น นักเรียนอาจจะตั้งสมมติฐานว่า

พืช คือ สิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนไหว์ได้แต่เคลื่อนที่ไม่ได้

สัตว์ คือ สิ่งมีชีวิตที่เคลื่อนไหวและเคลื่อนที่ได้

สิ่งมีชีวิต คือ สิ่งที่สามารถกิน ขับถ่าย และสืบพันธุ์ได้

สิ่งไม่มีชีวิต คือ สิ่งที่ไม่สามารถกิน ขับถ่าย และสืบพันธุ์ได้

จากตัวอย่างให้ตัวอย่างเพิ่มเติม เช่น ถ่าน ถ่านหิน ขี้เลื่อย ฯลฯ

1.2.3 ให้นักเรียนระบุชื่อมโนทัศน์ของสิ่งที่ครูต้องการจะสอน และบอกกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการพิสูจน์เชื่อมมโนทัศน์ ทั้งนี้นักเรียนจะระบุชื่อ "เชื้อเพลิง" พร้อมบอกเหตุผล

1.2.4 ให้นักเรียนยกตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่ของตนเองเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ

1.3 การจัดตั้งมโนทัศน์ (Concept Formation) มีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ถามนักเรียนเพื่อให้ระบุ วัตถุ สิ่งของ ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ครูจะสอน เช่น "นักเรียนรู้จักดวงดาวอะไรบนท้องฟ้าบ้าง"

1.3.2 ให้นักเรียนจัดกลุ่มสิ่งที่นักเรียนบอกมา และถามเหตุผลในการจัดกลุ่มของนักเรียน

จากแนวความคิดวิธีการสอนมโนทัศน์ ของนักการศึกษาต่าง ๆ สรุปได้ว่า เป้าหมายของวิธีการสอนมโนทัศน์ คือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับสื่อการเรียนการสอน วิธีการสอนของครู และความพร้อมของนักเรียน

2.3.6 ความสำคัญและประโยชน์ของมโนทัศน์

De Cecco (1968 : 397-400) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

1. มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมาย การที่จะตอบสนองต่อสิ่งเร้าเป็นอย่าง ๆ นั้นเป็นเรื่องยุ่งยาก ดังนั้น มนุษย์จึงใช้มโนทัศน์จัดแบ่งสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม ทำให้การตอบสนองหรือสื่อความหมายได้ง่ายขึ้น

2. มโนทัศน์ช่วยให้รู้จักสิ่งต่าง ๆ การรู้จักเป็นการจัดสิ่งเร้าให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง บุคคลต้องใช้ความสามารถนี้อยู่เสมอ เช่น การได้ยินเสียงนั้นว่าเป็นเสียงอะไร พวกไหน และมโนทัศน์เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มโนทัศน์และหลักการช่วยลดความจำเป็นในการเรียนรู้ลงมาก เรียนครั้งหนึ่ง ๆ แล้วก็นำไปใช้ได้เรื่อย ๆ ไม่ต้องเรียนซ้ำอีก เช่น เมื่อรู้จักสัตว์เลี้ยงสูกด้วยนม ต่อไปเมื่อพบสัตว์พวกเดียวกันก็จำแนกได้ จึงทำให้หาความรู้อื่น ๆ ได้มากขึ้น

4. มโนทัศน์และหลักการช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้รู้จักวัตถุนั้นอยู่ในกลุ่มใด แล้วนำมาให้ตัดสินใจต่อไปได้ การมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและกว้างขวางก็เท่ากับการรู้จักแก้ปัญหา

5. มโนทัศน์และหลักการช่วยในการเรียนการสอน เพราะในการเรียนการสอนใช้สื่อมาก เช่น การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2526 : 59) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

มโนทัศน์มีความสำคัญสำหรับการเรียนการสอน และการดำรงชีพของมนุษย์มาก ในชีวิตประจำวันของทุกคนจะต้องพบกับปัญหาที่ต้องคิด ความต้องการตามวิถีทางการดำรงชีวิต การแก้ปัญหา การตัดสินใจ หรือการแสวงหาความรู้ใด ล้วนแต่ต้องอาศัยมโนทัศน์เป็นรากฐานแทบทั้งสิ้น เพราะมโนทัศน์เป็นแก่นความรู้ หรือที่เรียกว่า "ความคิดหลัก" เมื่อสะสมเพิ่มพูนขึ้นเรื่อยๆ จากประสบการณ์ต่างๆ ก็จะช่วยให้มีความคิดแตกฉานยิ่งขึ้น อาจกล่าวได้ว่าผู้มีประสบการณ์มามากย่อมแก้ปัญหาได้ดีกว่าหรือมีประสิทธิภาพเหนือกว่าผู้มีประสบการณ์น้อยๆ

ชม ภูมิภาค (2525 : 75) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของมโนทัศน์ไว้หลายประการดังนี้

1. มโนทัศน์จะลดความซับซ้อนของสิ่งแวดล้อม

2. ทำให้รู้จักวัตถุที่อยู่รอบตัวเราได้กว้างขวาง

3. มโนทัศน์ช่วยลดจำนวนครั้งของการเรียนอะไรใหม่ ๆ อยู่เรื่อย เพราะเมื่อเกิดมโนทัศน์แล้วเราสามารถนำไปใช้จัดพวกสิ่งเร้าใหม่ได้

4. มโนทัศน์ช่วยให้เราสรุปเป็นกฎเกณฑ์หรือหลักการได้ และสามารถนำไปประยุกต์ในสถานการณ์ต่างๆ ได้

5. มโนทัศน์ทำให้การสอนดำเนินไปโดยสะดวกรวดเร็ว เพราะการสอนการเสนอทางวาจาเป็นการสอนด้วยสัญลักษณ์ หากคนไม่มีมโนทัศน์ย่อมจะไม่สามารถกระทำความเข้าใจกันได้

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญ และประโยชน์ของมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้ มโนทัศน์ช่วยลดความซับซ้อนในการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้เป็นระบบ สามารถแก้ปัญหาหรือแสวงหาความรู้โดยอาศัยมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน

2.3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทั้งภายในและต่างประเทศ ที่สัมพันธ์กับการสอนแบบอื่น ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.1 งานวิจัยในประเทศ

จิตรารมภ์ ทองนิ่ม (2530 : 47-50) ศึกษามโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 351 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมโนมติทางฟิสิกส์เรื่องการเคลื่อนที่ในระดับต่ำมาก 11 มโนทัศน์ คือ การเคลื่อนที่แบบหมุน เวกเตอร์ศูนย์ อัตราเร็วเฉลี่ย ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง ความเร่งในขณะใดขณะหนึ่ง การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่งกับเวลา สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมด จากอัตราเร็วเฉลี่ยและเวลา สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนไปได้ทั้งหมดจากค่าอัตราเร็วเฉลี่ยและเวลา สมการหาค่าระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ทั้งหมดจากค่าอัตราเร็วความเร่งและเวลา สมการหาค่ากำลังสองของอัตราความเร็วของวัตถุ นักเรียนมีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ในระดับต่ำมาก 7 มโนทัศน์ คือ มวล การหาขนาด และทิศทางแรงลัพธ์ เนื่องจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุโดยสร้างรูปสามเหลี่ยมด้านขนานการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์เนื่องจากแรง 2 แรงกระทำมุมใด ๆ ต่อกันโดยการคำนวณกฎการเคลื่อนที่ข้อ 2 ของนิวตัน นักเรียนมีมโนทัศน์การเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวเส้นตรง การบวก เวกเตอร์ การเรียงลำดับเวกเตอร์ ในการบวกเวกเตอร์ การลบเวกเตอร์และแรงลัพธ์

วิรงรอง โรจนกุล (2530 : 97-99) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการจำแนกและเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผมสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติศักดิ์ เสมาธรรมานนท์ (2531 : 71) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสไลด์เทปประกอบ กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุชิรา เกียรติกังวาล (2531 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยวิธีสอนด้วยแบบฝึกสร้างมโนทัศน์เหมือนกัน แต่ใช้กลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันคือได้ทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ ด้านถ้อยคำ กับผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ของกลุ่มทดลอง มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ส่วนของกลุ่มควบคุม มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ส่วนความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้านถ้อยคำ กับผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมรวมกัน มีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาติ สมสุข (2531 : 95-96) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้านถ้อยคำ และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยกลุ่มทดลองเรียนตามวิธีสอนแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดออกแบบโดย นวลเพ็ญ วิเชียรโชติ และกลุ่มควบคุมการเรียนตามวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ตอนหลังสอนสูงขึ้นกว่าตอนก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความคงทนในการเรียนรู้ที่วัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ และการนำไปใช้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ในตอนหลังสูงขึ้นกว่าตอนก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ ด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้านถ้อยคำในตอนหลังสอน สูงขึ้นกว่าตอนก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความสามารถในการสร้างมโนทัศน์ด้านถ้อยคำ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 50-51) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่า การสอนทั้งสองแบบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ไม่แตกต่างกัน

อรางค์ลักษณ์ อยู่สุข (2535 : 80-82) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลาโมชั่น พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภทสูงกว่าการสอนตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ด้านมโนทัศน์ทางทฤษฎีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

สุรวิทย์ วงศ์ศรี (2536 : 92-93) ได้ศึกษามโนทัศน์ในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชัยภูมิ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชัยภูมิ เปรียบเทียบมโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงในจังหวัดชัยภูมิ และเปรียบเทียบมโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดแตกต่างกันในจังหวัดชัยภูมิ ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2535 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ในจังหวัดชัยภูมิ จำนวน 355 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบมโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ จำนวน 2 ฉบับ ผลการวิจัย พบว่า

1. ตัวอย่างประชากรกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชัยภูมิ มีคะแนนมโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง และเรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงอยู่ในระดับต่ำมาก โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 47 และเฉลี่ยร้อยละ 48 ตามลำดับ

2. มโนทัศน์วิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง และเรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. มโนทัศน์วิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง และเรื่องการเคลื่อนที่แนวตรงของนักเรียนที่ศึกษาในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อดิศร มณีศิริ (2537 : 73-74) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในด้านการจำแนกและด้านความสัมพันธ์แต่ไม่แตกต่างกันด้านทฤษฎี

แววตา ตันวัฒนกุล (2538 : 74-77) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ซึ่งสอนโดยการใช้ชุดเรียนด้วยตนเอง ที่มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เกี่ยวกับความสัมพันธ์และเกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียนที่สอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบกับการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วรกิตต์ ผ่องศรี (2538 : 61) ได้ทำการทดลองสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการสอนโดยใช้โมชันพิคเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู ผลปรากฏว่าการสอนโดยโมชันพิคเจอร์มีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 3 ประการ ได้แก่ มโนทัศน์เกี่ยวกับการจำแนก ความสัมพันธ์ และทฤษฎี สูงกว่าการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Bourne and others (1968 : 264-265) ได้ทำการทดลองการเรียนมโนทัศน์ พบว่า การสอนให้เกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ได้ผลดีนั้นมาจากการใช้ตัวอย่างทางบวกครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าครึ่งหนึ่ง และการใช้ตัวอย่างทางลบครึ่งหนึ่ง หรือน้อยกว่าครึ่ง และถ้ายิ่งใช้ตัวอย่างทางบวกมากขึ้นจะช่วยให้การเรียนรู้มโนทัศน์ร่วมลักษณะได้ดียิ่งขึ้น

Pell (1968 : 724) ได้ศึกษาการสอนมโนทัศน์โดยใช้วิธีสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง โดยไม่มีการแนะนำการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองด้วยการชี้แนะด้วยคำถามตามสถานการณ์ เพื่อให้ทราบมโนทัศน์ด้วยตนเองและแบบบอกมโนทัศน์ให้นักเรียนแล้วอธิบายหรือยกตัวอย่าง ผลปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบแนะให้ค้นพบคำตอบด้วยตนเองโดยใช้คำถามตามสถานการณ์ สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Markle and Tiemann Really (อ้างใน มณีรัตน์ เกตุไสว. 2540 : 57) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้มโนทัศน์ด้วยวิธีการต่างๆ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับวิทยาลัยจำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เรียนจากนิยามของมโนทัศน์เพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ 2 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทางบวกทั้งหมด กลุ่มที่ 3 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทางลบทั้งหมด กลุ่มที่ 4 เรียนจากนิยามพร้อมตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบทั้งหมด ผลจากการทดลองพบว่า

กลุ่มที่ 4 เรียนรู้มโนทัศน์ได้ถูกต้อง และครบถ้วนมากที่สุด

กลุ่มที่ 2 และ 3 เรียนรู้มโนทัศน์ดีปานกลาง

กลุ่มที่ 1 เรียนรู้มโนทัศน์น้อยที่สุด

จากการทดลองครั้งนี้เขาได้สรุปว่า การสอนเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องครบถ้วนควรจะมีตัวอย่างทั้งทางบวกและทางลบโดยมีจำนวนที่พอเหมาะ ทั้งนี้จะช่วยลดข้อบกพร่องในการเรียนรู้มโนทัศน์ และช่วยให้บรรลุมโนทัศน์อย่างแท้จริง

Babikian (1971 : 201-209) ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง วิธีสอนแบบปฏิบัติการและวิธีสอนแบบบอกให้รู้ในการสอนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับหลักการของอาร์คีมีดีส ผู้รับการทดลองเป็นนักเรียนเกรด 8 ผลการทดลองปรากฏว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบบอกให้รู้และกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการมีผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง

Cunningham (1971 : 268-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียนฟิสิกส์สองกลุ่มคือ กลุ่มที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์ระดับไฮสคูลแบบใหม่ (PSSC) และกลุ่มที่เรียนหลักสูตรระดับไฮสคูลแบบเก่า (Taffel) โดยสุ่มจากนักเรียนที่เลือกเรียนฟิสิกส์ในโรงเรียนประจำตำบลที่พิทสเบิร์กจำนวน 756 คน นำมาเพียง 484 คน จากจำนวนนี้เรียนหลักสูตรใหม่ 265 คน และเรียนหลักสูตรเก่า 219 คน สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ซึ่งประกอบด้วยข้อทดสอบวัดความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ และชุดที่สองเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ในมโนทัศน์สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ในมโนทัศน์เกี่ยวกับการหักเห นอกจากนั้นมีแบบบทดสอบวัดความสามารถทางสมองสำหรับควบคุมตัวแปรความสามารถทางสติปัญญา แบ่งนักเรียนทั้งสองกลุ่มออกเป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง โดยพิจารณาจากคะแนนของแบบทดสอบวัดความรู้ในมโนทัศน์ (CKT) และนำค่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียนรู้มโนทัศน์ (CAT) ของทั้งสองกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน ผลการวิจัยพบว่า

1. กลุ่มสูงที่เรียนฟิสิกส์แบบใหม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่ากลุ่มสูงที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบเก่า

2. กลุ่มปานกลางที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบใหม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ได้ดีกว่ากลุ่มปานกลางที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบเก่า

3. กลุ่มต่ำที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบใหม่ และกลุ่มต่ำที่เรียนหลักสูตรฟิสิกส์แบบเก่า เรียนรู้มโนทัศน์ได้เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การนำมโนทัศน์มาใช้ในการศึกษาสาขาต่าง ๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

Nay and Associates (1971 : 201) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับกิจกรรมหรือลำดับการปฏิบัติการซึ่งกระทำโดยนักวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมีกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดเรียงลำดับขั้นการทำงาน

Klopfer (1971 : 566) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

Peterson (1978 : 153) ได้ให้คำนิยามว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การสังเกต การตั้งคำถาม การทำการทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย การนำไปใช้ประโยชน์

ปรีชา วงศ์ชูศิริ (2527 : 247) ได้ให้แนวคิดว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการใช้เสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ไสว ฟักขาว (2537 : 150) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการเสาะแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติฝึกฝนความนึกคิดอย่างเป็นระบบของคน และความสามารถในการเลือกใช้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงออกเพื่อแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือใช้ในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นกระบวนการทางปัญญาที่ต้องอาศัยความคิดในระดับต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือค้นคว้าสิ่งที่ยังไม่รู้ให้ได้มาซึ่งข้อเท็จจริงหลักการและกฎ ก่อให้เกิดความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

เปรมวดี รักษวลี (2539 : 21) กล่าวทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติและการฝึกฝนอย่างมีระเบียบ ฉะนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์จะต้องให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และทักษะที่ใช้ในการแสวงหาความรู้นั้น ๆ ด้วย

จากทัศนะของนักการศึกษาที่ให้ความหมายเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝน เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดความรู้ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์และนักการศึกษาได้รวบรวมเป็นทักษะขั้นต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทำงานไว้ดังต่อไปนี้

คณะกรรมการการศึกษาวิทยาศาสตร์ (Commission of Science Education ของสมาคม AAAS) (American Association for the Advancement of Science. 1970 : 33-176) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ เป็น 13 ทักษะ ทักษะทั้งหมดนี้แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

ก. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The Basic Process Skills) ประกอบด้วย

1. การสังเกต (Observing) เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา หู จมูก ลิ้น และกายสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน รวมทั้งการใช้เครื่องมือเข้าช่วยประสาทสัมผัสเพื่อรวบรวมข้อมูลจากวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2. การวัด (Measuring) หมายถึงการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อรวบรวมข้อมูลในเชิงปริมาณของสิ่งที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องควบคู่ไปกับการสังเกต

3. การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึงความสามารถในการจำแนกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นกลุ่ม โดยอาจพิจารณาความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์รวมของสิ่งนั้น ๆ

4. การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับเวลา (Using Space / Time Relationship) เป็นการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่อยู่และเวลา เป็นการศึกษาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของสิ่งต่างๆ เพราะมิติหมายถึงลักษณะที่เกี่ยวกับความกว้าง ความยาว ความหนา ตำแหน่งที่อยู่และการเคลื่อนที่

5. การคำนวณ (Using Number) หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต การทดลองมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การนับ การบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย เป็นต้น ซึ่งเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อันถือว่าเป็นเครื่องมือที่จำเป็นของวิทยาศาสตร์มาคำนวณหาค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการแปลความและลงข้อสรุป

6. การสื่อความหมาย (Communicating) หมายถึง การบันทึกหรือสื่อความหมาย จากการค้นพบหรือผลที่ได้พบเห็นให้คนอื่นเข้าใจ อาจโดยการพูด การเขียน การใช้แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ ไดอะแกรม หรือสมการ โดยคำนึงถึงความชัดเจน ความสมบูรณ์ ความถูกต้อง

7. การลงความเห็นจากข้อมูล (Infering) หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมเพื่อลงข้อสรุปหรืออธิบายปรากฏการณ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนสิ่งที่เกิดขึ้นล่วงหน้า หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎี ในเรื่องนั้นมาช่วยในการทำนาย

ข. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (Integrated Process Skills) ประกอบด้วย

1. การควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าอะไรเป็นตัวแปรต้น และอะไรเป็นตัวแปรตามในปรากฏการณ์ที่ต้องการศึกษา ความสามารถในการบ่งชี้ตัวแปรต่าง ๆ ที่อาจจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม หรือคุณสมบัติทางกายภาพหรือชีวภาพของระบบ ความสามารถที่จะสร้างวิธีทดสอบหาผลที่เกิดจากตัวแปรได้ รวมทั้งความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด ความสามารถเหล่านี้จะทำให้เราควบคุมปรากฏการณ์หรือสร้างปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นได้

2. การแปลความหมายจากข้อมูล (Interpreting Data) หมายถึง ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูลที่ได้จัดกระทำไว้อย่างครบถ้วนและกระทัดรัด ให้อยู่ในลักษณะที่จะใช้สื่อความหมายอย่างถูกต้องและเป็นที่เข้าใจตรงกัน

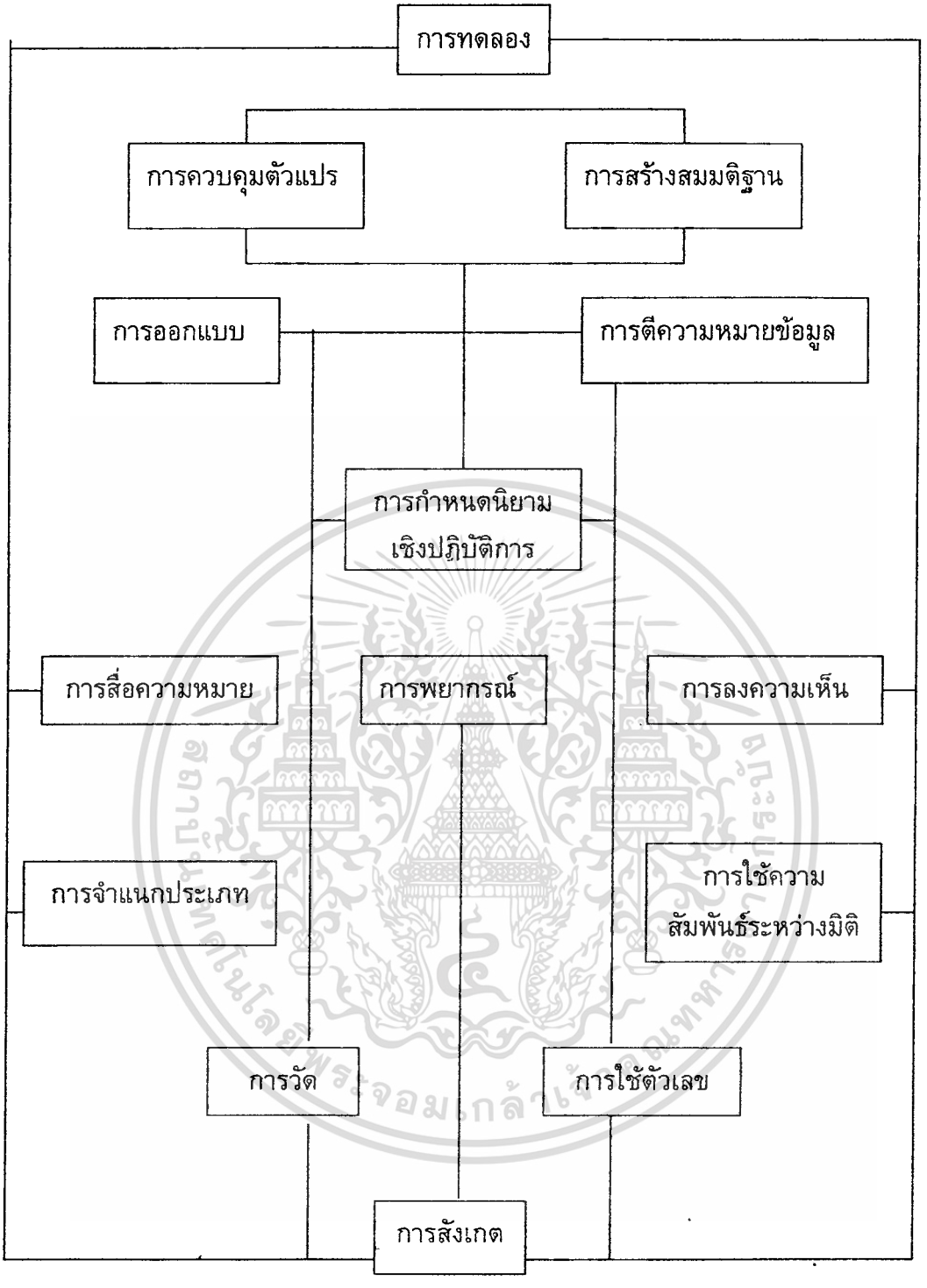
3. การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) เป็นการคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์เดิม หรือหลักการ กฎ และทฤษฎีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจผิดทั้งหมด หรือถูกทั้งหมด หรือถูกบ้างผิดบ้างในบางส่วนก็ได้ สมมติฐานที่ได้รับการยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วจะเปลี่ยนสภาพเป็นทฤษฎี ความจริง หลัก หรือกฎ ตามแต่กรณี

4. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally) เป็นการให้ความหมายของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งต้องสังเกต วัดหรือนำมาปฏิบัติได้ โดยจำเป็นต้องกำหนดความหมายและขอบเขตให้รัดกุม สามารถเข้าใจตรงกันได้ เพื่อไปสร้างการทดลอง

5. การทดลอง (Experimenting) หมายถึง ความสามารถในการดำเนินการตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ในการทดลองจะมีการนำทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐานและขั้นสูงหลาย ๆ ทักษะมาผสมกัน

Ronald et. al. 1970 (อ้างถึงในไสว ฟักขาว. 2537 : 157) ได้กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นมีความสำคัญเท่า ๆ กับ ตัวเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เพราะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องใช้ในการค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเขาได้เสนอภาพแสดงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นต่าง ๆ จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง
ที่มา : Ronald et. al. 1970 (อ้างในไสว ฟักขาว. 2537 : 157)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nay and Associates (1971 : 201-203) ได้กล่าวไว้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลำดับของกิจกรรมหรือปฏิบัติการ ซึ่งมี 5 กระบวนการใหญ่และแยกเป็นกระบวนการย่อย 17 กระบวนการดังนี้

ก. การเริ่มต้นปัญหา (Initiation)

1. การกำหนดขอบเขตของปัญหา
    - 1.1 การคาดคะเนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น
    - 1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ
    - 1.3 การกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. การหาข้อมูลพื้นฐาน
    - 2.1 การใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง
    - 2.2 การศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ
    - 2.3 การปรึกษาจากบุคคลอื่น
3. การทำนาย
4. การตั้งสมมติฐาน
5. การออกแบบสำหรับใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการทดลอง
    - 5.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ
    - 5.2 การกำหนดวิธีการเป็นขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง
    - 5.3 การกำหนดอุปกรณ์ วัสดุต่าง ๆ และเทคนิค
    - 5.4 การกำหนดข้อควรระวังเกี่ยวกับความปลอดภัย
    - 5.5 การกำหนดวิธีบันทึกข้อมูล

ข. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Collection of Data)

6. วิธีการ
    - 6.1 การเก็บรวบรวม การสร้างและจัดอุปกรณ์
    - 6.2 การทำการทดลอง
    - 6.3 การกำหนดข้อจำกัด ขอบเขต และดัดแปลงวิธีการ
    - 6.4 การทำการทดลองซ้ำ
    - 6.5 การบันทึกข้อมูล
7. การสังเกต
    - 7.1 การหาข้อมูลเชิงคุณภาพ
    - 7.2 การหาข้อมูลเชิงปริมาณหรือกึ่งปริมาณ
    - 7.3 การรวบรวมตัวอย่าง
    - 7.4 การหาข้อมูลที่แสดงโดยกราฟ
    - 7.5 การให้ข้อสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดหมาย
    - 7.6 การสังเกตความถูกต้องเที่ยงตรงของข้อมูล
    - 7.7 การตัดสินความเที่ยงตรงและความเชื่อถือได้ของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การจัดกระทำกับข้อมูล (Processing of Data)

8. การจัดข้อมูล

8.1 การจัดลำดับเพื่อให้ง่ายขึ้น

8.2 การจำแนกประเภท

8.3 การเปรียบเทียบ

9. การแสดงข้อมูลโดยกราฟ

9.1 การเขียนกราฟ แผนภูมิ แผนผัง แผนที่

9.2 การเติมข้อความในแผนภาพ

10. การจัดกระทำข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์

10.1 การคำนวณ

10.2 การใช้ค่าสถิติ

10.3 การพิจารณาความไม่แน่นอนของผลที่วัดได้

ง. การสร้างกรอบแนวคิดจากข้อมูล (Conceptualization of Data)

11. การแปลความหมายจากข้อมูล

11.1 การคาดคะเนและอธิบายข้อมูล

11.2 การสรุปหลักเกณฑ์จากข้อมูล

11.3 การประเมินความเที่ยงตรง การทำนาย และสมมติฐาน

12. การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการ

12.1 เป็นคำพูด

12.2 เป็นตัวเลข

13. การแสดงข้อมูลในรูปของความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์

14. การเชื่อมโยงข้อค้นพบใหม่กับทฤษฎีที่มีอยู่เดิม

จ. การเปิดกว้าง (Openened)

15. การค้นหาหลักฐานต่อไปเพื่อ

15.1 เพิ่มระดับความเชื่อมั่นของคำอธิบายหรือข้อสรุป

15.2 ทดสอบขอบเขตของคำอธิบายที่ใช้หรือข้อสรุป

16. การระบุปัญหาใหม่เพื่อสืบเสาะหาความรู้ของ

16.1 ความต้องการที่จะศึกษาผลของตัวแปรใหม่

16.2 สิ่งที่สังเกตพบโดยบังเอิญ

16.3 ความไม่สมบูรณ์และความไม่แน่นอนของทฤษฎี

17. การนำความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้

Okey and Field 1973 (อ้างใน ชุติญา สุริยมณฑล. 2535 : 26) ได้จำแนกประเภททักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ไว้ 10 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กำหนดตัวแปร (Identifying Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะบอกได้ว่าอะไรเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) และอะไรเป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables) หรืออะไรที่เป็นต้นเหตุที่ก่อให้เกิดผลนั้น

2. การสร้างตารางข้อมูล (Constructing a Table of Data) หมายถึง ความสามารถในการสร้างตารางข้อมูลจากข้อความต่าง ๆ หรือจากการทดลองได้อย่างถูกต้อง ในการสร้างตารางข้อมูลนั้น ส่วนมากนิยมขึ้นต้นด้วยตัวแปรอิสระ แล้วต่อมาจึงเป็นตัวแปรตามและค่าตัวเลขมักนิยมจัดเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก

3. การเขียนกราฟ (Constructing a Graph) หมายถึง ความสามารถที่จะเขียนกราฟได้จากคำอธิบายหรือจากตารางข้อมูล หรือจากการทดลองซึ่งในการเขียนกราฟนิยมให้ตัวแปรอิสระอยู่บนแกน X และตัวแปรตามอยู่บนแกน Y

4. อธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ (Describing Relationships between Variables) หมายถึง ความสามารถที่จะอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรจากกราฟ สมการหรือข้อมูลที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Acquiring and Processing your Own Data) คือ ความสามารถในการรวบรวมและเก็บข้อมูลสร้างตารางข้อมูล เขียนกราฟ และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้

6. การวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหรือแสวงหา (Analysis Investigations) คือ ความสามารถในการกำหนดตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม การควบคุมตัวแปรภายนอกสำหรับการทดลอง และการบ่งชี้สมมติฐานที่จะทำสอบ เมื่อได้รับคำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองนั้น ตัวแปรอื่น ๆ นอกเหนือไปจากตัวแปรอิสระอาจจะส่งผลกระทบกระเทือนต่อผลของการทดลอง ตัวแปรเหล่านี้เรียกว่า ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) ซึ่งในการทดลองทุกครั้งจะต้องพยายามควบคุมไม่ให้ตัวแปรภายนอกเข้าไป ส่งผลกระทบกระเทือนต่อการทดลอง ตัวแปรภายนอกมี 2 ชนิด คือ ตัวแปรที่ควบคุมได้ (Explicit Variables) หลักเกณฑ์ในการควบคุมตัวแปรภายนอก คือ ถ้าหากไม่สามารถกำจัดออกไปจากการทดลองได้ ก็ทำให้มันมีผลต่อการทดลองทุกขั้นตอนเท่า ๆ กัน

7. การตั้งสมมติฐาน (Constructing Hypothesis) คือ ความสามารถที่จะตั้งสมมติฐานเมื่อกำหนดปัญหาให้ ก่อนที่จะตั้งสมมติฐานต้องพิจารณาดูก่อนว่ามีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรในการทดลองนั้น และมีอะไรบ้างที่เป็นตัวแปรของสิ่งแวดล้อมของการทดลอง แล้วจัดเข้าหมวดหมู่ของตัวแปรทั้งสามชนิด และในการตั้งสมมติฐานนั้นต้องควบคุมตัวแปรภายนอกให้หมดแล้วให้เหลือเพียงตัวแปรอิสระที่จะก่อให้เกิดผลนั้นเพียงอย่างเดียว จากนั้นจึงตั้งสมมติฐานเพื่อทำการทดสอบ ดังนั้นการตั้งสมมติฐาน คือ การคาดคะเนผลที่จะปรากฏเมื่อเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระ การคาดคะเนนี้อาจจะได้แนวทางมาจากความจริง ความคิดเห็น และประสบการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การกำหนดนิยามเป็นเชิงพฤติกรรม (Defining Variables Operationally) คือ ความสามารถในการสร้างคำนิยามปฏิบัติการของตัวแปรต่าง ๆ การให้นิยามปฏิบัติการก็คือ การกำหนดลงไปว่าตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามในการทดลองนั้นจะสามารถวัดได้อย่างไร

9. การออกแบบทดลอง (Designing Investigations) คือ ความสามารถที่จะออกแบบการทดลองได้ เมื่อกำหนดสมมติฐานมาให้ การออกแบบการทดลองประกอบไปด้วย

9.1 การให้นิยามปฏิบัติการของตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

9.2 การกำหนดและควบคุมตัวแปรภายนอก

9.3 การเลือกวัดค่าต่าง ๆ ของตัวแปรอิสระ

10. การทดลอง (Experimenting) คือ ความสามารถในการตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลองตามแบบการทดลองเพื่อที่จะรวบรวมข้อมูลสำหรับพิสูจน์สมมติฐานเพื่อกำหนดปัญหาให้

Garland and Others 1973 (อ้างใน ชุติญา สุริยมณฑล. 2535 : 25) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของ ESLI (Elementary Science Learning by Investigating) ประกอบด้วยทักษะต่อไปนี้

1. การสังเกต (Observation) หมายถึง การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และการนำเสนอข้อมูลจากการรับรู้

2. การจัดกระทำต่อข้อมูล (Data Treatment) หมายถึง การเก็บรายงานการบันทึก การวิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลที่ได้มาด้วยตนเอง หรือกลุ่ม หรือชั้นเรียน

3. การพยากรณ์ และการตั้งสมมติฐาน (Prediction and Hypothesis Formation) หมายถึง แนวคิดที่นำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และวิธีที่จะทดสอบสมมติฐานนั้น การตั้งสมมติฐานนั้นรวมถึงทักษะในการที่จะปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐาน โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานที่เป็นข้อพิสูจน์ซึ่งรวบรวมมาได้

4. การจำแนก (Classification) หมายถึง การจัดกลุ่มโดยดูจากความแตกต่างและคล้ายคลึง ซึ่งรวมไปถึงการพิจารณาถึงลักษณะที่สิ่งนั้นมีอยู่ด้วย

5. การบ่งชี้ (Identification) หมายถึง ความสามารถบอกสมาชิกภายในกลุ่มได้โดยดูจากคุณสมบัติ และลักษณะซึ่งผิดแผกไปจากกลุ่ม

6. การวัด (Measurement) หมายถึง ความสามารถบอกปริมาณที่แน่นอนและถูกต้องโดยใช้ระบบการวัดที่เป็นมาตรฐาน และรู้ถึงความแตกต่างกันในด้านปริมาณได้ ความสามารถบอกได้ว่าอะไรมากกว่าหรือน้อยกว่า และกำหนดคุณค่าของปริมาณได้ นอกจากนี้ทักษะในด้านนี้ยังรวมถึงการเลือกหน่วยที่เหมาะสมในการวัด และปริมาณพอเหมาะที่จะใช้ในการทดลอง

7. การพัฒนาเทคนิควิธีปฏิบัติในห้องทดลอง (Development of Acceptable Laboratory Techniques) หมายถึง ความสามารถในการสร้าง การเลียนแบบ และการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ การรู้จักเก็บรักษาเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง และสามารถใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ในแบบที่ได้รับการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. การวิเคราะห์และการสังเคราะห์ (Analysis and Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบพิจารณารายละเอียดของปัญหา หรือแนวคิด หรือมโนทัศน์ (Concept) และรวมถึง การนำข้อมูลย่อยมาพิจารณาร่วมกันเพื่อนำไปสู่หลักเกณฑ์กว้าง ๆ

9. การสื่อความหมาย (Communications) หมายถึง ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้อื่น เพื่อที่จะแสดงออกซึ่งความนึกคิดทั้งในรูปของนามธรรมและรูปธรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2526 : 1-6) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการสังเกตแล้ว ได้แก่

1.1 ชี้บ่งและบรรยายสมบัติของวัตถุได้โดยการใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง

1.2 บรรยายสมบัติเชิงปริมาณของวัตถุได้โดยการกะประมาณ

1.3 บรรยายการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกตได้

2. การวัด หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอน ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการวัดแล้ว ได้แก่

2.1 เลือกเครื่องมือได้เหมาะสมกับสิ่งที่วัด

2.2 บอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือวัดได้

2.3 บอกวิธีวัดและวิธีใช้เครื่องมือวัดได้ถูกต้อง

2.4 ทำการวัดความกว้าง ความยาว ความสูง อุณหภูมิ ปริมาตร น้ำหนัก และอื่น ๆ ได้ถูกต้อง

2.5 ระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

3. การจำแนกประเภท หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการจำแนกประเภทแล้วได้แก่

3.1 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ จากเกณฑ์ที่ผู้อื่นกำหนดให้ได้

3.2 เรียงลำดับหรือแบ่งพวกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้เกณฑ์ของตนเองได้

3.3 บอกเกณฑ์ที่ผู้อื่นใช้เรียงลำดับหรือแบ่งพวกได้

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา สเปสของวัตถุหมายถึงที่ว่างที่วัตถุนั้นครอบครองซึ่งจะมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกับวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วสเปส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวัตถุจะมี 3 มิติคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับที่อยู่ของวัตถุหนึ่งกับอีกวัตถุหนึ่งสำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส และสเปสกับเวลา ได้แก่

4.1 ชี้บ่งรูป 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.2 วาดรูป 2 มิติ จากวัตถุหรือรูป 3 มิติ ที่กำหนดให้ได้

4.3 บอกชื่อของรูปและรูปทรงเรขาคณิตได้

4.4 บอกความสัมพันธ์ระหว่าง 2 มิติ กับ 3 มิติ ได้ เช่น

- ระบุรูป 3 มิติที่เห็นเนื่องจากการหมุนรูป 2 มิติได้
- เมื่อเห็นเงา (2 มิติ) ของวัตถุสามารถบอกรูปทรงของวัตถุ (3 มิติ) ที่เป็นต้นกำเนิดเงาได้
- เมื่อเห็นวัตถุ (3 มิติ) สามารถบอกเงา (2 มิติ) ที่จะเกิดขึ้นได้
- บอกรูปของรอยตัด (2 มิติ) ที่เกิดจากการตัดวัตถุ (3 มิติ) ออกเป็น 2 ส่วนได้

4.5 บอกตำแหน่งหรือทิศทางของวัตถุชนิดหนึ่งได้

4.6 บอกได้ว่าวัตถุหนึ่งอยู่ในตำแหน่งหรือทิศทางใดของอีกวัตถุหนึ่ง

4.7 บอกความสัมพันธ์ของสิ่งที่อยู่หน้ากระจก และภาพที่ปรากฏในกระจกว่าเป็นซ้ายหรือขวาของกันและกันได้

4.8 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุกับเวลาได้

4.9 บอกความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงขนาด หรือปริมาณของสิ่งต่างๆ กับเวลาได้

5. การคำนวณ หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย หรืออื่น ๆ สำหรับความสามารถที่แสดงว่ามีทักษะการคำนวณ ได้แก่

5.1 การนับ ได้แก่

5.1.1 นับจำนวนสิ่งของได้ถูกต้อง

5.1.2 ใช้ตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้

5.2 การคำนวณ ได้แก่

5.2.1 บอกวิธีคำนวณได้

5.2.1 คิดคำนวณได้ถูกต้อง

5.2.3 แสดงวิธีคำนวณได้

6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลองหรือแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณค่าใหม่เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยนำเสนอใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น สำหรับความสามารถที่แสดงว่ามีทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล ได้แก่

6.1 เลือกรูปแบบที่จะใช้ในการเสนอข้อมูลได้เหมาะสม

6.2 บอกเหตุผลในการเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเสนอข้อมูลได้

6.3 ออกแบบการนำเสนอข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกไว้ได้

6.4 เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปใหม่ที่เข้าใจดีขึ้นได้

6.5 บรรยายลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งด้วยข้อความที่เหมาะสมกะทัดรัดจนสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้

7. การลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลแล้ว ได้แก่ การอธิบายหรือสรุปโดยเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตโดยใช้ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8. การพยากรณ์ หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยสรุป การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่กับการพยากรณ์ภายนอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะด้านนี้แล้ว ได้แก่

8.1 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากข้อมูลที่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่ได้

8.2 ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นภายในขอบเขตของข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่

8.3 ทำนายผลที่เกิดขึ้นภายนอกขอบเขตข้อมูลเชิงปริมาณที่มีอยู่ได้

9. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้ายังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ ความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะในการตั้งสมมติฐาน ได้แก่ การหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้และประสบการณ์

10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่ การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำ หรือตัวแปรต่าง ๆ ให้สังเกตได้วัดได้

11. การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปรต้นคือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่าง ๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรตามคือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุมคือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้วได้แก่ การชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมได้

12. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เมื่อกำหนด

1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร)

1.2 อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่

1. ออกแบบการทดลองโดย

1.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึงตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

1.2 ระบุอุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

2. ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและเหมาะสม

3. บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูลหมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด สำหรับความสามารถที่แสดงว่าเกิดทักษะนี้แล้ว ได้แก่

1. การแปลความหมาย หรือบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ได้

2. บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2537 : 1-4) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 5 กลุ่มทักษะ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นไปในลักษณะที่เน้นกระบวนการในการแก้ปัญหา (Problem Solving) และการตัดสินใจ (Decision Making)

ทักษะ 5 กลุ่มดังกล่าวได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การนิยามปัญหา (Defining Problems) เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการศึกษาหรือทดลองนั้นให้ชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่างๆ คือ

1.1 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operation Definition) เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับปัญหาให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้

1.2 การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ของปัญหา (Defining of Variables) หมายถึง การชี้บ่งตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุม

ตัวแปรต้น (Independent Variables) คือ สิ่งที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ตัวแปรที่ต้องควบคุม (Controlled Variables) คือ สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้นที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นจะทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน

2. การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) คือ การกำหนดปัญหาที่ต้องศึกษาให้เป็นคำถามที่สามารถทดสอบได้โดยการทดลอง

หรืออาจกล่าวได้ว่า เป็นการคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดหาล่วงหน้านี้เป็นสิ่งที่ยังไม่ทราบ ยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้มักกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิด จะทราบได้หลังจากการทดลองแล้วว่าผลที่ได้จากการทดลองเป็นการสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้น

3. การออกแบบการทดลองและการรวบรวมข้อมูล (Experimental Design and Data Collection) เป็นการวางแผนการศึกษาหรือวางแผนการแก้ปัญหา และทำการค้นคว้าทดลองเพื่อตอบปัญหาหรือหาความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ คือ

3.1 การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวกายไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรืออาจใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกตด้วย เช่น ใช้แว่นขยาย ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอาจแบ่งได้เป็น 3 อย่าง คือ ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ (โดยการกะประมาณ) และข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง

3.2 การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่างๆออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอเป็นการเปรียบเทียบวัตถุหรือเหตุการณ์กับมาตรฐาน อาจเป็นด้านความยาว พื้นที่ ปริมาตร มวล อุณหภูมิ แรง หรือเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

ในการทดลองจะประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

3.3.1 การออกแบบการทดลองหมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวกับการกำหนดและควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

3.3.2 การปฏิบัติการทดลองหมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริงๆ

3.3.3 การบันทึกผลการทดลองหมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ อาจจำเป็นต้องออกแบบตารางบันทึกข้อมูล เพื่อสะดวกและง่ายต่อการบันทึกข้อมูล

4. การจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Data Organizing) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า และทดลองมาจัดระบบจัดหมวดหมู่ หรือจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์หรือความแตกต่างที่ชัดเจน มีความหมายในการที่จะนำไปสู่การสรุปที่ถูกต้องชัดเจน ประกอบด้วยทักษะต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การจำแนกประเภท (Classifying) เป็นการจัดหมวดหมู่ หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ในการจำแนก เกณฑ์ดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.2 การคำนวณ (Calculating) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณ โดยการบวก ลบ คูณ หาร หาค่าเฉลี่ย หรืออื่นๆ

4.3 การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Data Organizing and Presentation) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่นๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในความหมายของข้อมูลชุดนั้นดีขึ้น โดยอาจเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ แผนผัง วงจร กราฟ สมการ เขียนและบรรยาย เป็นต้น

5. การสรุปและนำเสนอผล (Conclusion and Communicating) เป็นการประมวลความรู้จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและศึกษาค้นคว้า เพื่อทดสอบสมมติฐานการทดลองที่ตั้งขึ้น ว่าเป็นข้อมูลที่สนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานนั้นอย่างไร และเสนอผลการทดลองนั้น ๆ ให้ผู้อื่นทราบ อาจเป็นรายงานโดยการพูด หรือเขียน ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

5.1 การลงความคิดเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผลตามหลักการ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎี โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

5.2 การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทดลองโดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ ๆ หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นๆ มาช่วยในการสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพยากรณ์ข้อมูลเกี่ยวกับตัวเลขได้แก่ ข้อมูลที่เป็นตารางหรือกราฟ ทำได้ 2 แบบ คือ พยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่ กับการพยากรณ์นอกขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่

5.3 การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) หมายถึง การแปลความหมายหรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลในบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆ ด้วย เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการคำนวณ เป็นต้น การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด เป็นการอ่านตาราง กราฟ แผนภูมิ ฯลฯ แล้วอธิบายความหมายเพื่อตอบปัญหาที่ทำการศึกษาหรือทดลองนั้น ๆ

จะเห็นได้ว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยทักษะด้านต่าง ๆหลายด้าน ซึ่งมีผู้เสนอไว้แตกต่างกันในการแยกจำนวนทักษะกระบวนการ แต่โดยส่วนใหญ่ทักษะที่สำคัญจะคล้ายคลึงกัน สำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะมารวมกันแล้วจัดแบ่งเป็น 5 กลุ่มทักษะใหญ่ ๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น

2.4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4.3.1 งานวิจัยในประเทศ

รัชนี ศาสตร์บูรณศิลป์ (2531 : 74) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สอนโดยการสาธิต การทดลองกับการปฏิบัติการทดลอง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

กัญญา ทองมั่น (2534 : 80-84) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทาง และกำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .185 ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันที่ระดับ .001

ชุติญา สุริยมณฑล (2535 . 74-75) ได้ศึกษาการสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น การวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 6 เล่ม โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ เอ เอ เอ เอส (AAAS) ซึ่งประกอบด้วย 13 ทักษะ เป็นเกณฑ์ในการสำรวจ ผู้วิจัยจำแนกประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากข้อความและคำถามในหนังสือเรียน แล้ววิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ และหาค่าร้อยละ

ผลการสำรวจพบว่า ในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 6 เล่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทุกทักษะ เมื่อพิจารณาตามระดับชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด และมีทักษะการสร้างสมมติฐานน้อยที่สุด ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด และมีทักษะการสร้างสมมติฐานน้อยที่สุด และในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด และมีทักษะการจำแนกประเภทน้อยที่สุด และเมื่อพิจารณาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า มีทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลมากที่สุด และมีทักษะการสร้างสมมติฐานน้อยที่สุด และในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาทุกเล่มมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานมากกว่าทักษะขั้นบูรณาการ

อดิศร มณีศิริ (2537 : 73-74) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิด รวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โรงเรียนสตึก อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2536 จำนวน 60 คน โดยการจับฉลาก กำหนดนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน ให้เป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ผลการศึกษาปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีความแตกต่างกันทั้ง 2 ด้านคือ ด้านการจำแนก และด้านความสัมพันธ์ แต่ไม่แตกต่างด้านทางทฤษฎี ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความแตกต่างกัน นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีความแตกต่างกัน

สุมาลี ดำรงไชย (2537 : 110-113) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นกับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกทักษะการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่นสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ

เปรมวดี รักษมาลี (2539 : 84) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมของเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่านิยมทางเทคโนโลยีโดยส่วนรวมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยีกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และค่านิยมทางเทคโนโลยีเป็นรายด้านได้แก่ ด้านการทดลอง ด้านการปรับปรุง และด้านการเลียนแบบ ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนการซ่อมแซมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มณีรัตน์ เกตุไสว (2540 : 90) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ (ว421) โรงเรียนปทุมคงคา เขตคลองเตย กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2539 จำนวน 67 คน โดยใช้หน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน แล้วจับฉลากแบ่งเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 32 คน ผลการศึกษาปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีของนักเรียน กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสัมพันธ์ของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม

2.4.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Butzow (1971 : 85) ได้ทดลองสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยทดลองสอนนักเรียนในเกรด 8 จำนวน 92 คน ทำการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 5 บทแรก โดยใช้แบบทดลองวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ วัดทักษะของนักเรียนก่อนและหลังสอน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์หลังการสอนเพิ่มมากขึ้น และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาดีจะมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีด้วย

Widden (1972 : 3583-A) ได้ศึกษาผลของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (SAPA : Science A Process Approach) ตัวอย่างประชากรในการวิจัย คือ ครู 26 คน นักเรียน 555 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 พวก คือ กลุ่มทดลองครูสอนตามหลักสูตร SAPA ครูที่สอนจะได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมครูสอนตามหลักสูตรเดิมและครูที่สอนไม่ได้รับการอบรมเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนของนักเรียนก่อนทำการสอนจากผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนของนักเรียนก่อนทำการทดลองและหลังทำการสอนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่า หลักสูตร SAPA มีผลต่อทักษะ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมและทักษะเหล่านี้จะมีผลต่อนักเรียนที่เรียนอ่อนมากกว่านักเรียนที่เรียนดี และพบว่าครูที่ได้รับการอบรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

Vanek (1974 : 1522-A) ทำการศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการจัดจำแนกประเภททัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิธีสอน 2 แบบ คือ แบบที่ใช้การทดลอง ใช้หลักสูตรการศึกษาวิทยาศาสตร์ระดับประถม (Elementary Science Study, Ess) กับแบบที่ใช้ตำราเป็นศูนย์กลางโดยใช้หลักสูตรชุดวิทยาศาสตร์ของเลดลอ (Laidlaw Science Series) ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนเกรด 3 จำนวน 54 คน เกรด 4 จำนวน 56 คน โดยสอนทั้ง 2 วิธี ต่อนักเรียนแต่ละระดับ ทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของราล์ฟ (Ralph) และข้อสอบการจัดจำแนกประเภทแบบเปียเจท์ ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของสแตนฟอร์ดชุด 3 (Test of the Stanford Achievement Primary Battery) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (Three Way Analysis of Variance) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Covariance Analysis) ใช้เกรด วิธีการสอน และเพศเป็นตัวแปรที่ควบคุม ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ และพัฒนาการของความรู้ความเข้าใจแตกต่างกัน แต่ทำให้ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่างกัน

Jecknicke (1975 : 2730-A) ได้ศึกษาผลการสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา เกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Quinn and Kenneth (1975 : 289-296) ได้วิจัยเพื่อประเมินผลวิธีการสอนการสร้างสมมติฐาน ตัวอย่างประชากร คือ นักเรียนเกรด 6 ของโรงเรียนคาทอริก ในเขตที่มีสภาพทางสังคมต่ำ 2 ห้องเรียน และเขตที่มีสภาพทางสังคมสูง 2 ห้องเรียน โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมไม่ได้สอนการสร้างสมมติฐาน แต่กลุ่มทดลองสอนการสร้างสมมติฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนสร้างสมมติฐานมีทักษะการสร้างสมมติฐานดีกว่า

Stevens and Atwood (1978 : 303-308) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ตัวอย่างประชากร ประกอบด้วยนักเรียนเกรด 7 จำนวน 345 คน เกรด 8 จำนวน 196 คน และเกรด 9 จำนวน 529 คน จากผลการทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนการสอนและหลังการสอนของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นักเรียนทั้ง 3 ระดับมีคะแนนจากเกรดทดสอบ 2 ครั้ง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่านักเรียนที่มีความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์จะมีคะแนนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงด้วย ดังนั้นจะให้คะแนนความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์เป็นตัวทำนายทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้

Haukoos and Penick (1983 : 629) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ และสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนตัวอย่างประชากรเป็นนักศึกษาวิทยาลัยดูเพจ (Du Page) ในรัฐอิลลินอยส์ จำนวน 78 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยครูสร้างบรรยากาศให้เกิดการศึกษาค้นพบด้วยตนเองมากกว่ากลุ่มควบคุมและผลการวิจัยพบว่า บรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในประเทศส่วนใหญ่แล้วคล้ายกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ต่างประเทศ คือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กับตัวแปรต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระดับต่าง ๆ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า การใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนการสอนในระดับต่างๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (1973 : 6) ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง การเข้าถึงความรู้สึกหรือพัฒนาทักษะทางการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบ การฝึกอบรม หรือคะแนนที่ได้จากการที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ชวาล แพรัตกุล (2516 : 15) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพอสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมอง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อย 3 สิ่ง คือ ความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic Achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอน เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกอบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์ จึงเป็นการตรวจสอบความสามารถ หรือความสัมฤทธิ์ผล (Level of Accomplishment) ของบุคคลว่า เรียนรู้แล้วเท่าไร มีความสามารถแค่ไหนซึ่งสามารถวัดได้ 2 แบบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่สอน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถในการปฏิบัติหรือทักษะของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถดังกล่าวในรูปการกระทำจริงให้ออกเป็นผลงาน เช่น วิชาศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องใช้ "ข้อสอบภาคปฏิบัติ" (Performance Test)

2. การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความสามารถเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Concept) อันเป็นประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ สามารถวัดได้โดยใช้ "ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์" (ไพศาล หวังพานิช. 2523 : 137)

ทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 1-5) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางด้านเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

บุญชม ศรีสะอาด (2532 : 52) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ความสามารถ ของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลมาจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชา หรือเนื้อหาที่สอบ

กนกวรรณ โพธิ์ทอง (2537 : 42) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จและความสามารถของบุคคลที่พัฒนาการดีขึ้น อันเกิดจากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ซึ่งประกอบด้วยความสามารถทางสมอง ความรู้ ทักษะ ความรู้สึก ค่านิยมต่าง ๆ

ภัทรา นิคมานนท์ (2538 : 62-63) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับวิชาการที่ได้เรียนมาในอดีต ว่าได้รับความรู้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปแล้วมักใช้วัดหลังทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินผลการเรียนการสอนว่าได้ผลเพียงไร

จากนักการศึกษาหลายท่านสามารถสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลของความสามารถ ความสำเร็จในด้านความรู้ ทักษะ สมรรถภาพด้านต่าง ๆ ที่ได้รับการพัฒนาดีขึ้น

2.5.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการจัดการเรียนการสอนสิ่งที่ครูต้องการ คือ การทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติให้มากที่สุด ซึ่งองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนนั้นมีหลายประการ ดังที่ นักการศึกษาหลายท่าน เช่น Traver (1958), ประเสริฐ ทองประเจียด และคณะ (อ้างในสุรีย์ ประกายจันทร์. 2532 : 17) ได้กล่าวโดยสรุปว่า

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสติปัญญาเพียงด้านเดียว แต่จะขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่น ๆ ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้ ความคิดหมายถึง ความสามารถทั้งหลายของผู้เรียนซึ่งประกอบด้วยความถนัด และพื้นฐานเดิมของผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คุณลักษณะด้านจิตพิสัยหมายถึง สภาพการณ์หรือแรงจูงใจที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใหม่ ได้แก่ ความสนใจ ทัศนคติเนื้อหาวิชาที่เรียนในโรงเรียน และระบบการเรียน ความคิดเห็นเกี่ยวกับตนเอง ลักษณะบุคลิกภาพ

3. คุณภาพการสอนซึ่งได้แก่ การได้รับคำแนะนำ การมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน การเสริมแรงจากครู การแก้ไขข้อผิดพลาด และรู้ผลว่าตนเองกระทำได้ถูกต้องหรือไม่

กนกวรรณ โพธิ์ทอง (2537 : 43) องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยคุณลักษณะของผู้เรียน คุณภาพการสอนของครู และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ซึ่งคุณลักษณะของตัวผู้เรียน มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมากที่สุด คุณภาพการสอนของครู และปัจจัยอื่น ๆ มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรองลงมาตามลำดับ

2.5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ถือเป็นหัวใจสำคัญของการวัดผลการศึกษาในสถานบันการศึกษาต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทำให้ทราบถึงพัฒนาการความสำเร็จของผู้เรียนภายหลังการเรียนการสอนสิ้นสุดลง ตลอดจนใช้วัดว่าครูได้ใช้เนื้อหาวิชาไปกระตุ้นสมองนักเรียนให้งอกงามตรงตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้มากน้อยเพียงใด (ชวาล แพรัตกุล. 2516 : 15)

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั่นเอง ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ ได้ให้ความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่เรียนไปแล้ว จึงมักจะเป็นข้อคำถาม ให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอ (Paper and Pencil Test) กับให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง (Performance Test) ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครู หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่ครูเป็นผู้สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนเรียนบทเรียนใหม่ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของครู

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือจากที่ครูสอนวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินค่าของการเรียนการสอนในเรื่องใดก็ได้ แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบบอกถึงวิธีการสอบ และยังมีมาตรฐานในการแปลคะแนนด้วย

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

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

1. ความรู้ความเข้าใจ (Knowledge and Comprehension)

2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Process of Scientific Inquiry)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application of Scientific Knowledge and Methods)

4. ทัศนคติและความสนใจ (Attitude and Interests)

5. ทักษะปฏิบัติการ (Manual Skill)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 3-16) ได้นำการวัดผลด้านพุทธิพิสัยมาใช้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Klopfer มาปรับปรุงโดยได้จำแนกพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย เป็นลำดับขั้นดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิควิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญ ๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถให้คำจำกัดความหรือนิยามเล่าเหตุการณ์ จดบันทึก เรียกชื่อ อ่านสัญลักษณ์ และระลึกถึงข้อสรุปได้

การวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ลักษณะของข้อสอบจะถามเกี่ยวกับความรู้ความจำไม่เกินร้อยละยี่สิบของข้อสอบทั้งหมด

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ นักเรียนที่มีความสามารถในด้านนี้จะแสดงออกโดยสามารถเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกจัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

พฤติกรรมความเข้าใจแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. ความสามารถอธิบายความรู้ต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง

2. ความสามารถจำแนกหรือระบุความรู้ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปหรือสถานการณ์ใหม่

3. ความสามารถแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

การวัดผลพฤติกรรมความเข้าใจ ลักษณะของข้อสอบจะถามให้นักเรียนอธิบายหรือบรรยายความรู้ต่าง ๆ ด้วยคำพูดของตัวเอง หรือให้ระบุข้อเท็จจริงมโนทัศน์หลักการ กฎหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้หรือให้แปลความหมายสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งอาจอยู่ในรูปข้อความ สัญลักษณ์รูปภาพหรือแผนภาพ เป็นต้น

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ดังต่อไปนี้

1. การสังเกตและการวัด ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งของและปรากฏการณ์ต่างๆ การบรรยายสิ่งของที่สังเกตได้โดยใช้ภาษาที่เหมาะสม การวัดสิ่งของและการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การเลือกเครื่องมือวัดที่เหมาะสม การประมาณค่าจากการวัดและการยอมรับขีดจำกัดของความถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การมองเห็นปัญหา การตั้งสมมติฐาน การเลือกวิธีทดสอบสมมติฐานที่เหมาะสม การออกแบบทดลองที่เหมาะสมสำหรับทดสอบสมมติฐาน

3. การตีความหมายข้อมูลและการสรุป ประกอบด้วย การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การนำเสนอข้อมูล การแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการสังเกตต่าง ๆ การตีความ และการขยายความจากข้อมูล การประเมินสมมติฐานภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การสร้างข้อสรุป กฎหรือหลักการที่เหมาะสมอย่างมีเหตุผลตามความสัมพันธ์ที่พบ

4. การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลอง ประกอบด้วยความตระหนักถึงความจำเป็นและประโยชน์ของแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม การระบุปรากฏการณ์และหลักการต่างๆ ที่สามารถอธิบายได้ด้วยแบบจำลอง การสร้างสมมติฐานใหม่ ๆ จากแบบจำลอง การแปลความหมายและการประเมินผลทดลอง เพื่อตรวจสอบแบบทดลองการปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมแบบจำลอง

5. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

ข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านการนำไปใช้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะแบบยกสถานการณ์ใหม่ๆ หรือ ปัญหาใหม่มาให้นักเรียนแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนต้องมีความเข้าใจในแนวคิดหลักที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์รวม ทั้งต้องใช้ความสามารถระดับสูง ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหานั้น

การประเมินผลการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ ไม่สามารถวัดความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ โดยทั่วไปครูควรประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการแก้ปัญหา

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการวัดความรู้ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการนำความรู้ไปใช้ โดยใช้แบบทดสอบเพื่อติดตามกระบวนการเรียนการสอนให้บรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามหัวข้อต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ของโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จำนวน 12 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 518 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 2 ห้องเรียน จาก 12 ห้องเรียน โดยมีขั้นตอนในการเลือกและแบ่งกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. นำคะแนนสอบปลายภาคเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว305 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ของนักเรียนจำนวน 12 ห้องที่เป็นกลุ่มประชากร มาหาค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์แห่งการกระจายของแต่ละห้อง

2. เลือกนักเรียนห้องที่มีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ว305 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและสัมประสิทธิ์การกระจายใกล้เคียงกันมากที่สุด เพื่อใช้เป็นกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง คือห้อง ม.3/2 จำนวน 46 คน และห้อง ม.3/3 จำนวน 44 คน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจายของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

ห้องเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	สัมประสิทธิ์การกระจาย (C.V.)
3/1	39	82.15	8.44	10.27
3/2	46	70.50	8.76	12.42 *
3/3	44	70.77	8.59	12.14 *
3/4	42	64.50	5.94	9.21
3/5	45	63.13	7.05	11.17
3/6	44	57.68	5.04	8.74
3/7	46	63.98	8.37	13.08
3/8	41	56.95	5.71	10.03
3/9	39	53.41	9.85	18.44
3/10	44	50.23	9.24	18.40
3/11	42	57.31	5.35	9.34
3/12	43	55.56	4.81	8.66

3. จับฉลากแบ่งกลุ่มตัวอย่าง เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 1 ห้อง ดังนี้ ห้อง ม.3/2 เป็นกลุ่มทดลอง สอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน ห้อง ม.3/3 เป็นกลุ่มควบคุม สอนโดยใช้การสอนตามปกติ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย

3.2.1.1 เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 เรื่อง อุปกรณ์ และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่อง กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

3.2.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ จำนวน 40 ข้อ วัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.3 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ วัดพฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล และลงข้อสรุป

3.2.2 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

3.2.2.1 การสร้างเอกสารประกอบการเรียน

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และคำอธิบายรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์

2. ศึกษารายละเอียดเนื้อหารายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 บทที่ 16 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน จากแบบเรียน และคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อนำมาสร้างเอกสารประกอบการเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของหลักสูตร

3. ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวกับการสร้างเอกสารประกอบการเรียน กระบวนการเรียนการสอนด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างเอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 โดยนำแนวคิดและรูปแบบบางส่วนของเอกสารการสอนชุดวิชาของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชมาจัดทำเป็นหน่วยการเรียนการสอน โดยนำเนื้อหาบทที่ 16 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านมาแบ่งออกเป็น 3 หน่วย ดังนี้ หน่วยที่ 1 เรื่องอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า, หน่วยที่ 2 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่องกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ซึ่งแต่ละหน่วยประกอบด้วย

1. วิธีการศึกษา
2. แผนการสอนประจำหน่วย ประกอบด้วย ชื่อหน่วย มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมระหว่างเรียน สื่อการสอน และประเมินผล
3. แผนการสอนแต่ละตอน ประกอบด้วย หัวเรื่อง มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาของแต่ละตอน และกิจกรรมซึ่งประกอบด้วย
   - แบบฝึกหัดตอนที่ 1 เป็นคำถามแบบอัตนัย โดยให้นักเรียนตอบคำถามหลังจากศึกษาเอกสารประกอบการเรียน เพื่อสรุปความคิดรวบยอดให้เกิดมโนทัศน์ในเรื่องนั้นๆ
   - แบบฝึกหัดตอนที่ 2 เพื่อวัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
   - กิจกรรมการทดลองที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 5 ทักษะ คือ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูล และ ลงข้อสรุป
4. บทสรุป
5. บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำเอกสารประกอบการเรียนที่สร้างแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวิทยาศาสตร์ และ/หรือการสอนวิทยาศาสตร์ พิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและภาษาที่ใช้เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

ผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน มีรายชื่อ ตำแหน่ง และสังกัด ดังนี้

1. รศ.ดร.ศรีนวล ถนอมกุล	ตำแหน่งรองศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร.สมศรี ตั้งมงคลเลิศ	ตำแหน่งนักวิชาการ 7 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ดร.ไสว ด่านชัยวิจิตร	ตำแหน่งอาจารย์ ภาควิชาโลหะการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อาจารย์พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์	ตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. อาจารย์โฉมศรี บางพระ	ตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

6. นำเอกสารประกอบการเรียนที่แก้ไขตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เพื่อหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ระยะเวลา การสื่อความหมาย การใช้แบบฝึกหัด เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริงเป็นจำนวน 2 ครั้ง

7. นำเอกสารประกอบการเรียนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้จริงกับนักเรียนห้อง ม. 3/2 กลุ่มทดลอง จำนวน 46 คน และหาประสิทธิภาพของเอกสารประกอบการเรียนตามเกณฑ์ 80/80 โดย

80 ตัวแรกได้จาก

1. คะแนนการทำแบบฝึกหัดในเอกสารประกอบการเรียนที่นักเรียนกลุ่มทดลองตอบถูกทั้งหมดมารวมกัน

2. นำคะแนนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัดทั้ง 3 หน่วยของกลุ่มทดลองมาหาค่าเฉลี่ย

3. คิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

80 ตัวหลังได้จาก

1. คะแนนรวมจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. นำคะแนนทั้งหมดของแบบทดสอบหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ย

3. คิดค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละ

ผลปรากฏว่าเอกสารประกอบการเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83/81

3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาจุดประสงค์ และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ประจำแต่ละหน่วย เพื่อสร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมมโนทัศน์ด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผล เพื่อสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในหน่วยต่อไปนี้ หน่วยที่ 1 เรื่อง อุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่อง กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า รวมจำนวน 55 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านดังกล่าวแล้วตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมในการใช้ภาษา การใช้คำถาม ตัวเลือก และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้ววิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรมและเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .5 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้แก้ไข รวมจำนวน 55 ข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

5. นำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เพื่อขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้แบบทดสอบกับนักเรียนเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียน ลาดปลาเค้าพิทยาคม ที่ได้เรียนเรื่องนี้เมื่อปีการศึกษา 2540 จำนวน 100 คน

7. ตรวจให้คะแนนในกระดาษคำตอบ โดยข้อตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ได้ตอบ หรือตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้วนำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 นำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ โดยใช้เทคนิค 27% แล้วเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย .30 - .80 และค่าอำนาจจำแนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.26 - .63 (ภาคผนวก ค) และปรับปรุงข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ รวมจำนวน 40 ข้อ (ภาคผนวก ข)

8. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงไว้แล้วจำนวน 40 ข้อ ไปทดสอบอีกครั้งกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลองสอบในข้อ 6 เพื่อหาค่าความยากง่ายได้เท่ากับ .21 - .65 ค่าอำนาจจำแนกได้เท่ากับ .21 - .54 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้เท่ากับ .83

3.2.2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

1.1 การตั้งสมมติฐาน

1.2 การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

1.3 การกำหนดและควบคุมตัวแปร

1.4 การทดลอง

1.5 การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นจำนวน 30 ข้อ

4. นำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่านดังกล่าวแล้วตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมในการใช้ภาษา การใช้คำถาม ตัวเลือก และความสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้ววิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม และเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และปรับปรุงข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ผู้ทรงคุณวุฒิแนะนำให้แก้ไข รวม 30 ข้อ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

5. นำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เพื่อขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้แบบทดสอบกับนักเรียน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

7. ตรวจให้คะแนนในกระดาษคำตอบ โดยข้อตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ไม่ได้ตอบหรือตอบเกิน 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน เมื่อรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำมาวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

7.1 นำคะแนนวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค 27% แล้วเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย .35 - .65 และค่าอำนาจจำแนก .30 - .78 (ภาคผนวก ค) และปรับปรุงข้อที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ รวมจำนวน 20 ข้อ (ภาคผนวก ข)

8. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงไว้แล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบอีกครั้งกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2541 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม จำนวน 50 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มทดลองสอบในข้อ 6 เพื่อหาค่าความยากง่ายได้เท่ากับ .26 - .80 ค่าอำนาจจำแนกได้ เท่ากับ .24 - .80 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับได้เท่ากับ .81

3.2.3 สถิติเพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.2.3.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 117)

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

เมื่อ IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับลักษณะพฤติกรรม

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.2.3.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของข้อสอบในแต่ละข้อโดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 129)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่าย ของคำถามแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบในแต่ละข้อ โดยคำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 13)

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

R_U แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

3.2.3.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder-Richardson (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 162)

$$r_{tt} = \left(\frac{K}{(K-1)}\right)\left(1 - \frac{\sum pq}{S^2}\right)$$

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่น

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งหมด

p แทน สัดส่วนจำนวนคนที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด

q แทน 1-p

S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับ

$$S^2 = \left(\frac{\sum X^2}{N}\right) - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2$$

3.3 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ Nonrandomized Control Group Pretest - Posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 65 - 66) ดังแสดงในตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	สอบก่อน T_1	ทดลอง	สอบหลัง T_2
E	T_{1E}	X	T_{2E}
C	T_{1C}	~X	T_{2C}

ความหมายสัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X แทน การสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน

~X แทน การสอนตามปกติ

T_1 แทน การสอบก่อนการจัดกระทำ (Pretest)

T_2 แทน การสอบหลังการจัดกระทำ (Posttest)

C แทน กลุ่มควบคุม (Controlled Group)

E แทน กลุ่มทดลอง (Experimental Group)

3.3.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 ใช้เวลาในการสอน 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ ตั้งแต่วันที่ 5 – 9 ตุลาคม และวันที่ 26 ตุลาคม – 27 พฤศจิกายน 2541 รวม 6 สัปดาห์

3.3.3 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 หน่วย หน่วยที่ 1 อุปกรณ์ และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

3.3.4 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

3.3.4.1 ทำหนังสือขออนุญาตและขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังถึง ผู้อำนวยการโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพมหานคร เพื่อขอความร่วมมือให้นักศึกษาดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย

3.3.4.2 แนะนำและทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอน

3.3.4.3 ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์เมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2541และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อวันที่ 2 ตุลาคม 2541

3.3.4.4 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติเมื่อวันที่ 5 – 9 ตุลาคม และวันที่ 26 ตุลาคม – 27 พฤศจิกายน 2541 รวม 6 สัปดาห์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงลำดับขั้นตอนการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนและการสอนตามปกติ

การสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน	การสอนตามปกติ
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน - ใช้คำถามทบทวนความรู้เดิม โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาแต่ละส่วน แต่ละตอนให้มีความสัมพันธ์กัน	1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน - ใช้คำถามทบทวนความรู้เดิม
2. ขั้นสอน - สอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 - แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน - ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 - แต่ละกลุ่มสรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาอภิปรายหน้าชั้นเรียน - ร่วมกันอภิปรายเพื่อเพิ่มเติม และปรับปรุงแก้ไข - ปฏิบัติตามแบบฝึกหัด เพื่อให้เกิดมโนทัศน์และทดสอบความรู้ ความจำ ความเข้าใจและการนำไปใช้ - ปฏิบัติตามใบงานกิจกรรมการทดลอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	2. ขั้นสอน - สอนโดยใช้แบบเรียนและคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 ของสถาบันส่งเสริมการสอนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี - แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน - ศึกษาจากแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 - ร่วมกันอภิปราย ซักถามเพื่อเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไข - ปฏิบัติตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว306
3. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่และนำมาสัมพันธ์กับความรู้เดิม	3. ขั้นสรุป - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้
4. ขั้นประเมินผล - ประเมินจากการอภิปราย และการตอบคำถาม - แบบฝึกหัดและใบงานกิจกรรมการทดลอง	4. ขั้นประเมินผล - ประเมินจากการอภิปรายและการตอบคำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ผู้วิจัยทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) กับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ เมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2541 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2541 แบบทดสอบดังกล่าวเป็นฉบับเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน

3.3.6 ตรวจผลการทดสอบ แล้วนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ได้ดำเนินการวิเคราะห์ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Samples ในรูป Gain Score (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 84)

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Independent Samples ในรูป Gain Score

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ คำนวณจากสูตร (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 184)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

เมื่อ $\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

เมื่อ n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) หรือค่าความแปรปรวน (S^2) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 64)

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

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

เมื่อ S^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.5.3 หาค่า t-test แบบ Independent Samples ในรูป Gain Score (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536 : 84)

3.5.3.1 ทดสอบความแตกต่างของประชากร 2 กลุ่ม หาค่าความแปรปรวน โดยหาค่า F-test ซึ่งมีสูตรคือ

$$F = \frac{S^2_1}{S^2_2} \quad (S^2_1 > S^2_2)$$

$df_1 = n_1 - 1$

$df_2 = n_2 - 1$

จากผลการทดสอบค่าความแปรปรวน (S^2) ระหว่างคะแนน Gain Score ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าค่าความแปรปรวนของทั้ง 2 กลุ่มเท่ากัน จึงเลือกใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

3.5.3.2 ค่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรเท่ากัน ใช้สูตร t-test ชนิด Pooled Variance

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของผลต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับก่อนเรียนของนักเรียนในกลุ่มควบคุม

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มควบคุม

S^2_1 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S^2_2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเรื่องผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน Gain Score
S	แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน Gain Score
t	แทน ค่า t ใน t-distribution
p	แทน ระดับนัยสำคัญของค่า t
กลุ่มทดลอง	แทน กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน
กลุ่มควบคุม	แทน กลุ่มนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามปกติ
*	แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้ t-test แบบ Independent Samples ชนิด Pooled Variance ในรูปของ Gain Score ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\overline{X}$	S	t
กลุ่มทดลอง	46	15.04	3.98	1.69
กลุ่มควบคุม	44	13.43	4.98	

$t_{.05,88} = 2.00$

จากตารางที่ 4.1 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

2. ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ โดยใช้ t-test แบบ Independent Samples ชนิด Pooled Variance ในรูปของ Gain Score ได้ผลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนกับหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{X}$	S	t
กลุ่มทดลอง	46	7.37	2.16	9.06*
กลุ่มควบคุม	44	2.84	2.59	

* $p < .05$, $t_{.05,88} = 2.00$

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียน มีความแตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 โดยกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าเพื่อทำการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เรื่อง ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ

5.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนแตกต่างกับการสอนตามปกติ

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนแตกต่างกับการสอนตามปกติ

5.3 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ รายวิชา ว305 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ที่มีคะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์การกระจายใกล้เคียงกันมากที่สุด จากนักเรียน จำนวน 12 ห้องเรียน แล้วนำมาจับฉลากแบ่งกลุ่มตัวอย่างได้ห้อง ม. 3/2 เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 46 คน นักเรียนห้อง ม. 3/3 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 44 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

5.4.1 เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หน่วยที่ 1 เรื่องอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่อง กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งหมด 3 หน่วย

5.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ หน่วยที่ 1 เรื่องอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า หน่วยที่ 2 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า และหน่วยที่ 3 เรื่องกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าความยากง่าย .21 ถึง .65 ค่าอำนาจจำแนก .21 ถึง .54 และค่าความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้แบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ .83 ประกอบด้วยข้อคำถาม รวม 3 ด้าน ดังนี้ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ และด้านการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

5.4.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่าย .26 ถึง .80 ค่าอำนาจจำแนก .24 ถึง .80 และค่าความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้แบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ .81 ประกอบด้วยข้อคำถามรวม 5 ทักษะดังนี้ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5.5 วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการทดลองตามรูปแบบการวิจัยแบบ Nonrandomized Control Group Pretest-posttest Design (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 76) ในช่วงวันที่ 5 – 9 ตุลาคม และ 26 ตุลาคม – 27 พฤศจิกายน 2541 รวม 6 สัปดาห์

1. ทำการทดสอบก่อนเรียนโดยให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2. ดำเนินการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 ทั้ง 3 หน่วย กับกลุ่มทดลอง และสอนตามปกติกับกลุ่มควบคุม จำนวน 16 คาบ ๆ ละ 50 นาที สัปดาห์ละ 3 คาบ

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนให้นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการทดสอบค่าที (t-test แบบ Independent Samples ชนิด Pooled Variance ในรูปของ Gain Score)

5.6 สรุปผลการวิจัย

5.6.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

5.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียน สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

5.7 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาค้นคว้าวิจัยเรื่องผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยมีความคิดเห็นดังนี้

1. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาติ สมสุข (2531 : 95-96) ซึ่งได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างมโนทัศน์กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่ากลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้แบบฝึกสร้างความคิดรวบยอด และกลุ่มควบคุมสอนตามแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ มีผลสัมฤทธิ์ด้านความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ไม่แตกต่างกัน อดิศร มณีศิริ (2537 : 73-74) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ทางทฤษฎี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู พบว่าไม่แตกต่างกัน แววตา ตันวัฒนกุล (2538 : 74-77) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครู พบว่าไม่แตกต่างเช่นเดียวกัน

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ด้วยวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองกับการสอนตามคู่มือครูนั้นไม่มีความแตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่สอนโดยใช้เอกสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก็พบว่าไม่มีความแตกต่างจากการสอนตามปกติ

เหตุที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุและปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ โดยการใช้เอกสารประกอบการเรียนมีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถเกิดความคิดรวบยอด จัดลำดับเนื้อหาและหาความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างมีความหมาย ซึ่งในเอกสารประกอบการเรียนทั้ง 3 หน่วยได้จัดเนื้อหาตรงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) แต่ได้เพิ่มเติมรายละเอียดและขยายความรู้ของเนื้อหา เพื่อให้นักเรียนมีความรู้กว้างขวางยิ่งขึ้น ดังนั้นประเด็นใจความสำคัญของเนื้อหาจึงไม่แตกต่างจากการสอนตามปกติที่ใช้หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว306 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 การสอนให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ โดยการใช้เอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองใช้เอกสารประกอบการเรียน ใช้กระบวนการกลุ่มอภิปรายสรุปความคิดรวบยอดเพื่อให้เกิดมโนทัศน์ ส่วนกลุ่มควบคุมใช้วิธีสอนตามปกติ หลังจากศึกษาโดยใช้กระบวนการกลุ่มร่วมกันอภิปราย ซักถาม และแนะนำเพิ่มเติม ก็สามารถหาข้อสรุปที่เกิดเป็นความคิดรวบยอดได้เช่นกัน

1.3 เนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียนที่ผู้วิจัยนำมาใช้สอนนักเรียนเป็นเนื้อหาที่ใกล้ชิดและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน อีกทั้งเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากจนเกินไป และเป็นสิ่งที่นักเรียนได้พบเห็นและสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ซึ่งนักเรียนในวัยนี้เป็นวัยที่มีความสามารถในการสังเกต จดจำ อยากรู้อยากเห็นและปฏิบัติด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้อย่างดี ไม่ว่าจะสอนด้วยวิธีใด

1.4 ผู้วิจัยใช้สื่อการสอนหลายชนิดในการสอนทั้ง 2 กลุ่ม ทั้งสื่อประเภทของจริง ของจำลอง อีกทั้งอุปกรณ์ในการทดลองที่เหมือนกัน รวมทั้งมอบหมายงานให้แต่ละกลุ่มต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้เรียนรู้ไปแล้วแผงละ 1 กลุ่ม ทำให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสศึกษา สังเกตและปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงโดยอาศัยประสาทสัมผัสทั้ง 5 มากที่สุด แสดงว่าสื่อการสอนที่ผู้วิจัยนำมาใช้ช่วยทำให้นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มเกิดมโนทัศน์ได้เท่าเทียมกัน

2. จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนด้วยเอกสารประกอบการเรียนกับการสอนตามปกติ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ อดิศร มณีศิริ (2537 : 73-74), สุมาลี ดำรงไชย (2537 : 110-113), มณีรัตน์ เกตุไสว (2540 : 90), Butzow (1971 : 85), Jecknicke (1975 : 2730-A) พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แบบฝึกที่ส่งเสริมด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหตุที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะสาเหตุและปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การสอนให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆเช่น การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ กำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้เอกสารประกอบการเรียนมีโอกาสได้รับการฝึกฝนและปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองแตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

2.2 ในเอกสารประกอบการเรียนเน้นนักเรียนกลุ่มทดลองทำการทดลองที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 5 ทักษะ ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งทั้ง 5 ทักษะอยู่ในใบงานกิจกรรมการทดลองทุกการทดลอง นักเรียนกลุ่มทดลองต้องใช้กระบวนการกลุ่มร่วมกันค้นคว้าหาความรู้ อภิปราย ซักถาม ทดลองปฏิบัติ เพื่อหาข้อสรุปเป็นแนวทางในการตอบปัญหานั้น ๆ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม เมื่อปฏิบัติการทดลองแต่ละกิจกรรมไม่ได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 5 ทักษะ จึงทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกับนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

2.3 การสอนให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่เน้นให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเอง คิดวิเคราะห์ สืบหาข้อเท็จจริงและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ เป็นการจัดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และประยุกต์กับการแก้ปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ดังเช่นนักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นสถานการณ์สมมติได้ผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามปกติ

5.8 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและการศึกษาวิจัย ดังต่อไปนี้

5.8.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.8.1.1 เนื้อหาในเอกสารประกอบการเรียน นอกจากจะต้องครอบคลุมตามหลักสูตรแล้ว ยังจะต้องมีความกระชับพอเหมาะกับระยะเวลาและวัยของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษารายละเอียดได้ครบถ้วน และสรุปเป็นมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8.1.2 เอกสารประกอบการเรียน นอกจากจะใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียนแล้ว ผู้สอนสามารถใช้เป็นเอกสารสำหรับให้นักเรียนอ่านเพิ่มเติม การเรียนซ่อมเสริม และการศึกษาค้นคว้า ซึ่งเอกสารประกอบการเรียนที่ดีจะช่วยแบ่งเบาภาระการสอนของครูได้ดีและยังช่วยฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการศึกษาด้วยตนเองได้เป็นอย่างดีอีกด้วย

5.8.1.3 ควรสร้างเอกสารประกอบการเรียนทุกระดับชั้นที่เสริมด้านมโนทัศน์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะนอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในด้านนี้สูงขึ้น ยังเป็นพื้นฐานให้นักเรียนรู้จักระเบียบและขั้นตอนในการปฏิบัติการทดลองค้นคว้าวิจัย เป็นการส่งเสริมให้มีนักวิทยาศาสตร์ที่มีความสามารถในอนาคต

5.8.1.4 รูปแบบการสอนที่จะใช้สอนให้เกิดผลดีได้นั้นมีหลายรูปแบบ สิ่งสำคัญคือผู้สอนจะใช้กระบวนการสอนรูปแบบใด ๆ ก็ตาม ผู้สอนจะต้องมีความรู้และความเข้าใจในรูปแบบการสอนนั้นๆอย่างแท้จริง ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ดีได้

5.8.1.5 ก่อนการสอนแต่ละครั้งผู้สอนควรให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมแล้วจึงเรียนความรู้ใหม่ เพื่อนำความรู้เดิมและความรู้ใหม่มาเรียบเรียงให้ต่อเนื่องกันและมีความสัมพันธ์กัน

5.8.1.6 เอกสารประกอบการเรียนที่เกี่ยวข้องกับด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในช่วงเริ่มต้นของกิจกรรม ควรสร้างเป็นคำถามแบบปรนัย เลือกตอบ ถูกผิด จับคู่ เพราะนักเรียนยังไม่มีความชำนาญและไม่มีประสบการณ์เพียงพอที่จะเป็นแนวทางในการตอบปัญหา แต่เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์ที่เกิดจากการทำบ่อย ๆ จนเกิดแนวความคิดเพียงพอ ผู้สอนสามารถสร้างคำถามแบบอัตนัย เพื่อให้นักเรียนฝึกฝนคิดแก้ปัญหาด้วยตนเองได้

5.8.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

5.8.2.1 ควรทำการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นเรียนอื่น ๆ และวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ โดยหาทางปรับปรุงจุดอ่อนและข้อจำกัดที่ปรากฏในการวิจัยครั้งนี้ให้รัดกุมยิ่งขึ้น เช่น ขยายเวลาการทดลองให้มากกว่า 16 คาบ เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนทัศน์ ตลอดจนปรับปรุงเอกสารประกอบการเรียนให้พอเหมาะกับระยะเวลา

5.8.2.2 ควรทำการวิจัย ศึกษา ตัวแปรตามอื่น ๆ นอกเหนือจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความคงทนในการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการใช้กระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8.2.3 ควรทำการวิจัย ศึกษา ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นอื่น ๆ นอกเหนือจากการใช้เอกสารประกอบการเรียน เช่น การใช้แบบฝึกกิจกรรม การใช้ชุดการเรียน การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้วิดีทัศน์ การจัดการเรียนแบบศูนย์การเรียน เป็นต้น

5.8.2.4 ควรมีการจัดสร้างและศึกษาวิจัยเอกสารประกอบการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อหาอื่นๆให้มากขึ้น นอกจากที่ได้จัดทำเพื่อการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งจะช่วยในการสอนซ่อมเสริม หรือใช้ในการเรียนการสอนตามปกติให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องชัดเจน และแม่นยำยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2536. **หนังสือเรียน ว 306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. **คู่มือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พ.ศ.2521. ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2533. **คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 6 ว306 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประชาชน.

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. **ผลการประเมินคุณภาพการศึกษาปีการศึกษา 2538**. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษา.

กมลรัตน์ หล้าสุวงษ์. 2528. **จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับปรับปรุงใหม่)**. กรุงเทพฯ : ศรีเดชา.

กัญญา ทองมั่น. 2534. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ทำการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางและกำหนดแนวทาง." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

กนกวรรณ โพธิ์ทอง. 2537. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยรูปแบบการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการใช้เหตุผล." วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ก่อ สวัสดิพานิชย์ พรชัย มาตังคะสมบัติ และพิจิตต รัตตกุล. 2531. **รายงานการสัมมนาเรื่องหลักสูตรมัธยมศึกษาของกรมวิชาการ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

กิตติศักดิ์ เสมาธรรมานนท์. 2531. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้โปรแกรมสไลด์-เทปประกอบกับที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

กานต์มณี ศักดิ์เจริญ, เดชา ลาภเอกอุดม และสุชาติ ไชยมะโน. 2537. "แนวทางการเขียนเอกสารทางวิชาการ." **คู่มือเลื่อนระดับปรับตำแหน่งข้าราชการครูเล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ชิรินทร์สาส์น.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. 2525. **ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1**. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จิตตรารมภ์ ทองนิ่ม. 2530. "มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกรุงเทพฯ." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรรจา สุวรรณทัต. 2519. **การทดลองสอนสังกัปวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์แก่เด็กไทยระดับ 7-8 ขวบ**. กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์.

ชม ภูมิภาค. 2525. **บทบาทวิทยุกระจายเสียงชุดการศึกษาเพื่อคุณธรรม**. กรุงเทพฯ : สมาคมการศึกษาแห่งประเทศ.

ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา. 2530. **เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตร**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.

ชวาล แพรัตกุล. 2516. "การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน." **เอกสารการประชุมครั้งที่ 2 ณ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ศาสนา.

ชุติญา สุริยมณฑล. 2535. "การสำรวจประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหนังสือเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชูชาติ นาแสวง. 2521. "การเปรียบเทียบผลการเรียนการสอนวิชาภาษาไทยระดับ ป.ก.ศ.สูง เรื่องราชาศัพท์และคำสุภาพโดยใช้หน่วยการเรียนการสอนกับการสอนตามปกติ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ทิพย์อาภา บุญรัตน์. 2531. "การสังเคราะห์วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับการศึกษาวิทยาศาสตร์." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทัสนี วงศ์ยืน. 2537. "ผลงานทางวิชาการประเภท หนังสือ-ตำรา." หน้า 362. ใน**คู่มือเลื่อนระดับ ปรับตำแหน่งข้าราชการครู เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วชิรินทร์สาส์น.

ธวัช ทิพย์พิทักษ์. 2532. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บันลือ พฤกษะวัน และดำรง ศิริเจริญ. 2533. **เทคนิคและประสบการณ์การเขียนตำราทางวิชาการ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

บุญชม ศรีสะอาด. 2532. **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญเหลือ เทพยสุวรรณ. 2523. "ประสบการณ์จากการเขียนตำราและเอกสารทางวิชาการ." หน้า 5-6. ใน**แนวทางการเขียนตำราและบทความทางวิชาการ**. ม.ป.ท. เอกสารอัดสำเนา.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2532. **คู่มือการวิจัย 1 การเขียนรายงานการวิจัยและวิทยานิพนธ์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญมี ก้อนทอง. 2518. "บทเรียนโมดูลเสริมความรู้." **วิทยาสาร**. 3(7) : 22.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บุญเสริม ฤทธาภิรมย์. 2523. "การเรียนรู้แบบสร้างความคิดรวบยอด." **ประชากรศึกษา**. 3(7) : 6-17.

เปรมวดี รักษวลี. 2539. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และค่านิยมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการทางเทคโนโลยีกับการสอนตามคู่มือ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ปรีชา ทิชินพงศ์. 2535. **การเขียนผลงานทางวิชาการ**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2527. **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พรรณี อำไพวิทย์. 2538. "การนำทฤษฎีการเรียนรู้ไปใช้กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์." **วิจัยสนเทศ**. 15(178-179) : 18.

พนัส หันนาคินทร์. 2526. **การสอนค่านิยมและจริยธรรม**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิฆเนศ.

พนัส วิมุกตายน. 2521. "พัฒนาการสอนของการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ภัทรา นิคมานนท์. 2538. **การประเมินผลการเรียน**. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒน์.

มณีรัตน์ เกตุไสว. 2540. "ผลการจัดกิจกรรมการทดลองที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

รัชนี ศาสตร์บูรณศิลป์. 2531. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในโรงเรียนเอกชนที่มีขนาดต่างกัน เขตกรุงเทพฯ ที่สอนโดยการสาธิตการทดลองกับการปฏิบัติการทดลอง." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2526. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ.2525**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

ระวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540. **วิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

ระวี สงวนทรัพย์. 2529. **พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์.

รัตนะ บัวสนธ์. 2531. "การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นระดับประถมศึกษา : แนวคิดและการปฏิบัติการ." **สารพัฒนาหลักสูตร**. 12(5) : 29.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528. **หลักการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2536. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

วิรงรอง โรจนกุล. 2530. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอนตามคู่มือครู." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วรรณิภา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2532. **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สำหรับครู**. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟ แมเนจเม้นท์.

แววตา ตันวัฒนกุล. 2538. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางฟิสิกส์ กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองที่มีแผ่นโปร่งใสซ้อนภาพประกอบกับการสอนตามคู่มือครู." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วรกิตต์ ผ่องศรี. 2538. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความคิดรวบยอดและความสนใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้โมชั่นฟิคเจอร์กับการสอนตามคู่มือครู." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ศิริเพ็ญ มากบุญ. ม.ป.ป. "การรายงานผลการพัฒนานวัตกรรม." ม.ป.ท. เอกสารอัดสำเนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2538. **การวัดผลประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2537. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารอัดสำเนา.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2526. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สุชิรา เกียรติกังวาล. 2531. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดด้านถ้อยคำ และความคงทนในการเรียนรู้กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนแบบฝึกสร้างความคิดรวบยอดและวิธีสอนในแผนการสอนจากกระทรวงศึกษาธิการ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาติ สมสุข. 2531. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการสร้างความคิดรวบยอดด้านถ้อยคำ ความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนตามวิธีสอนด้วยการฝึกสร้างความคิดรวบยอดกับวิธีสอนในแผนการสอนของกระทรวงศึกษาธิการ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุภาลักษณ์ พงษ์สุธรรม. 2523. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเมตริกซ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบหน่วยการเรียนการสอนกับการสอนปกติ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมจิต สวธนไพบูลย์. 2526. **การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมจิต สวธนไพบูลย์. 2536. "การศึกษาผลของการจัดชั้นเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการสังเคราะห์งานวิจัยปีการศึกษา 2518-2534." **การวิจัยทางการศึกษา**. 23(2) : 88-97.

สุมาลี ดำรงไชย. 2537. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยให้แบบฝึกการทดลองจากวัสดุในท้องถิ่น กับการสอนตามคู่มือครู." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุมาลี จันทร์ชลอ. 2533. "ผลการฝึกทักษะการเรียนรู้ต่อการคิดรวบยอด." ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุรางค์ สากร. 2537. **พฤติกรรมการสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

สุรวิทย์ วงศ์ศรี. 2536. "การศึกษามโนทัศน์วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในจังหวัดชัยภูมิ." วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรีย์ ประกายจันทร์. 2532. "ความสัมพันธ์ระหว่างนิสัยทางการเรียนทัศนคติทางการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเมืองอุตรดิตถ์." วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวพร เซ็มเฮง. 2535. "การพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาจาก 2515-2535." **วารสารสสวท**. 20(77) : 9.

สุวัฒน์ นิยมค้า. 2517. **การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไสว ฟักขาว. 2537. "การพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อการเรียนรู้อย่างมีความหมายในวิชาเคมี." วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดิศร มณีศิริ. 2535. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกสร้างความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์กับการสอนตามคู่มือครู." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

อรางค์ลักษณ์ อยู่สุข. 2535. "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ด้านมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการสาธิตด้วยแผ่นภาพโพลาโมชั่น." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

American Association for the Advancement of Science. 1970. **Science A Process Approach Commentary for Teacher**. Washington D.C., AAAS.

Ausubel, D.P. 1968. **Education Psychology : A Cognitive View**. New York : Holt, Rinehart and Winston.

Bernard, J.D. 1971. "Science Teaching : The Concept Teaching." **The Encyclopedia of Education**. New York : Macmillan.

Butzow, John W. 1971. "The Process Learning Components of Physical Science : A Pilot Study." **Research In Education.** 6(10) : 85.

Bourne, Lyle E. and D.E. Gay. 1968. "Learning Concept Rules : The Role of Positive and Negative Instances." **Journal of Experimental Psychology**. 76 (2) : 264-265.

Babikian, Yognic. 1971. "An Empirical Investigation to Determine the Relative Effectiveness of Discovery, Laboratory, and Expository Methods of Teaching Science Concept." **Journal of Research in Science Teaching.** 8(5) : 201-209.

Bloom, Benjamin S. 1956. **Taxonomy of Education Objective Hand Book 1 : Cognitive Domian**. New York : Divid Mac Kay Company.

Cunningham, J.B. 1971. "The Measurement of Concept Attainment : A Comparative Study of Modern and Traditional High School Physics Course." **Dissertation Abstracts International.** 32(7) : 268-A.

De Cecco, J.P. 1968. **The Psychology of learning and Instruction Education Psychology**. New Jersey : Rentice Hall.

Falk, Doris F. 1971. **Biology Teaching Methods.** New York : John Wiley and Sons.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Good, C.V. 1973. **Dictionary of Education** 3rd. ed. New York : Mc Graw-Hill Book.

Haukoos, Gerry D., and Penick, John E. 1983. "The Influence of Classroom Climate on Science Process and Content Achievement of Community College Students." **Journal of Research in Science Teaching.** 20(10) : 629.

Jecknicke, Kenneth Gordon. 1975. "A Comparision of Teacher and Student Outcomes of Science A Process Approach and Alternative Programe in Selected Grade Two Classroom." **Dissertation Abstracts international.** 35(5) : 2730-A.

Klopfer, E.L. 1971. "Evaluation of Learning Science." **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student learning.** New York : Mc Graw Hill.

Klausmeier, H.J. 1980. **Learning and Teaching Concepts : A Strategy for Testing Application of Theory.** New York : Academic Press.

Lawson, A.E. 1973. "Relationships between Concrete and Formal Operational Science Subject Matter and the Intellectual Level of the learner." **Dissertation Abstracts International.** 34(12) : 3179-A.

Lovell, K. 1966. **The Growth of Basic Mathematical and Scientific Concepts in Children.** London : University of London Press.

Navak, Joseph D., and Tyler, Ralph. 1977. **Theory of Education.** New York : Cornell University Press.

Novak, J.D. 1980. **Handbook for Learning How to Learning Program.** New York : Cornell University.

Nay, Marshall A. and Associate. 1971. "A Process Approach to Teaching Science." **Science Education.** 55(2) : 148-162.

Piaget, J. 1953. "Cognitive Development in the Child." **Journal of Research in Science Teaching.** 38(1) : 176-186.

Peterson, Kenneth D. 1978. "Scientific Inquiry Training for High School Students." **Journal of Research in Science Teaching.** 15(3) : 153.

Pell, E.A. 1968. "Conceptual Learning and Explainess Thinking." **Development in Human Learning.** New York : American Elsevin.

Quinn, Marry Ellen, and Kenneth, George D. 1975. "The Teaching Hypothesis Formation." **Science Education.** 59(3) : 289-296.

Russell, D.H. 1965. **Children's thinking.** Boston : Ginnard Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rothenberg, M.E. 1985. **Encyclopedia American**. Danbery Connecticut : Grolier Incorporated.

Robinson, J.T. 1972. "Science Teaching and the Nature of Science." **Science Children Reading in Elementary Science Education**. U.S.A. : Wnc. Brown Company.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. 1976. **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. Ohio : Charles E Merrill Publishing.

Stevens, Truman J., and Atwood, Roanid K. 1978. "Interest Scores as Predictors of Science Process Performance for Junior High Student." **Science Education.** 62(3) : 303-308.

Tisher, R.C., C.N. Power and J. Endeam. 1972. **Fundamental Issue in Science Education**. Sydney : John, Wiley and Sons, Australia Pty.

Tennyson, R.D. and D. Park. 1980. "Teaching of Concept : A Review of Instructional Design Literature." **Review of Education Research.** 50(Spring) : 55.

Vanek, Eugenia Ann Poporad. 1974. "A Comparative Study of Selected Science Teaching Materials (ESS) and a Textbook Approach of Classifying Skills, Science Achievement and Attitudes." **Dissertation Abstracts International.** 35(9) : 1522-A.

Widden, Marvin Frank. 1972. "A Product Evaluation of Science A Process Approach." **Dissertation Abstracts International.** 32(1) : 3583-A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา
ม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใ

ภาคผนวก ก
เอกสารประกอบการเรียน ว306

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารประกอบการเรียน

รายวิชา

ว 306

วิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 1

เรื่อง อุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า

โดย

นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร

หมวดวิชาวิทยาศาสตร์

โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

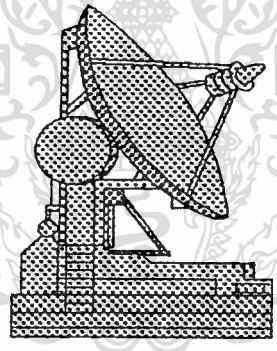
กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนแต่ละหน่วย ผู้สอนได้จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ และฝึกด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ผู้สอนหวังว่าเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ แต่ละหน่วยจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในด้านการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ และสามารถดำรงชีวิตในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ หรือยุคการสื่อสารไร้พรมแดนได้อย่างมีคุณภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

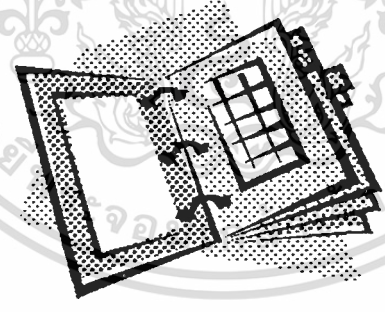
วิธีการศึกษา 100
แผนการสอนประจำหน่วยที่ 1 104
ตอนที่ 1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า 106
เรื่องที่ 1.1.1 สายไฟ 107
ใบงานกิจกรรมที่ 1.1 สมบัติของลวดตัวนำ 113
เฉลยใบงานกิจกรรมที่ 1.1 สมบัติของลวดตัวนำ 119
ใบงานกิจกรรมที่ 1.2 ไฟฟ้าลัดวงจร 123
เฉลยใบงานกิจกรรมที่ 1.2 ไฟฟ้าลัดวงจร 127
แบบฝึกหัด เรื่องสายไฟ 133
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องสายไฟ 135
เรื่องที่ 1.1.2 ฟิวส์ 136
ใบงานกิจกรรมที่ 1.3 สมบัติของฟิวส์ 138
เฉลยใบงานกิจกรรมที่ 1.3 สมบัติของฟิวส์ 143
แบบฝึกหัด เรื่องฟิวส์ 146
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องฟิวส์ 148
เรื่องที่ 1.1.3 สะพานไฟ 149
แบบฝึกหัด เรื่องสะพานไฟ 151
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องสะพานไฟ 153
เรื่องที่ 1.1.4 สวิตช์ 154
แบบฝึกหัด เรื่องสวิตช์ 157
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องสวิตช์ 159
เรื่องที่ 1.1.5 เต้ารับและเต้าเสียบ 160
แบบฝึกหัด เรื่องเต้ารับและเต้าเสียบ 163
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องเต้ารับและเต้าเสียบ 166

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง หน้า

ตอนที่ 1.2 วงจรไฟฟ้า 168
เรื่อง 1.2.1 วงจรไฟฟ้า 169
ใบงานกิจกรรมที่ 1.4 การต่อวงจรไฟฟ้า 171
เฉลยใบงานกิจกรรมที่ 1.4 การต่อวงจรไฟฟ้า 176
แบบฝึกหัด เรื่องวงจรไฟฟ้า 179
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องวงจรไฟฟ้า 182
บทสรุปหน่วยที่ 1 183
บรรณานุกรม 185



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า 107
1.2 การจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากโรงผลิตไฟฟ้า 108
1.3 สายไฟชนิดต่างๆ 109
1.4 ก. การต่อลวดตัวนำเข้ากับวงจรไฟฟ้า
ข. แผนภาพวงจรไฟฟ้าของรูป ก 114
1.5 แสดงการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร 124
1.6 ไฟฟ้าลัดวงจร 129
1.7 ไขควงตรวจไฟ 132
1.8 ฟิวส์ชนิดต่าง ๆ 137
1.9 เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติ 137
1.10 การให้ความร้อนกับฟิวส์ 139
1.11 สะพานไฟ 149
1.12 การใช้สะพานไฟควบคุมประแสไฟฟ้าที่ต่อแยกไฟใช้ในส่วนต่าง ๆ ของบ้าน 150
1.13 การสับคันโยกของสะพานไฟเมื่อต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจรไฟฟ้า 150
1.14 สวิตซ์ต่าง ๆ 154
1.15 ส่วนประกอบของสวิตซ์ 155
1.16 รูปสวิตซ์ทางเดียวและสวิตซ์ 2 ทาง 155
1.17 การต่อสายเข้าสวิตซ์ 156
1.18 การต่อสวิตซ์เข้ากับวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้า 156
1.19 เต้าเสียบชนิดต่าง ๆ 160
1.20 เต้ารับ-เต้าเสียบชนิด 2 ขา และ 3 ขา 161
1.21 การใช้เต้ารับกับเครื่องใช้ไฟฟ้า 162
1.22 การดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับ 162
1.23 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบวงจรเปิด วงจรปิด 169
1.24 การต่อวงจรไฟฟ้า 172

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟทองแดงหุ้มฉนวน อุณหภูมิตัวนำ 60°C ขนาดแรงดัน 250 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40°C 110
2 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้ามีผลต่อร่างกาย 130
3 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผู้ได้รับอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต ถ้าได้รับเกินระยะเวลาที่กำหนด 130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการศึกษา

การศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนักเรียนศึกษาด้วยตนเอง มีวิธีการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาแผนการสอนประจำหน่วย มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละตอน แล้วจึงศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละตอนจนจบ

2. ในกรณีที่ตอนใดมีใบงาน ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติตามใบงาน ซึ่งเป็นกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตรขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานที่ดีจะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง เนื้อหา คำตอบของปัญหา หรือแก้ปัญหาอันจะได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ทักษะนี้มีเป้าหมายให้เข้าใจความหมาย ความสำคัญของการให้นิยมปฏิบัติการของตัวแปร

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปร หมายถึง สิ่งที่เปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างไปจากที่เป็นอยู่เดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองในทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

3.1 ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

3.2 ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3.3 ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนด และควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

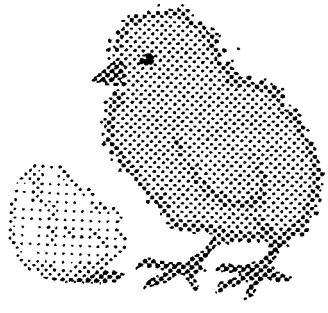
4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นบนแกนนอน และค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม

5. การตีความหมายและลงข้อสรุป

การตีความหมาย หมายถึง การแปลความหมาย หรือการอธิบายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่าง	(ปัญหา)	ลูกไก่เจริญเติบโตด้วยข้าวชนิดใด
	(สมมติฐาน)	รำข้าวมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกไก่มากกว่าปลายข้าว
	(นิยมเชิงปฏิบัติการ)	การเจริญเติบโตของลูกไก่ หมายถึง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการชั่งน้ำหนักครั้งแรก
	(ตัวแปรต้น)	ชนิดของข้าว คือ รำข้าว และปลายข้าว
	(ตัวแปรตาม)	การเจริญเติบโตของลูกไก่
	(ตัวแปรควบคุม)	อายุของลูกไก่ น้ำหนักของลูกไก่ พันธุ์ของลูกไก่ สถานที่เลี้ยง ปริมาณน้ำ ระยะเวลาในการเลี้ยง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การตั้งสมมติฐาน → การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ → การกำหนดและควบคุมตัวแปร

↓

การตีความหมายและลงข้อสรุป ← การทดลอง

3. เมื่อจบการศึกษาแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเป็นการทบทวนด้านมโนทัศน์ต่าง ๆ

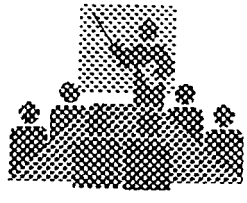
มโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต จากความรู้เดิมเชื่อมกับความรู้ใหม่ นำมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมีความหมาย

กิจกรรมแบบฝึกหัดด้านมโนทัศน์วัดด้านพุทธิพิสัยซึ่งมีความสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2538 : 3-16) ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer : 1971) จำนวน 3 ข้อ ใน 4 ข้อ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิค วิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ เปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกจัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

3. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้ (ส่วนข้อที่ 4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แยกศึกษารายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบฝึกหัดด้านมโนทัศน์ จะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตได้

4. ผู้เรียนต้องศึกษาเอกสารประกอบการเรียนด้วยความตั้งใจ และซื่อสัตย์ต่อตนเอง เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมแต่ละเรื่องจบแล้ว นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากเฉลยที่อยู่หน้าถัดไป โดยนักเรียนต้องไม่เปิดเฉลยล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรม

5. กิจกรรมแต่ละตอนสำหรับวัดความเข้าใจ ความรู้ การนำไปใช้และทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนเท่านั้น เมื่อไม่เข้าใจหรือทำผิดให้กลับไปทบทวนศึกษาแต่ละตอนอีกครั้ง

6.เมื่อนักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมแต่ละตอนจบแล้ว นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายซักถามเพื่อสรุปความรู้ ความเข้าใจ และเชื่อมความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ โดยผู้สอน จะเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไข

7. เมื่อนักเรียนศึกษาทั้ง 3 หน่วยจบแล้ว นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคาดว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ด้านสูงขึ้นกว่าการเรียนตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการสอนประจำหน่วย	จำนวน 8 คาบ

ชุดวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)
หน่วยที่ 1 อุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า
ตอนที่ 1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า
1.2 วงจรไฟฟ้า
มโนทัศน์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้แก่ สายไฟ ฟิวส์ สะพานไฟ สวิตช์ เต้ารับ และเต้าเสียบ
2. คุณสมบัติและหลักการพื้นฐานของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิด
3. การรู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิดให้เหมาะสม
4. การต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 1 จบแล้ว นักเรียนสามารถบอกหลักการพื้นฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและการต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้ ตลอดจนรู้จักวิธีป้องกันการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

กิจกรรมระหว่างเรียน

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียน ตอนที่ 1.1-1.2
3. ซักถามและอภิปรายร่วมกัน
4. ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามที่มอบหมายในใบงาน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ด้วยกระบวนการกลุ่ม
5. ปฏิบัติกิจกรรมแบบฝึกหัดตามที่มอบหมาย
6. ร่วมกันอภิปรายใบงานและแบบฝึกหัด เพื่อเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว 306 วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่องอุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า
2. ใบงานกิจกรรมการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
3. กิจกรรมแบบฝึกหัด

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย และการตอบคำถาม
2. จากใบงานกิจกรรมการทดลอง
3. จากแบบฝึกหัด

เมื่อนักเรียนอ่านแผนการสอนจบแล้ว ให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1.1

อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 1.1 แล้วจึงศึกษารายละเอียด ต่อไป

หัวเรื่อง

1.1.1 สายไฟ
1.1.2 ฟิวส์
1.1.3 สะพานไฟ
1.1.4 สวิตช์
1.1.5 เต้ารับและเต้าเสียบ

มโนทัศน์

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน
2. คุณสมบัติและหลักการพื้นฐานของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิด
3. วิธีป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร และอันตรายจากกระแสไฟฟ้า
4. การรู้จักเลือกใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแต่ละชนิดได้เหมาะสม

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาตอนที่ 1.1 จบแล้วนักเรียนสามารถ

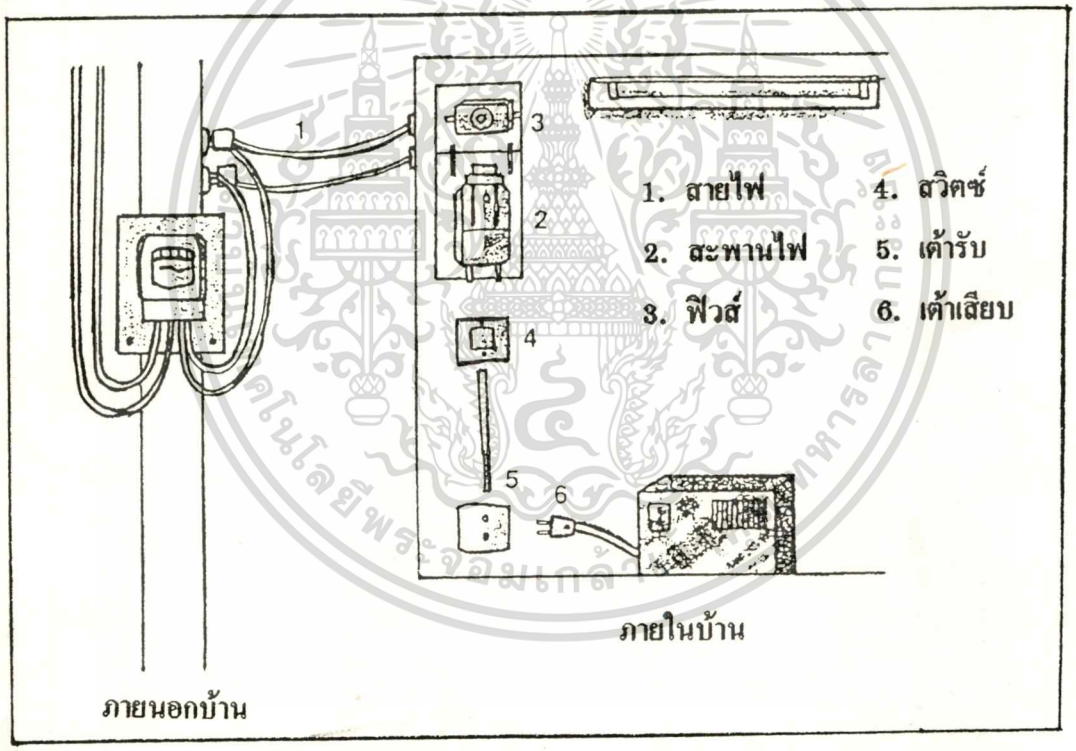
1. จัดแบ่งประเภทของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า
2. อธิบายลักษณะ ขนาด สมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า
3. แสดงความสัมพันธ์ของความต้านทานความนำไฟฟ้า ความยาว และพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำได้
4. อธิบายสาเหตุและวิธีป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร
5. บอกวิธีการเลือก และวิธีใช้อุปกรณ์ที่จำเป็นในวงจรไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 1.1.1 สายไฟ

อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า ได้แก่

1. สายไฟ (wire)
2. ฟิวส์ (fuse)
3. สะพานไฟ (cut out)
4. สวิตช์ (switch)
5. เต้ารับ-เต้าเสียบ (receptacle, attachment plug)



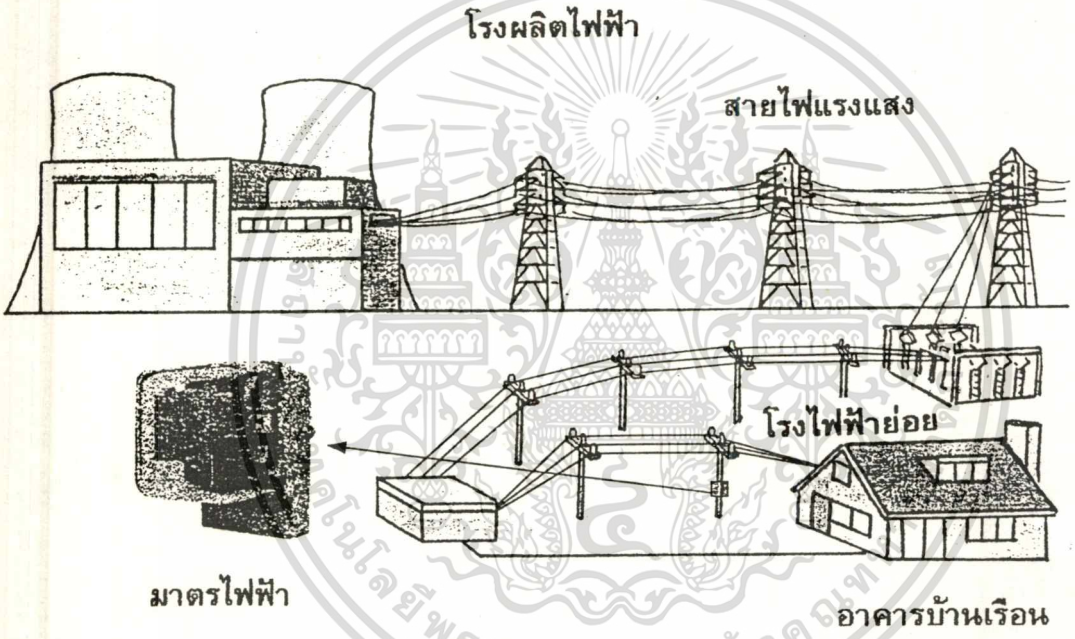
ภาพที่ 1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายไฟ (wire) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ในรูปของกระแสไฟฟ้า สายไฟจึงทำด้วยโลหะที่เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดีเช่น ทองคำขาว (แพลตินัม) ทอง เงิน ทองแดง เป็นต้น โดยปกติใช้ทองแดง เพราะนอกจากนำไฟฟ้าได้ดีแล้วยังราคาถูกที่สุดอีกด้วย

ชนิดของสายไฟ แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. สายไฟแรงสูง (high tension line) เป็นสายเชื่อมระหว่างโรงผลิตไฟฟ้ากับสถานีย่อย และสถานีย่อยกับหม้อแปลงขนาดใหญ่ จะมีศักย์ไฟฟ้าสูงขนาด 12 กิโลโวลต์ ถึง 230 กิโลโวลต์ ผ่านในสายไฟแรงสูง สายเหล่านี้มักเป็นสายเปลือยไม่มีฉนวนหุ้ม ขึงยึดพาดบนถ้วยเซรามิคที่แข็งแกร่ง และทนความร้อนสูง สายทำด้วยอะลูมิเนียม เพราะน้ำหนักเบาและราคาถูก



ภาพที่ 1.2 การจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากโรงผลิตไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายไฟเข้าบ้าน เป็นสายไฟที่นำศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ มีฉนวนหุ้มทำด้วย พี วี ซี สายไฟเข้าบ้านมี 2 สาย สายหนึ่งคือ สายไฟ (Line : L) ใช้สีแดง อีกสายหนึ่งคือ สายกลาง (Neutron : N) ใช้สีดำ สายไฟคู่นี้มีความต่างศักย์ 220 โวลต์

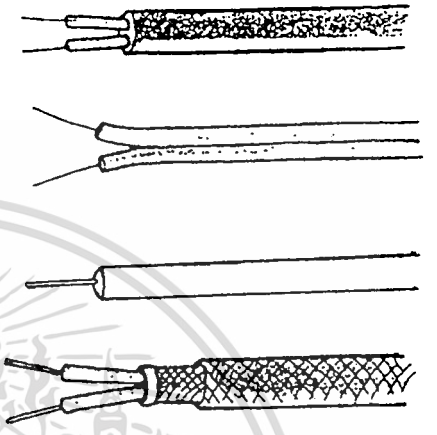
สายไฟที่ใช้ในบ้านมีหลายแบบ คือ

2.1 สายไฟคู่เดินในบ้าน

2.2 สายไฟอ่อนสำหรับสายอากาศโทรทัศน์

2.3 สายเดี่ยวสำหรับท่อร้อยสาย

2.4 สายไฟเตารีด



ภาพที่ 1.3 สายไฟชนิดต่าง ๆ

ลักษณะของสายไฟที่ใช้ในบ้าน

1. สายไฟประกอบด้วยโลหะซึ่งยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เรียกว่า **ตัวนำไฟฟ้า** มีฉนวนหุ้ม เพื่อไม่ให้สายไฟแตะกัน ฉนวนทำด้วย พี วี ซี หรือยาง เช่น สายไฟที่ใช้ตามบ้านเป็นต้น สายไฟบางชนิดเป็นสายเปลือย แต่อาบด้วยสารเคมีที่มีสมบัติเป็นฉนวน เช่น สายไฟที่ใช้พันในหม้อแปลงไฟฟ้า มอเตอร์ ไดนาโม สายไฟที่ใช้สำหรับสายไฟแรงสูง และส่วนประกอบในเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เป็นต้น

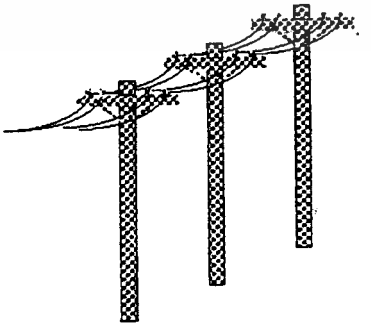
สายไฟที่ใช้ทั่วไปมีอักษรกำกับด้วย เช่น 250 V 60°C P.V.C. 2 X 1.0 SQ.mm. หมายความว่า สายไฟนี้ใช้ความต่างศักย์สูงสุดไม่เกิน 250 โวลต์ ในที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดได้ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส สายไฟนี้ใช้ พี วี ซี หุ้มเป็นฉนวน มีลวดตัวนำภายในสายไฟ 2 เส้นคู่ โดยแต่ละเส้นมีพื้นที่หน้าตัดเส้นละ 1.0 ตารางมิลลิเมตร

2. สายไฟต่างชนิดและต่างขนาดกัน ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*** ตารางที่ 1 แสดงขนาดกระแสไฟฟ้าของสายไฟทองแดงหุ้มฉนวน อุณหภูมิตัวนำ 60°c ขนาดแรงดัน 250 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40°c**

ลักษณะการใช้งาน / ขนาดสายไฟ (ตารางมิลลิเมตร)	ขนาดกระแสไฟฟ้าสูงสุด (แอมแปร์)	
	สายไฟเดินในอากาศและนอกอาคาร	สายไฟไม่เกิน 3 เส้น เดินในท่อหรือช่องเดินสายไฟเดียวกัน
0.5	7	4
1.0	10	6
1.5	13	8
2.5	18	14
4.0	24	19
6.0	35	27
10.0	53	37
16.0	72	49
25.0	96	63
35	120	78
50.0	152	100
70	191	122
95	233	147
120	270	170
150	300	192



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนำไฟฟ้า (conductor) คือ สารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ สารที่เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโลหะ ได้แก่

1. เงิน
2. ทองแดง
3. ทองคำ
4. อะลูมิเนียม
5. ทังสเตน
6. สังกะสี
7. ทองเหลือง
8. แพลตินัม
9. เหล็กอ่อน
10. นิเกิล
11. ดีบุก
12. เหล็กกล้า
13. ตะกั่ว
14. ปรอท
15. นิโครม

นอกจากตัวนำที่เป็นโลหะแล้วยังมีแกรไฟต์ น้ำกรด น้ำเกลือ เป็นต้น โดยทั่วไปตัวนำไฟฟ้า มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ

---

* วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า**. (กรุงเทพมหานคร : 2530) หน้า 170

ตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด (superconductor) หมายถึง ตัวนำไฟฟ้าที่ไม่มีความต้านทานไฟฟ้าเลย จากการทดลองพบว่า เมื่อลดอุณหภูมิของตัวนำไฟฟ้าลง ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำไฟฟ้าจะลดลงด้วย จนถึงประมาณ -250 องศาเซลเซียส ตัวนำไฟฟ้า เช่น ปรอท ดีบุก ไม่มีความต้านทานไฟฟ้าเลย กล่าวคือ กลายเป็นตัวนำไฟฟ้ายิ่งยวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฉนวนไฟฟ้า (insulator) คือ สารที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ เช่น แก้ว ไม้ ยาง พลาสติก ผ้าแห้ง กระดาษ เป็นต้น โดยทั่วไปฉนวนไฟฟ้ามีความต้านทานไฟฟ้าสูง

ความนำไฟฟ้า (conductance) และ**ความต้านทานไฟฟ้า** (resistance)

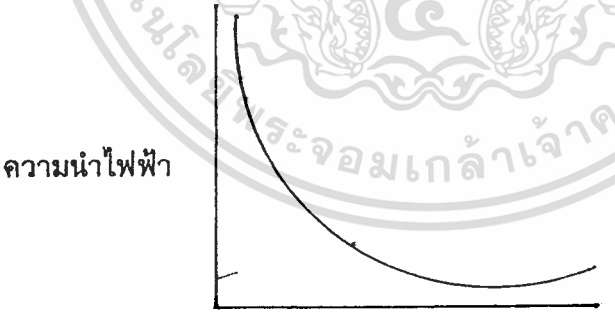
ความนำไฟฟ้า เป็นค่าคงที่ของลวดตัวนำนั้น ๆ และแปรผกผันกับความต้านทานไฟฟ้า

$$\text{ความนำไฟฟ้า } \alpha \frac{1}{\text{ความต้านทานไฟฟ้า}}$$

ความต้านทานไฟฟ้า มีสมบัติของตัวนำในการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากน้อยต่างกัน หน่วยของความต้านทานคือ โอห์ม (ohm แทนด้วย Ω) ดังนั้น ความต้านทานไฟฟ้าจึงแปรผกผันกับความนำไฟฟ้า

$$\text{ความต้านทานไฟฟ้า } \alpha \frac{1}{\text{ความนำไฟฟ้า}}$$

หมายความว่า ลวดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากเรียกว่ามีความนำไฟฟ้าสูง จะมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ ลวดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อยเรียกว่ามีความนำไฟฟ้าต่ำแต่ความต้านทานไฟฟ้าสูง ดังกราฟ



นักเรียนเคยสังเกตบ้างไหมว่า สายไฟที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดในบ้านมีขนาดเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงาน
กิจกรรมที่ 1.1 สมบัติของลวดตัวนำ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

กิจกรรมที่ 1.1 สมบัติของลวดตัวนำ

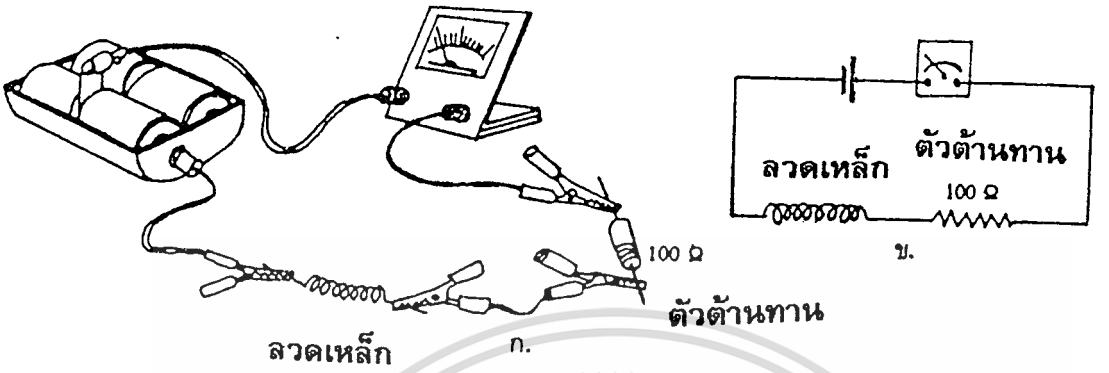
จุดประสงค์ นักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหาในการทดลองได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดขึ้นได้
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองได้
4. กำหนดและควบคุมตัวแปรของการทดลองได้
5. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการทดลองได้
6. เปรียบเทียบความสามารถในการนำไฟฟ้าของโลหะชนิดเดียวกันที่มีพื้นที่หน้าตัดและความยาวต่างกันได้
7. บอกหลักการเลือกสายไฟให้เหมาะสมกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านได้ถูกต้อง

วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ลวดเหล็กเบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร	1 เส้น
2. ลวดทองแดงเบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร	1 เส้น
3. ลวดนิโครมเบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร	1 เส้น
4. ลวดนิโครมเบอร์ 30 ยาว 30 เซนติเมตร	1 เส้น
5. ลวดนิโครมเบอร์ 30 ยาว 60 เซนติเมตร	1 เส้น
6. ลวดนิโครมเบอร์ 30 ยาว 100 เซนติเมตร	1 เส้น
7. ตัวต้านทาน 100 โอห์ม	1 ตัว
8. สายไฟพร้อมที่เสียบและคลิปปากหนีบจระเข้ยาว 30 เซนติเมตร	4 เส้น
9. กระบะถ่านไฟฉายพร้อมถ่านไฟฉาย จำนวน 4 ก้อน	1 ชุด
10. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย (แอมมิเตอร์)	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.4 ก. การต่อลวดตัวนำเข้ากับวงจรไฟฟ้า
ข. แผนภาพวงจรไฟฟ้าของรูป ก.

วิธีทำ

ตอนที่ 1

1. ต่อลวดเหล็กเบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร เข้ากับถ่านไฟฉาย 1 ก้อน เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย และตัวต้านทานเรียงกันเป็นวงจรดังรูป สังเกตตำแหน่งของเข็มชี้ บันทึกผล
2. ทดลองซ้ำโดยเปลี่ยนใช้ลวดชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีขนาดและความยาวดังนี้
   - ลวดทองแดง เบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร
   - ลวดนิโครม เบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร

ตอนที่ 2

ทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 1 โดยเปลี่ยนใช้ลวดนิโครมเบอร์ 30 ยาว 30 เซนติเมตร 60 เซนติเมตร และ 100 เซนติเมตร ตามลำดับ

ศึกษาธิการ, กระทรวง. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่3.** (กรุงเทพมหานคร : 2536) หน้า 4-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามก่อนทำกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และใช้เครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

_____ ก. ลวดโลหะต่างชนิดกัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เท่ากันหรือไม่

_____ ข. จำนวนถ่านไฟฉายที่แตกต่างกัน จะทำให้เข็มของเครื่องวัดกระดิกได้เท่ากันหรือไม่

_____ ค. ความยาวของสายไฟที่แตกต่างกันจะทำให้เข็มของเครื่องวัดกระดิกได้เท่ากันหรือไม่

_____ ง. ความยาวของลวดโลหะที่แตกต่างกันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เท่ากันหรือไม่

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

_____ ก. จำนวนถ่านไฟฉายที่แตกต่างกัน ทำให้เข็มของเครื่องวัดกระดิกไม่เท่ากัน

_____ ข. ชนิดของลวดโลหะมีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า

_____ ค. ความยาวของสายไฟที่แตกต่างกัน ทำให้เข็มของเครื่องวัดกระดิกไม่เท่ากัน

_____ ง. ความยาวของลวดโลหะที่แตกต่างกันมีผลต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

_____ ก. ความยาวของสายไฟหมายถึง สายไฟพร้อมที่เสียบและคลิปปากหนีบจระเข้ความยาว 30 เซนติเมตร

_____ ข. ความยาวของโลหะหมายถึง การวัดความยาวของลวดโลหะแต่ละชนิดใช้หน่วยเป็นเซนติเมตร

_____ ค. การไหลของกระแสไฟฟ้าหมายถึง การกระดิกเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

_____ ง. จำนวนถ่านไฟฉายหมายถึง การใช้ถ่ายไฟฉายก้อนใหญ่จำนวน 4 ก้อน

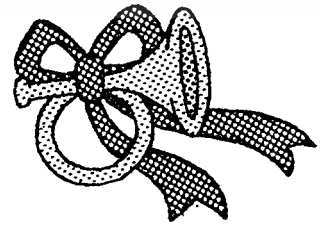
4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

_____ ก. ชนิดของลวดโลหะ

_____ ข. ความยาวของลวดโลหะ

_____ ค. การไหลของกระแสไฟฟ้า

_____ ง. จำนวนถ่านไฟฉาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

_____ ก. จำนวนถ่านไฟฉาย

_____ ข. ชนิดของลวดโลหะ

_____ ค. ความยาวของลวดโลหะ

_____ ง. การไหลของกระแสไฟฟ้า

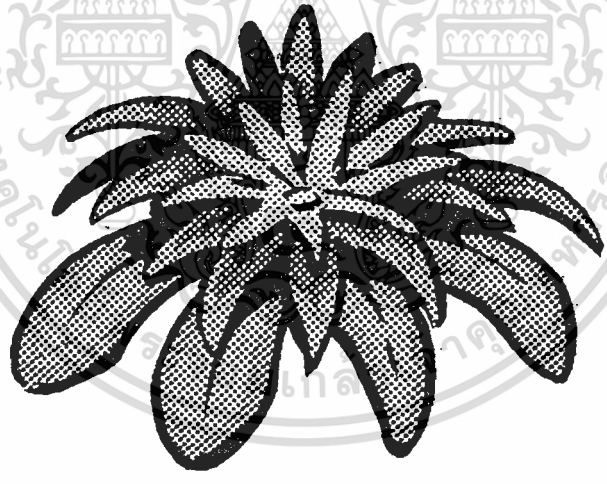
6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

_____ ก. จำนวนถ่านไฟฉาย

_____ ข. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอย่างง่าย

_____ ค. ความยาวของสายไฟ

_____ ง. การไหลของกระแสไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

ชนิดของลวดตัวนำ / ผลการทดลอง	ลวดเบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร		
	ลวดเหล็ก	ลวดทองแดง	ลวดนิโครม
จำนวนช่องที่เข็มเบนไป			

ตอนที่ 2

ความยาวของลวดตัวนำ / ผลการทดลอง	ลวดนิโครมเบอร์ 30 (เซนติเมตร)		
	30	60	100
จำนวนช่องที่เข็มเบนไป			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่

.....

2. ลวดเหล็ก ลวดทองแดง และลวดนิโครมเบอร์ 26 เหมือนกัน มีความยาวเท่ากัน ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

3. ลวดนิโครมเบอร์ 30 เท่ากันแต่ความยาวต่างกัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

4. ลวดนิโครมเบอร์ 26 และลวดนิโครมเบอร์ 30 ที่มีความยาวเท่ากัน คือ 30 เซนติเมตร กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

5. ในการเลือกสายไฟโดยทั่วไป ควรมีหลักอย่างไร

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงาน
กิจกรรมที่ 1.1 สมบัติของลวดตัวนำ

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

__/__ ก.
__X__ ข.
__X__ ค.
__/__ ง.

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

__X__ ก.
__/__ ข.
__X__ ค.
__/__ ง.

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

__X__ ก.
__X__ ข.
__/__ ค.
__X__ ง.

4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

__/__ ก.
__/__ ข.
__X__ ค.
__X__ ง.

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

__X__ ก.
__X__ ข.
__X__ ค.
__/__ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

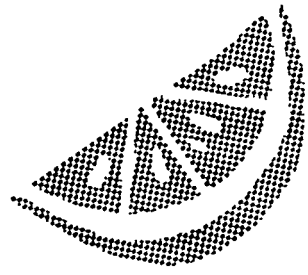
6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

__/__ ข.

__/__ ค.

__X__ ง.



ผลการทดลอง

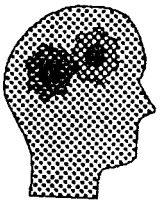
ตอนที่ 1

ชนิดของลวดตัวนำ / ผลการทดลอง	ลวดเบอร์ 26 ยาว 30 เซนติเมตร		
	ลวดเหล็ก	ลวดทองแดง	ลวดนิโครม
จำนวนช่องที่เข็มเบนไป	4.5	5	4

ตอนที่ 2

ความยาวของลวดตัวนำ / ผลการทดลอง	ลวดนิโครมเบอร์ 30 (เซนติเมตร)		
	30	60	100
จำนวนช่องที่เข็มเบนไป	4	3.5	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่
   (ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้)
2. ลวดเหล็ก ลวดทองแดง และลวดนิโครมเบอร์ 26 เหมือนกัน มีความยาวเท่ากัน ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร
   (กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน โดยลวดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านเรียงจากมากไปหาน้อย ดังนี้ ลวดทองแดง ลวดเหล็ก และลวดนิโครม ตามลำดับ)
3. ลวดนิโครมเบอร์ 30 เท่ากันแต่ความยาวต่างกัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยต่างกันหรือไม่ อย่างไร
   (กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน โดยลวดนิโครมที่สั้นสุดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากที่สุด ส่วนลวดนิโครมที่ยาวที่สุดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อยที่สุด)
4. ลวดนิโครมเบอร์ 26 และลวดนิโครมเบอร์ 30 ที่มีความยาวเท่ากัน คือ 30 เซนติเมตร กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้เท่ากันหรือไม่ อย่างไร
   (กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน โดยลวดที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางใหญ่ (ลวดนิโครมเบอร์ 26) จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่าลวดที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็ก (ลวดเบอร์ 30)
5. ในการเลือกสายไฟโดยทั่วไป ควรมีหลักอย่างไร
   (เลือกสายไฟที่ทำด้วยโลหะที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ และมีขนาดพอเหมาะกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟนั้น

สรุปผลการทดลอง

(1. ลวดตัวนำที่เป็นโลหะต่างชนิดกัน มีพื้นที่ภาคตัดขวางเท่ากัน และความยาวเท่ากัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน

2. ลวดตัวนำชนิดเดียวกัน พื้นที่ภาคตัดขวางเท่ากัน แต่ความยาวไม่เท่ากัน พบว่าลวดที่สั้นจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดีกว่า

3. ลวดตัวนำชนิดเดียวกัน ยาวเท่ากัน แต่พื้นที่ภาคตัดขวางต่างกัน พบว่าลวดที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางใหญ่กว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านได้ดีกว่า

4. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านลวดตัวนำได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของลวดตัวนำ พื้นที่ภาคตัดขวางและความยาวของลวดตัวนำ)

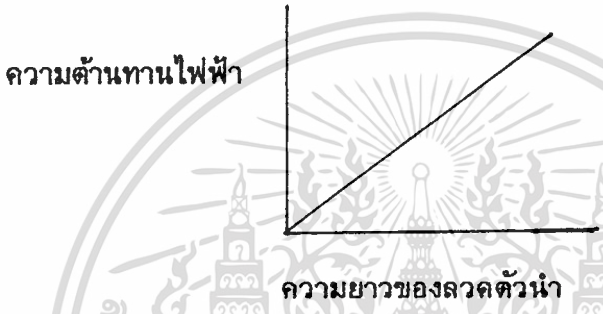
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำ

1. ลวดตัวนำที่ทำจากโลหะต่างชนิดกัน จะมีความนำไฟฟ้าต่างกัน และจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน จึงมีความต้านทานไฟฟ้าแตกต่างกัน

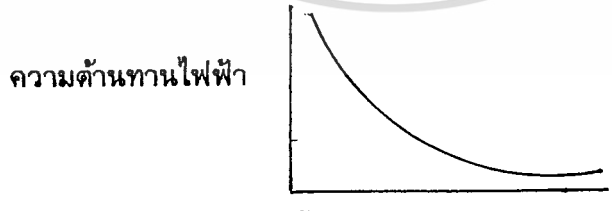
2. ลวดตัวนำชนิดเดียวกัน พื้นที่ภาคตัดขวางเท่ากัน ลวดเส้นที่ยาวจะมีความต้านทานไฟฟ้าสูง และยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้น้อยกว่าลวดเส้นที่สั้น ซึ่งความต้านทานไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวของลวดตัวนำ ดังกราฟ

ความต้านทานไฟฟ้า α ความยาวของลวดตัวนำ



3. ลวดตัวนำชนิดเดียวกัน ความยาวเท่ากัน ลวดเส้นที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางใหญ่ (ขนาดใหญ่) จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่าลวดที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็ก (ขนาดเล็ก) แสดงว่า ลวดขนาดใหญ่มีความต้านทานไฟฟ้าน้อยกว่าลวดขนาดเล็ก ซึ่งความต้านทานไฟฟ้าจะเป็นส่วนกลับกับพื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำ ดังกราฟ

$$\text{ความต้านทานไฟฟ้า } \alpha \ \frac{1}{\text{พื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำ}}$$



นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใดสายไฟที่ใช้ในบ้านจึงต้องมีฉนวนหุ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงาน
กิจกรรมที่ 1.2 ไฟฟ้าลัดวงจร

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

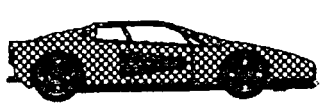
<u>กิจกรรมที่ 1.2</u> ไฟฟ้าลัดวงจร

<u>จุดประสงค์</u> นักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหาในการทดลองนี้ได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดขึ้นได้
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองได้
4. กำหนดและควบคุมตัวแปรของการทดลองได้
5. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการทดลองได้
6. อธิบายสาเหตุของการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้
7. ตระหนักถึงอันตรายที่จะเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรได้

<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

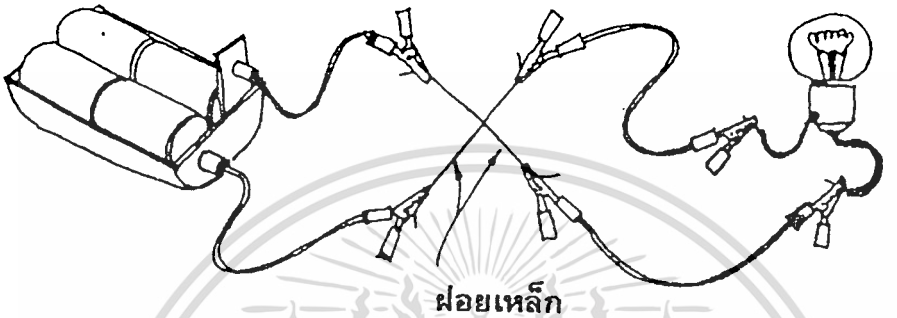
รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ฝอยเหล็ก (ฝอยขัดหม้อ) ยาว 10 เซนติเมตร	2 เส้น
2. หลอดไฟขนาด 6 โวลต์	1 หลอด
3. สายไฟฟ้าคลิปปากหนีบจระเข้ยาว 30 เซนติเมตร	4 เส้น
4. กระบะถ่านไฟฉายพร้อมถ่าน 4 ก้อน	1 ชุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

1. ต่อถ่านไฟฉาย 4 ก้อน เข้ากับฝอยเหล็ก ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น และหลอดไฟเป็นวงจรดังรูป โดยฝอยเหล็กไม่แตะกัน สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
2. จัดให้ฝอยเหล็กทั้ง 2 เส้นแตะกัน สังเกตความสว่างของหลอดไฟและการเปลี่ยนแปลงของฝอยเหล็กส่วนที่แตะติดกัน



ฝอยเหล็ก

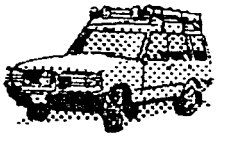
ภาพที่ 1.5 แสดงการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

ศึกษาธิการ, กระทรวง. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** (กรุงเทพมหานคร : 2536) หน้า 9

คำถามก่อนทำกิจกรรม

คำสั่ง จงใช้เครื่องหมาย (X) ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้
   - ก. ชนิดของฝอยเหล็ก 2 เส้น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่
   - ข. ความยาวของฝอยเหล็ก 2 เส้น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่
   - ค. ลักษณะการวางฝอยเหล็ก 2 เส้น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่
   - ง. ขนาดฝอยเหล็ก มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

ก. ชนิดของฝอยเหล็ก 2 เส้น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ

ข. ความยาวของฝอยเหล็ก 2 เส้น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ

ค. ลักษณะการวางฝอยเหล็ก 2 เส้น มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ

ง. ขนาดฝอยเหล็ก มีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

ก. ขนาดฝอยเหล็ก หมายถึง การใช้ฝอยเหล็กขนาดใหญ่ 2 เส้น และฝอยเหล็กขนาดเล็ก 2 เส้น

ข. ชนิดของฝอยเหล็ก หมายถึง ฝอยเหล็กแบบธรรมดา 2 เส้น และฝอยเหล็กสแตนเลส 2 เส้น

ค. ความยาวของฝอยเหล็ก หมายถึง ฝอยเหล็ก 2 เส้น ที่มีความยาว 10 Cm และฝอยเหล็ก 2 เส้น ที่มีความยาว 5 Cm

ง. ลักษณะการวางฝอยเหล็ก หมายถึง การวางฝอยเหล็ก 2 เส้น ในลักษณะที่สัมผัสกันและไม่สัมผัสกัน

4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

ก. ขนาดของฝอยเหล็ก

ข. ลักษณะการวางฝอยเหล็ก

ค. ความสว่างของหลอดไฟ

ง. ความยาวของฝอยเหล็ก

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

ก. ขนาดของฝอยเหล็ก

ข. ลักษณะการวางฝอยเหล็ก

ค. ความสว่างของหลอดไฟ

ง. ความยาวของฝอยเหล็ก

6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

ก. ความยาวของฝอยเหล็ก การวางฝอยเหล็ก

ข. ความสว่างของหลอดไฟ ขนาดของฝอยเหล็ก

ค. ชนิดของฝอยเหล็ก ความสว่างของหลอดไฟ

ง. ความยาวของฝอยเหล็ก ชนิดของฝอยเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผลการทดลอง (ให้นักเรียนออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง)

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่

.....

2. ในการต่อวงจรไฟฟ้าโดยฝอยเหล็กไม่แตะกัน หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

3. ในการต่อวงจรไฟฟ้าโดยฝอยเหล็กแตะกัน หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

4. บริเวณที่ฝอยเหล็กแตะกัน ฝอยเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

5. การเกิดไฟฟ้าลัดวงจรทำให้เกิดอันตรายอย่างไรบ้าง

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงาน
กิจกรรมที่ 1.2 ไฟฟ้าลัดวงจร

คำถามก่อนทำกิจกรรม

1. ค
2. ค
3. ง
4. ข
5. ค
6. ง

ผลการทดลอง

ลักษณะของฝอยเหล็ก 2 เส้น	ความสว่างของหลอดไฟ	การเปลี่ยนแปลงของฝอยเหล็ก
ไม่แตะกัน	(สว่าง)	-
แตะกัน	(ไม่สว่าง)	(ร้อนจัดจนเป็นสีแดง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่

(ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้)

2. ในการต่อวงจรไฟฟ้าโดยฝอยเหล็กไม่แตะกัน หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

(หลอดไฟจะสว่าง เพราะกระแสไฟฟ้าครบวงจรไหลผ่านลวดตัวนำในหลอดไฟได้)

3. ในการต่อวงจรไฟฟ้าโดยฝอยเหล็กแตะกัน หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

(หลอดไฟไม่สว่าง เพราะกระแสไฟฟ้าลัดวงจรที่จุดแตะกันไม่ไหลผ่านลวดตัวนำในหลอดไฟ)

4. บริเวณที่ฝอยเหล็กแตะกัน ฝอยเหล็กมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(ฝอยเหล็กจะร้อนจัดจนเป็นสีแดง เพราะพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ณ จุดแตะกัน)

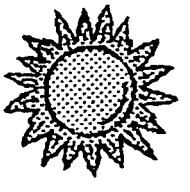
5. การเกิดไฟฟ้าลัดวงจรทำให้เกิดอันตรายอย่างไรบ้าง

(เป็นสาเหตุให้เกิดไฟไหม้ได้)

สรุปผลการทดลอง

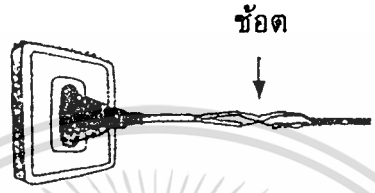
(1. เมื่อตัวนำที่ไม่มีฉนวนหุ้มแตะกันในวงจร เรียกว่า เกิดไฟฟ้าลัดวงจร ทำให้หลอดไฟไม่สว่าง

2. ขณะเกิดไฟฟ้าลัดวงจรกระแสไฟฟ้าเกือบทั้งหมดจะไหลผ่านจุดที่เกิดวงจรลัดพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนตรงบริเวณที่มีการลัดวงจร เป็นสาเหตุให้เกิดไฟไหม้ได้)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟฟ้าลัดวงจรหรือไฟช้อต (short curcuit) หมายถึงปรากฏการณ์ที่ตัวนำไม่มีฉนวนหุ้ม หรือฉนวนชำรุดทำให้สายไฟกับสายกลางแตะกันในวงจร กระแสไฟฟ้าไม่ไหลไปตามทางเดินปกติของวงจร แต่จะไหลผ่านตรงส่วนที่แตะกัน และเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุของไฟไหม้ได้



ภาพที่ 1.6 ไฟฟ้าลัดวงจร

ไฟรั่ว หมายถึง ฉนวนหุ้มสายไฟฉีกขาด ทำให้ลวดตัวนำสัมผัสกับโลหะเครื่องใช้ไฟฟ้า หากไปจับต้องเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านร่างกายลงสู่พื้นเกิดอาการที่เรียกว่า **ไฟดูด** ทำให้เกิดอันตรายได้ เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น ตู้เย็น เครื่องซักผ้า เป็นต้น จึงต้องต่อสายดินเสมอ เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟรั่ว

สาเหตุที่ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรภายในบ้าน

1. สายไฟที่ใช้ภายในบ้านเก่ามาก ทำให้ฉนวนหุ้มสายไฟเปื่อยขาดจนลวดตัวนำในสายไฟแต่ละเส้นสัมผัสกันทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร
2. มีตัวนำไฟฟ้าวางพาดบนสายไฟที่ไม่มีฉนวนหุ้ม หรือเป็นสายเปลือยทั้ง 2 สาย
3. มีส่วนประกอบภายในของเครื่องใช้ไฟฟ้า ขณะใช้เครื่องอยู่เกิดขัดข้องหรือชำรุด
4. การต่อสายไฟเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าไม่ถูกต้อง หรือใช้อุปกรณ์ผิดขนาด

เมื่อกระแสไฟฟ้าเดินลัดวงจรใดวงจรหนึ่ง จะทำให้ฟิวส์ซึ่งต่ออนุกรมกับวงจรนั้น ๆ หลอมละลายและขาดออกจากกันทำให้วงจรไฟฟ้าเป็นวงจรเปิด แต่ถ้าในวงจรนั้นไม่มีฟิวส์ต่ออยู่ จะทำให้ลวดตัวนำในสายไฟเกิดความร้อนสูงขึ้นจนทำให้เกิดการลุกไหม้ เมื่อมีวัตถุที่ติดไฟง่าย เช่น ไม้ กระดาษ เสื้อผ้า น้ำมันเชื้อเพลิง อยู่ใกล้บริเวณดังกล่าว ก็จะมีผลทำให้เกิดไฟไหม้อาคารบ้านเรือนเสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีป้องกันไม่ให้สายไฟในบ้านเกิดการลัดวงจร

1. ใช้สายไฟให้ถูกต้องตามกำหนดของการไฟฟ้า และควรตรวจฉนวนหุ้มสายไฟต่าง ๆ ถ้าผุหรือเปื่อยควรเปลี่ยนสายใหม่

2. ไม่ควรวางโลหะ หรือตัวนำไฟฟ้าใดพาดไว้กับสายไฟส่วนที่ไม่มีฉนวนหุ้ม หรือสายเปลือย

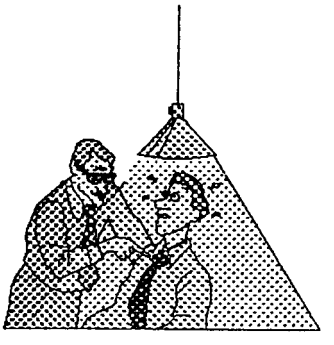
3. หมั่นตรวจและสังเกตอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ถ้าชำรุดหรือขัดข้องควรนำไปซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่

4. ควรศึกษาคู่มือการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าให้เข้าใจก่อนใช้ทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ กระแสไฟฟ้าไหลเข้าบ้านเกินกว่ากำหนด

5. ควรมีไขควงตรวจไฟอยู่ประจำบ้าน เพื่อตรวจสอบการลัดวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่มีผลต่อร่างกาย

จำนวนกระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมแปร์)	อาการหรืออันตรายที่เกิดขึ้นแก่ร่างกาย
1 ถึง 3	กล้ามเนื้อกระตุกเล็กน้อยไม่ถึงขั้นอันตรายแต่ก็อาจดิ้นไม่ยอมหลุดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า
8	กล้ามเนื้อกระตุกรุนแรงเป็นเหตุให้ล้มฟาดหรือตกจากที่สูง
10	กล้ามเนื้อกระตุกรุนแรงยิ่งขึ้นและอาจได้รับแผลไหม้พอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผู้ได้รับอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตถ้าได้รับเกินระยะเวลาที่กำหนด

จำนวนกระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมแปร์)	เวลานานกว่า
15	2 นาที
20	1 นาที
30	35 วินาที
100	3 วินาที
500	11/100 วินาที
1,000*	1/100 วินาที

* 1 แอมแปร์ = 1,000 มิลลิแอมแปร์

ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. **ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน.** (กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.2532), หน้า 3

การเกิดอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

จากตารางที่ 2 และ 3 จะเห็นว่าอันตรายจากกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับปริมาณและเวลาที่ได้รับกระแสไฟฟ้านั้น นอกจากนี้ยังขึ้นกับสภาพของร่างกายและเวลาที่สัมผัสด้วย ดังนั้นจึงสามารถนำมาสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน กระแสไฟฟ้ามากอันตรายมาก เช่น ปริมาณกระแสไฟฟ้า 1-3 มิลลิแอมแปร์ ทำให้กล้ามเนื้อกระตุกเล็กน้อย ปริมาณ 10 มิลลิแอมแปร์ กล้ามเนื้อกระตุกแรงมากขึ้น อาจได้รับบาดแผลไหม้พองด้วย

2. เวลาที่ได้รับกระแสไฟฟ้า ถ้านานมากอันตรายก็มากขึ้น เช่น กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ ถ้าได้รับนานเกิน 1/100 วินาที จะเป็นอันตรายแก่ชีวิตได้

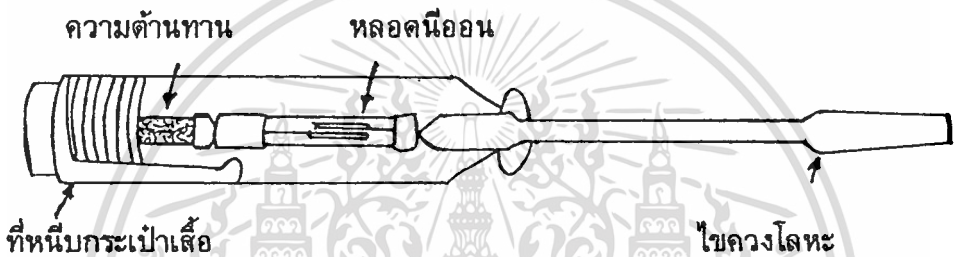
3. สภาพร่างกาย ผิวหนังแห้งมีความต้านทานไฟฟ้ามากกว่าผิวหนังเปียกชื้น เวลามือเปียกน้ำจึงไม่ควรจับเครื่องใช้ไฟฟ้า

4. ตำแหน่งที่ร่างกายสัมผัส บริเวณศีรษะและทรวงอกจะมีอันตรายมากกว่าบริเวณแขนขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่นกเกาะสายไฟแรงสูงที่ไม่มีฉนวนหุ้มโดยไม่ตาย เนื่องจากนกไม่เคยเกาะสายไฟพร้อมกันทีเดียว 2 เส้น แต่นกจะเกาะสายไฟเพียงเส้นเดียว และเท้านกเป็นเซลล์แห้งมีความต้านทานสูง และตัวนกไม่ได้ต่อกับพื้นดินกระแสไฟฟ้าจึงไม่สามารถไหลผ่านตัวนกลงสู่พื้นได้ นกจึงไม่ถูกไฟดูดตาย

ถ้าต้องการทราบว่าที่จุดหนึ่งของวงจรไฟฟ้ามีกระแสไฟฟ้าหรือไม่ อาจตรวจดูได้โดยใช้ไขควงตรวจไฟ โดยนำปลายไขควงมาแตะตรงจุดที่ต้องการตรวจ ถ้าจุดนั้นมีกระแสไฟฟ้าผ่านจะมีแสงสีแดงส้มปรากฏ ในด้ามไขควง

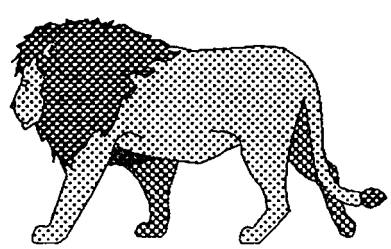


ภาพที่ 1.7 ไขควงตรวจไฟ

วิธีเลือกใช้สายไฟ

อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เตารีด ตู้เย็น หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ ต้องการกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน จึงต้องต่อด้วยสายไฟขนาดไม่เท่ากัน

สายไฟที่เลือกใช้ต้องทำด้วยโลหะที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ และมีขนาดพอเหมาะกับกระแสไฟฟ้าที่ต้องการให้ผ่านสายไฟนั้นไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง สายไฟ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ตอนที่ 1

คำสั่ง เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องสายไฟจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

2. จงบอกลักษณะและคุณสมบัติของสายไฟที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้แตกต่างกัน

.....

.....

3. ไฟฟ้าลัดวงจรเกิดได้อย่างไร และมีอันตรายอย่างไร

.....

.....

4. วิธีการเลือกสายไฟ ควรทำอย่างไร

.....

.....

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงใช้เครื่องหมาย (X) ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อความเกี่ยวกับสายไฟ ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. สายไฟแต่ละชนิดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน

ข. สายไฟที่มีขนาดใหญ่จะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าสายไฟที่มีขนาดเล็ก

ค. สายไฟที่ทำด้วยโลหะทองแดงจะนำไฟฟ้าได้ดีกว่าโลหะเงิน

ง. สายไฟที่สั้นจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดีกว่าสายไฟที่ยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำไม่ขึ้นอยู่กับสมบัติในข้อใด

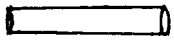
ก. ชนิดของลวดตัวนำ

ข. ความยาวของลวดตัวนำ

ง. จุดหลอมเหลวของลวดตัวนำ

ค. พื้นที่ภาคตัดขวางของลวดตัวนำ

3. ลวดตัวนำเส้นใดมีความต้านทานไฟฟ้ามากที่สุด

ก. 

ข.

ค.

ง.

4. ข้อใดเป็นวิธีการเลือกใช้สายไฟฟ้าได้ถูกต้อง

ก. ไม่มีความต้านทานไฟฟ้า

ข. มีความต้านทานไฟฟ้ามาก

ค. มีความต้านทานไฟฟ้าน้อย

ง. มีความต้านทานไฟฟ้าปานกลาง

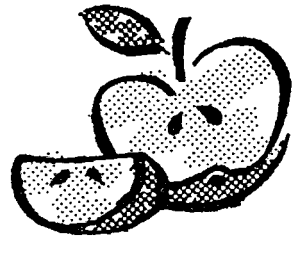
5. ข้อใดเป็นการแก้ปัญหาที่ถูกต้องเมื่อสงสัยว่าเกิดไฟฟ้าลัดวงจร

ก. เปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าแต่ละเดือนว่าต่างกันหรือไม่

ข. ใช้เครื่องมือสำหรับวัดกระแสไฟฟ้าตรวจสอบตามจุดที่ใช้ไฟฟ้า

ค. สำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้ามาก และงดใช้เครื่องไฟฟ้าชนิดนั้น

ง. หยุดใช้เครื่องไฟฟ้าทุกชนิดแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของหน้าปัทม์มาตรวัดไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง สายไฟ

ตอนที่ 1

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าภายในบ้านได้แก่อะไรบ้าง

(สายไฟ ฟิวส์ สะพานไฟ สวิตช์ เต้ารับและเต้าเสียบ)

2. จงบอกลักษณะและคุณสมบัติของสายไฟที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้แตกต่างกัน

(1. สายไฟที่ทำจากโลหะต่างชนิดกันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน
2. สายไฟชนิดเดียวกันที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเท่ากัน สายไฟที่สั้นจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่าสายไฟที่ยาว
3. สายไฟชนิดเดียวกันที่มีความยาวเท่ากัน สายไฟที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางใหญ่จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่าสายไฟที่มีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็ก)

3. ไฟฟ้าลัดวงจรเกิดได้อย่างไร และมีอันตรายอย่างไร

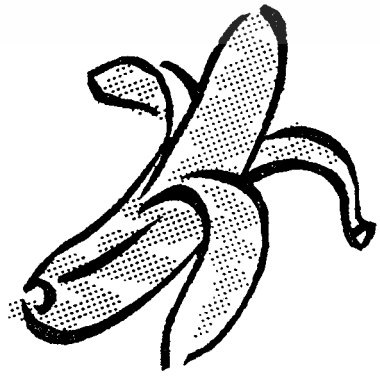
(ไฟฟ้าลัดวงจรเกิดจากสายไฟที่ไม่มีฉนวนหุ้มมาแตะกันในวงจร ทำให้บริเวณนั้นมีความต้านไฟฟ้าต่ำ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้มากที่สุด และพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน อาจทำให้เกิดไฟไหม้อาคารบ้านเรือนได้)

4. วิธีการเลือกสายไฟควรทำอย่างไร

(1. ต้องเป็นสายไฟที่ทำด้วยโลหะที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ
2. ใช้สายไฟที่มีขนาดพอเหมาะกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟ)

ตอนที่ 2

1. ค
2. ค
3. ง
4. ค
5. ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1.1.2 ฟิวส์

ฟิวส์ (fuse) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้กระแสไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้า ไหลเข้าวงจรไฟฟ้ามากเกินไปหรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ฟิวส์จะขาดและจะตัดวงจรไฟฟ้าทันที

สัญลักษณ์ของฟิวส์ (—∿—)

คุณสมบัติของฟิวส์

1. ฟิวส์ทำด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่ว 25% ดีบุก 25% บิสมัท 50% โดยมวล

2. ฟิวส์มีจุดหลอมเหลวต่ำ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์จะทำให้ฟิวส์ร้อน ซึ่งถ้าร้อนมากจนถึงจุดหนึ่งฟิวส์จะขาด เช่น กรณีที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร

การเลือกใช้ขนาดของฟิวส์

ฟิวส์ที่ใช้ตามบ้านเรือนมีหลายขนาดเช่น10,15 และ 30 แอมแปร์ ฟิวส์แต่ละขนาดจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านไปได้มากน้อยต่างกัน ฉะนั้นการเลือกใช้ขนาดของฟิวส์ต้องพอเหมาะกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรภายในบ้าน และเป็นฟิวส์ที่ทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้มากกว่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในบ้านเพียงเล็กน้อย และไม่ควรใช้ทองแดงต่อแทนฟิวส์

ฟิวส์ขนาด 10 แอมแปร์ หมายถึง ฟิวส์ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ไม่เกิน 10 แอมแปร์ ถ้ากระแสไฟฟ้าผ่านมากกว่านี้ฟิวส์จะหลอมละลายจนขาดทำให้วงจรเปิด

ฟิวส์ที่ใช้กันทั่วไปในวงจรไฟฟ้า มีแบบต่าง ๆ คือ

1. ฟิวส์เส้นลวด ลักษณะเป็นเส้นลวดมีขนาดต่าง ๆ กัน แล้วแต่ขนาดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ โดยทั่วไปมักใช้กับสะพานไฟตามบ้านเรือน

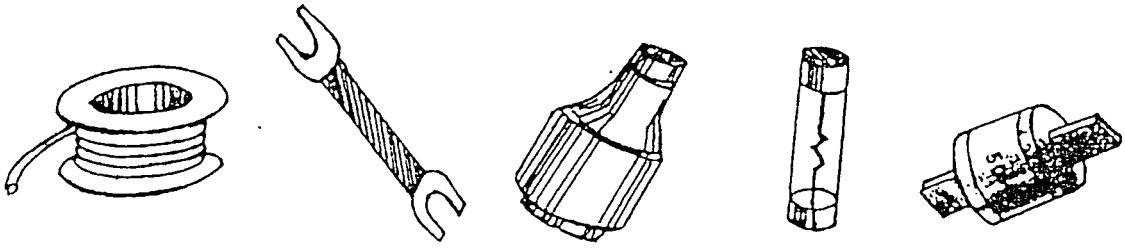
2. ฟิวส์ก้ามปู ลักษณะเป็นแผ่นโลหะผสม ปลายทั้งสองข้างมีขอเกี่ยวทำด้วยทองแดง ใช้ติดแผงควบคุมไฟฟ้า นิยมใช้ในโรงงาน อาคารใหญ่ และโรงเรียน

3. ปลั๊กฟิวส์ ลักษณะเป็นเส้นฟิวส์อยู่ในกระปุกกระเบื้องที่เป็นฉนวน นิยมใช้ตามบ้านเรือน

4. ฟิวส์กระบอก ลักษณะเป็นเส้นโลหะเล็ก ๆ บรรจุในหลอดแก้วเล็ก ๆ นิยมใช้ในวงจรไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น

5. ฟิวส์ใบมีด ใช้ที่เสาไฟฟ้า

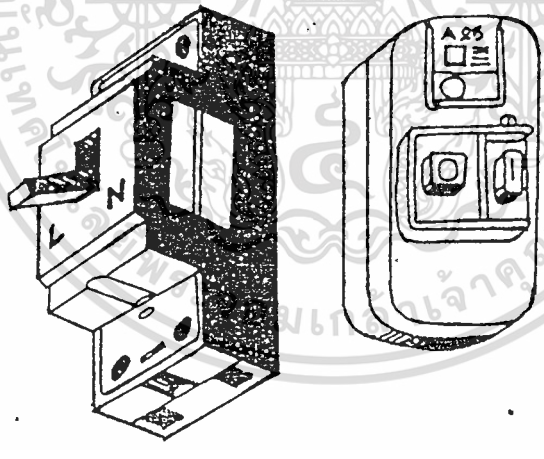
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. ฟิวส์เส้นลวด 2. ฟิวส์ก้ามปู 3. ปลั๊กฟิวส์ 4. ฟิวส์กระบอก 5. ฟิวส์ใบมีด

ภาพที่ 1.8 ฟิวส์ชนิดต่าง ๆ

<u>เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติหรือเซอร์กิต เบรคเกอร์</u> (circuit breaker) เป็นฟิวส์อัตโนมัติที่จะตัดวงจรไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเกินกำหนดหรือมีไฟฟ้าลัดวงจรเกิดขึ้น จึงนิยมต่อกับสายไฟใหญ่ที่เข้าบ้าน หรือต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามาก ๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ มอเตอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 1.9 เครื่องตัดวงจรอัตโนมัติ

นักเรียนคิดว่า โลหะชนิดต่างๆ สามารถใช้แทนฟิวส์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงาน
กิจกรรมที่ 1.3 สมบัติของฟิวส์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>กิจกรรมที่ 1.3</u> สมบัติของฟิวส์

<u>จุดประสงค์</u> นักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหาในการทดลองได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดขึ้นได้
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองได้
4. กำหนดและควบคุมตัวแปรของการทดลองได้
5. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการทดลองได้
6. สรุปสมบัติการหลอมละลายของฟิวส์ชนิดต่าง ๆ เมื่อได้รับความร้อน
7. เลือกขนาดของฟิวส์ให้เหมาะสมกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ได้

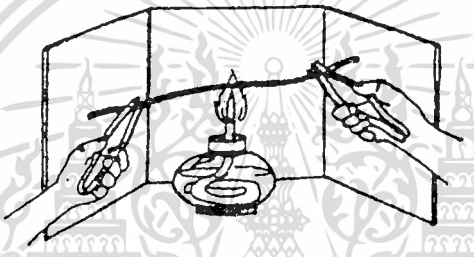
<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. ฟิวส์ขนาดเล็ก ยาว 5 เซนติเมตร	1 เส้น
2. ฟิวส์ขนาดใหญ่ ยาว 5 เซนติเมตร	1 เส้น
3. ลวดเหล็กเบอร์ 26 ยาว 5 เซนติเมตร	1 เส้น
4. ลวดทองแดงเบอร์ 26 ยาว 5 เซนติเมตร	1 เส้น
5. ไม้หนีบ	2 อัน
6. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

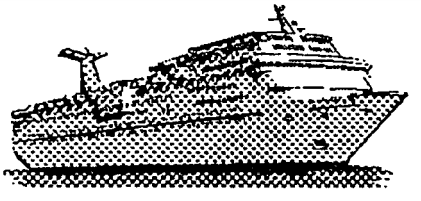
วิธีทำ

1. ใช้ไม้หนีบจับปลายทั้งสองของฟิวส์ขนาดเล็ก นำส่วนกลางของฟิวส์ลนไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์ โดยให้ฟิวส์อยู่ตรงกับเปลวส่วนที่ร้อนที่สุด ดังรูป จับเวลาตั้งแต่เริ่มลนไฟจนกระทั่งฟิวส์ขาด
2. ทำซ้ำโดยเปลี่ยนเป็นฟิวส์ขนาดใหญ่ขึ้น
3. นำลวดเหล็กและลวดทองแดงขนาดเท่ากับฟิวส์ขนาดใหญ่ ไปลนไฟโดยใช้เวลาเท่ากับในข้อ 2



ภาพที่ 1.10 การให้ความร้อนกับฟิวส์

ศึกษาธิการ, กระทรวง. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 3. (กรุงเทพมหานคร : 2536) หน้า 12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามก่อนทำกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และใช้เครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

_____ ก. ลวดโละต่างชนิดกันจะหลอมละลายได้เท่ากันหรือไม่

_____ ข. ชนิดของเชื้อเพลิงมีผลต่อปริมาณความร้อนหรือไม่

_____ ค. ปริมาณความร้อนมีผลต่อการหลอมละลายหรือไม่

_____ ง. ขนาดของลวดโลหะมีผลต่อระยะเวลาในการหลอมละลายหรือไม่

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

_____ ก. ชนิดของเชื้อเพลิงมีผลต่อปริมาณความร้อน

_____ ข. ปริมาณความร้อนมีผลต่อการหลอมละลาย

_____ ค. ชนิดของลวดโลหะมีผลต่อความสามารถในการหลอมละลาย

_____ ง. ขนาดของลวดโลหะมีผลต่อระยะเวลาในการหลอมละลาย

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

_____ ก. ชนิดของเชื้อเพลิงหมายถึง การใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันพืช น้ำมันก๊าด ในตะเกียงอัลกอฮอล์ มาเผาลวดโลหะ

_____ ข. ชนิดของลวดโลหะหมายถึง ลวดโลหะชนิดต่างๆ เช่น ฟิวส์ ลวดเหล็ก ลวดทองแดง เป็นต้น

_____ ค. ความสามารถในการหลอมละลายหมายถึง การนำลวดโลหะมาเผาจนกระทั่งลวดโลหะทั้งเส้นซึ่งเป็นของแข็งสามารถละลายกลายเป็นของเหลวหมด

_____ ง. ขนาดของลวดโลหะหมายถึง พื้นที่ภาคตัดขวางของโลหะ

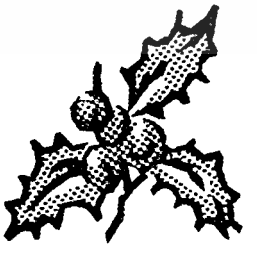
4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

_____ ก. ชนิดของลวดโลหะ

_____ ข. ปริมาณความร้อน

_____ ค. ความสามารถในการหลอมละลาย

_____ ง. ระยะเวลาในการหลอมละลาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

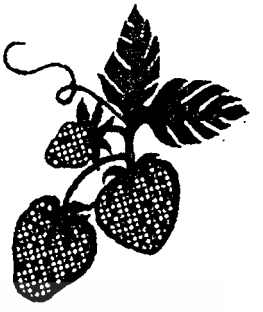
5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

_____ ก. ชนิดของลวดโลหะ

_____ ข. ขนาดของลวดโลหะ

_____ ค. ปริมาณความร้อน

_____ ง. ความสามารถในการหลอมละลาย



6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

_____ ก. ชนิดของเชื้อเพลิง

_____ ข. ชนิดของลวดโลหะ

_____ ค. ปริมาณความร้อน

_____ ง. ความยาวของลวดโลหะ

<u>ผลการทดลอง</u> (ให้นักเรียนออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง)

<u>คำถามหลังทำกิจกรรม</u>

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่

.....

.....

2. ฟิวส์ขนาดต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนเท่ากันจะหลอมละลายได้เร็วเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ฟิวส์ ลวดเหล็ก และลวดทองแดงที่มีขนาดเท่ากันได้รับความร้อนในเวลาเท่ากัน ชนิดใดจะหลอมละลายได้เร็วกว่ากัน

.....

.....

4. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้ลวดเหล็กและลวดทองแดงแทนฟิวส์ในวงจรไฟฟ้า

.....

.....

5. ควรเลือกใช้ลวดตัวนำที่มีสมบัติอย่างไรทำฟิวส์ เพราะเหตุใด

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงาน
กิจกรรมที่ 1.3 สมบัติของฟิวส์

<u>คำถามก่อนทำกิจกรรม</u>

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

__X__ ข.

__X__ ค.

__/__ ง.

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

__X__ ก.

__X__ ข.

__/__ ค.

__/__ ง.

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

__X__ ก.

__X__ ข.

__/__ ค.

__X__ ง.

4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

__X__ ข.

__X__ ค.

__X__ ง.

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

__X__ ก.

__X__ ข.

__X__ ค.

__/__ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

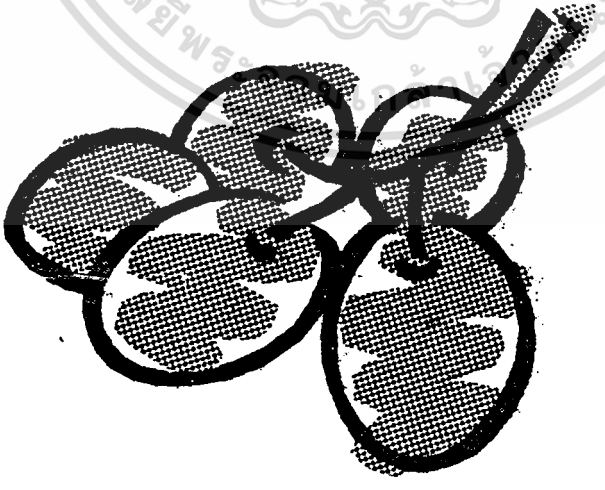
__X__ ข.

__/__ ค.

__/__ ง.

ผลการทดลอง

ชนิดของลวด	เวลาในการรับความร้อน (วินาที)	ผลการทดลอง
ฟิวส์ขนาดเล็ก	(3)	(หลอมละลาย)
ฟิวส์ขนาดใหญ่	(5)	(หลอมละลาย)
ลวดทองแดง	(5)	(ไม่หลอมละลาย)
ลวดเหล็ก	(5)	(ไม่หลอมละลาย)



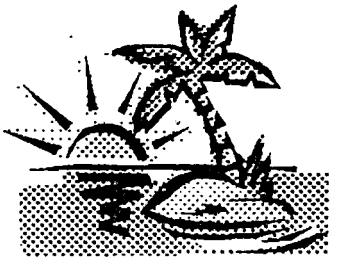
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่
   (ตรงตามที่ตั้งสมมติฐานไว้)
2. ฟิวส์ขนาดต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนเท่ากันจะหลอมละลายได้เร็วเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
   (ไม่เท่ากัน ฟิวส์ขนาดเล็กจะหลอมละลายได้เร็วกว่าฟิวส์ขนาดใหญ่)
3. ฟิวส์ ลวดเหล็ก และลวดทองแดงที่มีขนาดเท่ากันได้รับความร้อนในเวลาเท่ากัน ชนิดใดจะหลอมละลายได้เร็วกว่ากัน
   (ฟิวส์จะหลอมละลายได้เร็วกว่าลวดเหล็กและลวดทองแดง)
4. เพราะเหตุใดจึงไม่ควรใช้ลวดเหล็กและลวดทองแดงแทนฟิวส์ในวงจรไฟฟ้า
   (เพราะลวดเหล็กและลวดทองแดงมีจุดหลอมเหลวสูงเกินไป จะไม่หลอมละลายเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร)
5. ควรเลือกใช้ลวดตัวนำที่มีสมบัติอย่างไรทำฟิวส์ เพราะเหตุใด
   (ใช้ลวดตัวนำที่เป็นโลหะผสมที่มีจุดหลอมเหลวต่ำทำฟิวส์ เพราะเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์มาก ทำให้เกิดความร้อนจนฟิวส์หลอมละลายตัดวงจรไฟฟ้าในบ้าน ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดไฟไหม้)

สรุปผลการทดลอง

(1. ฟิวส์จะหลอมละลายเมื่อได้รับความร้อน โดยฟิวส์ขนาดเล็กจะหลอมละลายได้เร็วกว่าฟิวส์ขนาดใหญ่
2. เมื่อให้ความร้อนเท่ากัน ฟิวส์จะหลอมละลาย แต่ลวดเหล็กและลวดทองแดงที่มีขนาดเท่ากับฟิวส์ จะไม่หลอมละลาย
3. ไม่ควรใช้เหล็กและทองแดงแทนฟิวส์ เพราะจุดหลอมเหลวสูงเกินไปจะไม่หลอมละลายเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง ฟิวส์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ตอนที่ 1

คำสั่ง เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องฟิวส์จบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ฟิวส์ และสายไฟมีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

2. คุณสมบัติของฟิวส์ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

3. วิธีการเลือกใช้ฟิวส์ ควรทำอย่างไร

.....

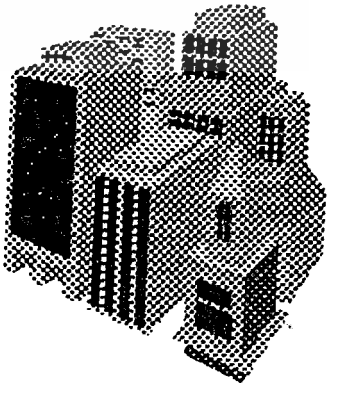
.....

.....

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงใช้เครื่องหมาย (X) ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. หน้าที่ของฟิวส์ที่สำคัญคือข้อใด
   - ก. ป้องกันไฟฟ้าดูด
   - ข. ป้องกันไฟฟ้ารั่ว
   - ค. ป้องกันไฟฟ้าตก
   - ง. ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ข้อใดเป็นสมบัติของฟิวส์

ก. ความต้านทานไฟฟ้าสูง จุดหลอมเหลวสูง

ข. ความต้านทานไฟฟ้าสูง จุดหลอมเหลวต่ำ

ค. ความต้านทานไฟฟ้าต่ำ จุดหลอมเหลวสูง

ง. ความต้านทานไฟฟ้าต่ำ จุดหลอมเหลวต่ำ

3. ฟิวส์ชนิดใดที่ใช้ในเครื่องรับโทรทัศน์

ก. ฟิวส์เส้น

ข. ปลั๊กฟิวส์

ค. ฟิวส์ก้ามปู

ง. ฟิวส์กระบอก

4. อุปกรณ์ชนิดใดควรใช้ฟิวส์อัตโนมัติ

ก. เตารีด

ข. เตาไฟฟ้า

ค. เครื่องซักผ้า

ง. เครื่องปรับอากาศ

5. บ้านหลังหนึ่งมีเครื่องใช้ไฟฟ้าดังต่อไปนี้

ตู้เย็น 1 หลัง ใช้กระแสไฟฟ้า 4 แอมแปร์

โทรทัศน์ 1 เครื่อง ใช้กระแสไฟฟ้า 2.5 แอมแปร์

เตาไฟฟ้า 1 เครื่อง ใช้กระแสไฟฟ้า 1.5 แอมแปร์

หลอดไฟ 5 ดวง ใช้กระแสไฟฟ้าดวงละ 0.5 แอมแปร์

ฟิวส์ที่ใช้ในวงจรบ้านนี้ ควรมีขนาดเท่าใด

ก. 5 แอมแปร์

ข. 10 แอมแปร์

ค. 15 แอมแปร์

ง. 20 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่องฟิวส์

ตอนที่ 1

1. ฟิวส์และสายไฟมีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

(ฟิวส์และสายไฟมีส่วนที่เหมือนกัน คือ ฟิวส์และสายไฟต่างก็เป็นส่วนหนึ่งในอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า ฟิวส์และสายไฟมีความแตกต่างกันดังนี้ ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโลหะผสมมีจุดหลอมเหลวต่ำสำหรับป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป ส่วนสายไฟเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งในรูปของกระแสไฟฟ้า)

2. คุณสมบัติของฟิวส์ได้แก่อะไรบ้าง

(1. ฟิวส์ทำด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่ว ดีบุก และบิสมัท

2. ฟิวส์ มีจุดหลอมเหลวต่ำ)

3. วิธีการเลือกฟิวส์ ควรทำอย่างไร

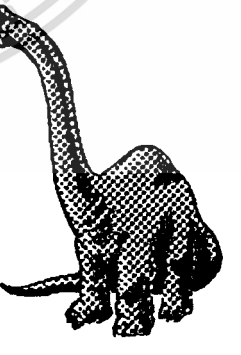
(1. เลือกใช้ขนาดของฟิวส์พอเหมาะกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

2. ใช้ฟิวส์ที่ทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้มากกว่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในบ้านเพียงเล็กน้อย

3. ไม่ควรใช้ทองแดงต่อในสะพานไฟแทนฟิวส์)

ตอนที่ 2

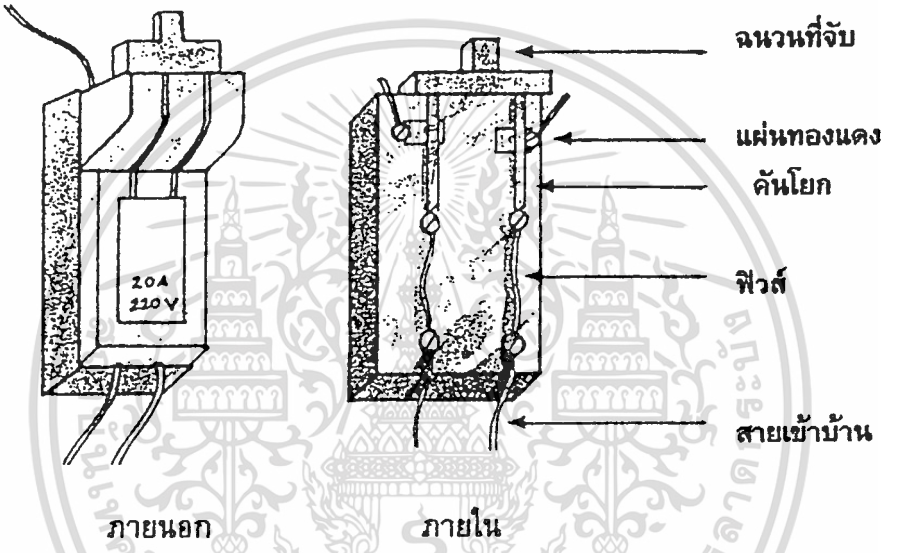
1. ง
2. ง
3. ง
4. ง
5. ค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 1.1.3 สะพานไฟ

สะพานไฟหรือคัทเอาท์ (cutout) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ปิด-เปิดวงจรไฟฟ้าในแต่ละส่วนของบ้าน สามารถตัดวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 เส้น โดยใช้สะพานไฟเชื่อมโยงสายไฟที่ต่อมาจากมาตรไฟฟ้าเข้าวงจรไฟฟ้าในบ้าน ดังนั้น สะพานไฟจึงเปรียบเสมือนสวิตซ์ขนาดใหญ่ของบ้าน ภายในสะพานไฟจะมีที่สำหรับต่อฟิวส์อยู่ด้วย



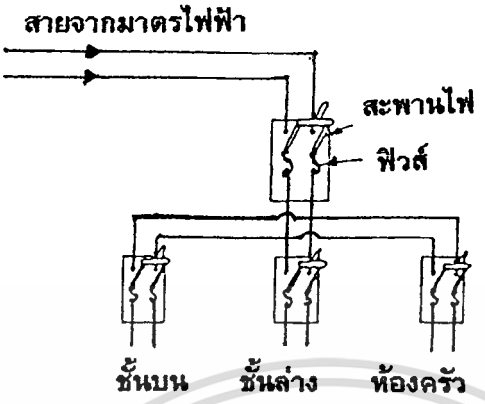
ภาพที่ 1.11 สะพานไฟ

ขนาดของสะพานไฟ สะพานไฟมีหลายขนาด ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านได้สูงสุด เช่น 10, 30, 60 แอมแปร์ ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้สะพานไฟให้มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้า

ภายในสะพานไฟประกอบด้วยแผ่นทองแดงทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าจากนอกอาคาร แผ่นทองแดงที่เป็นคันโยกและลวดฟิวส์มีฝาครอบพลาสติกเป็นฉนวน ที่ฝาครอบจะมีตัวเลขบอกค่าปริมาณกระแสและความต่างศักย์ที่ใช้ไว้ด้วย เช่น 20 แอมแปร์ 600 โวลต์ เป็นต้น

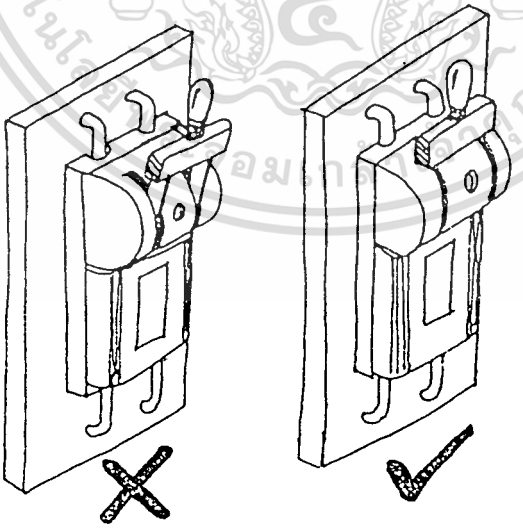
กระแสไฟฟ้าจากมาตรไฟฟ้าก่อนผ่านเข้าวงจรไฟฟ้าในบ้านต้องผ่านสะพานไฟขนาดใหญ่ก่อน และจะมีสะพานไฟขนาดรองลงมาสำหรับเชื่อมโยงแยกเอากระแสไฟฟ้าไปใช้กับเครื่องไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของบ้าน (ดังภาพ 1.12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.12 การใช้สะพานไฟควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ต่อแยกไปใช้ในส่วนต่าง ๆ ของบ้าน

วิธีการใช้สะพานไฟ เมื่อต้องการตัดวงจรไฟฟ้าทั้งหมดในบ้าน สามารถทำได้โดยดึงคันโยกของสะพานไฟขนาดใหญ่ลง แต่ถ้าต้องการตัดวงจรไฟฟ้าเฉพาะจุด ก็ยกคันโยกสะพานไฟเฉพาะที่ควบคุมวงจรไฟฟ้าในส่วนนั้น เมื่อต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจรตามปกติ ก็ยกคันโยกสะพานไฟเข้าสู่ที่เดิมให้แน่นสนิทกับที่รองรับ เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนตรงจุดสัมผัสจนฟิวส์ขาด



ภาพที่ 1.13 การสับคันโยกของสะพานไฟเมื่อต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง สะพานไฟ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>ตอนที่ 1</u>

<u>คำสั่ง</u> เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องสะพานไฟจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. สะพานไฟและฟิวส์มีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2, วิธีการใช้สะพานไฟอย่างไรให้มีความปลอดภัย

.....

.....

.....

.....

<u>ตอนที่ 2</u>

<u>คำสั่ง</u> จงใช้เครื่องหมาย (X) ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. อุปกรณ์ใดทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ขนาดใหญ่ของบ้าน

ก. สายไฟ

ข. สะพานไฟ

ค. มาตรไฟฟ้า

ง. เต้ารับ-เต้าเสียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สะพานไฟจะทำงานได้ เมื่อมีอุปกรณ์ใดต่ออยู่ด้วย

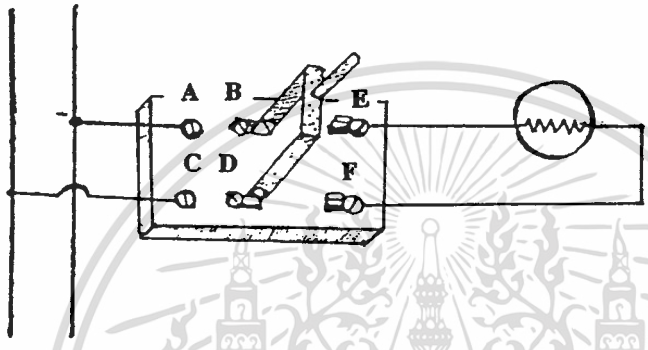
ก. ฟิวส์ก้ามปู

ข. ลวดนิโครม

ค. ฟิวส์เส้นลวด

ง. ลวดทองแดง

จากภาพแสดงการต่อสะพานไฟกับสายไฟในบ้านดังนี้ (ใช้ตอบคำถามข้อ 3-4)



สายไฟ 220V

3. ในการต่อฟิวส์ที่ถูกต้องควรต่อระหว่างจุดใด

ก. A-B และ C-D

ข. B-E และ D-F

ค. A-C และ B-D

ง. B-D และ E-F

4. การทำให้วงจรปิด ควรยกสะพานไฟไประหว่างจุดใด

ก. A-B และ C-D

ข. B-E และ D-F

ค. A-C และ B-D

ง. B-D และ E-F

5. ถ้าคันโยกของสะพานไฟไม่แนบสนิทกับที่รองรับ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด

ก. มีจุดหลอมเหลวสูง

ข. มีจุดหลอมเหลวต่ำ

ค. มีความต้านทานไฟฟ้าสูง

ง. มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง สะพานไฟ

ตอนที่ 1

1. สะพานไฟและฟิวส์มีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

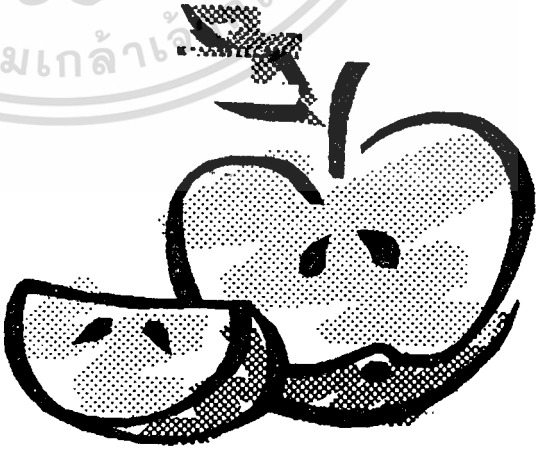
(สะพานไฟและฟิวส์มีส่วนที่เหมือนกันคือ สามารถทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจรไฟฟ้าได้ สะพานไฟและฟิวส์ต่างกันคือ สะพานไฟเป็นการปิด-เปิดวงจรไฟฟ้า ใช้วิธีสับคันโยกขึ้นลง เมื่อจะตัดวงจรไฟฟ้าให้ยกสะพานไฟลง เมื่อจะต่อวงจรไฟฟ้าให้สับคันโยกขึ้น ส่วนฟิวส์เป็นโลหะผสมที่มีจุดหลอมเหลวต่ำ ฟิวส์บางชนิด เช่น ฟิวส์เส้นลวด เป็นส่วนหนึ่งในสะพานไฟ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป ฟิวส์จะละลายขาดออกจากกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าหยุดไหล)

2. วิธีการใช้สะพานไฟทำอย่างไรให้มีความปลอดภัย

(เมื่อต้องการตัดต่อวงจรไฟฟ้าจุดใด ใช้วิธีดึงคันโยกของสะพานไฟเฉพาะจุดลง และเมื่อต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่วงจรปกติก็ยกคันโยกสะพานไฟขึ้นให้แน่นสนิทกับที่รองรับ เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนตรงจุดที่สัมผัสจนฟิวส์ขาด และเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจรจุดใดจุดหนึ่งภายในบ้าน ควรยกสะพานไฟลงเพื่อตัดวงจรไฟฟ้าบริเวณจุดนั้น ๆ)

ตอนที่ 2

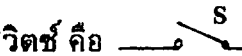
1. ข
2. ค
3. ข
4. ก
5. ค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 1.1.4 สวิตช์

สวิตช์ (switch) คือ อุปกรณ์ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าที่จะผ่านเข้าไปในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ภายในบ้านให้เปิด-ปิดได้ตามต้องการ

สัญลักษณ์ของสวิตช์ คือ 

บนสวิตช์จะมีตัวเลขกำกับ เช่น 15 A 300 V AC หมายความว่า สวิตช์ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับสูงสุดไม่เกิน 15 แอมแปร์ ความต่างศักย์ไม่เกิน 300 โวลต์

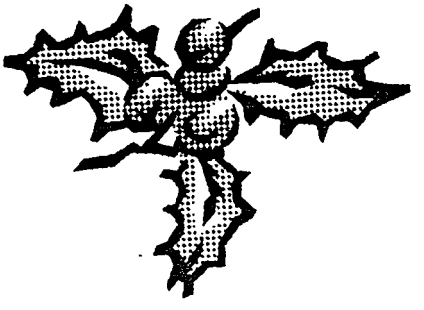
ภาพที่ 1.14 สวิตช์ต่าง ๆ

ส่วนประกอบของสวิตช์

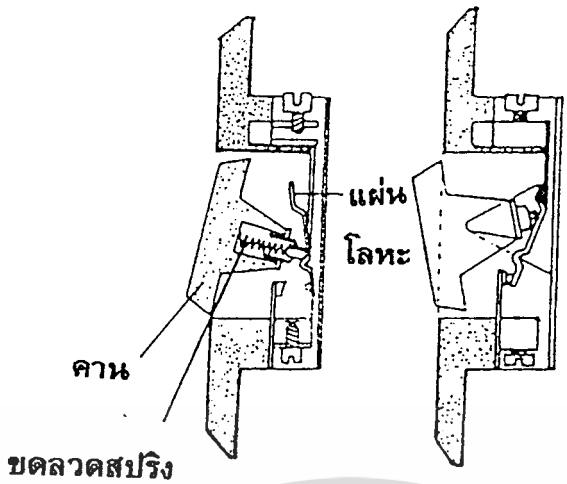
1. คาน ทำหน้าที่ปิด-เปิด ทำด้วยฉนวน

2. แผ่นโลหะใต้คาน สำหรับเชื่อมเข้ากับปุ่มโลหะที่ติดอยู่กับฐานสวิตช์ ซึ่งทำให้ไฟฟ้าครบวงจร

3. ขดลวดสปริงอยู่กึ่งกลางคาน ทำหน้าที่ดันคานให้ค้างอยู่ในตำแหน่งเปิดหรือปิด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

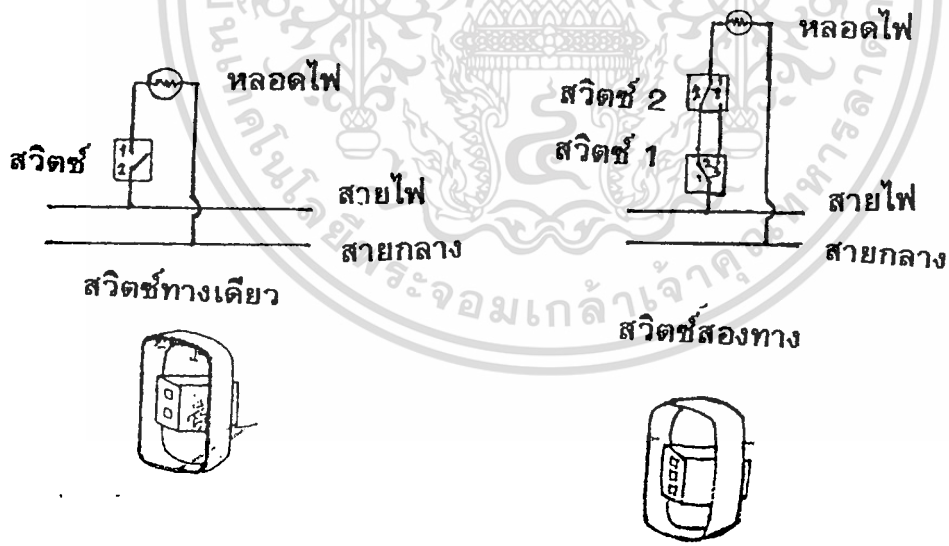


ภาพที่ 1.15 ส่วนประกอบของสวิตช์

สวิตช์มี 2 ประเภท คือ

1. สวิตช์ทางเดียว ทำหน้าที่เปิด-ปิดหลอดเดียวที่ตำแหน่งเดียว

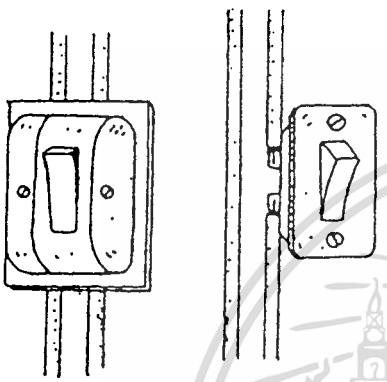
2. สวิตช์ 2 ทาง ทำหน้าที่เปิด-ปิดไฟหลอดเดียวได้จาก 2 ตำแหน่ง เช่น สามารถเปิด-ปิดหลอดไฟที่อยู่ได้ทั้งชั้นบนและชั้นล่าง (ดังภาพ)



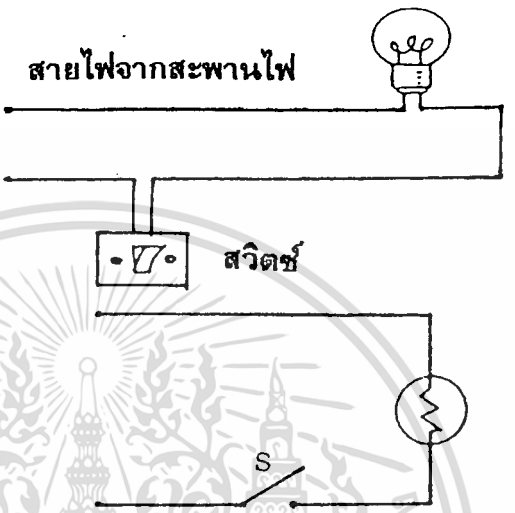
ภาพที่ 1.16 รูปสวิตช์ทางเดียวและสวิตช์ 2 ทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสวิตซ์ต้องต่ออนุกรมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยต่อกับสายไฟเส้นเดียว จะไม่ต่อสวิตซ์กับสายกลาง เพราะไฟรั่วจะไม่สามารถป้องกันอันตรายได้ ดังนั้นจึงควรต่อสวิตซ์ที่สายไฟ เวลาปิดสวิตซ์จะป้องกันไฟรั่วที่เครื่องใช้ไฟฟ้าได้



ภาพที่ 1.17 การต่อสายเข้าสวิตซ์

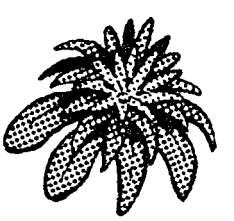


ภาพที่ 1.18 การต่อสวิตซ์เข้ากับวงจรของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ข้อควรระวังในการใช้สวิตซ์

1. ไม่ควรใช้สวิตซ์อันเดียวควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชิ้น เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านมาก เกิดความร้อนสูงจนสวิตซ์ไหม้เนื่องจากสวิตซ์จะทนกระแสไฟฟ้าสูงสุดได้ในปริมาณที่จำกัด เช่น 5 หรือ 10 แอมแปร์ ซึ่งสวิตซ์ธรรมดาส่วนมากใช้กับกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 5 แอมแปร์

2. ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าผ่านได้มาก เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ และเครื่องทำน้ำร้อน เครื่องปรับอากาศ ควรใช้ฟิวส์อัตโนมัติหรือใช้สะพานไฟ เพราะสามารถทนกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สูงกว่าสวิตซ์โดยทั่วไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง สวิตช์

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ตอนที่ 1

คำสั่ง เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องฟิวส์จบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. สวิตช์และสะพานไฟมีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. วิธีการใช้สวิตช์อย่างไรให้มีความปลอดภัย

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงใช้เครื่องหมาย (X) ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. อุปกรณ์ข้อใด<u>ไม่ได้</u>ทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจรไฟฟ้า

ก. สวิตช์

ข. สายไฟ

ค. สะพานไฟ

ง. เต้ารับ-เต้าเสียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การต่อสวิตช์กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ควรใช้วงจรแบบใด

ก. แบบผสม

ข. แบบสลับ

ค. แบบขนาน

ง. แบบอนุกรม

3. สวิตช์ธรรมดาส่วนมากใช้กับกระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์

ก. 5 แอมแปร์

ข. 10 แอมแปร์

ค. 15 แอมแปร์

ง. 20 แอมแปร์

4. ข้อใดสรุปเกี่ยวกับการต่อสวิตช์ได้ถูกต้องและถูกวิธี โดยไม่เป็นอันตราย

ก. สวิตช์ต่อกับสายไฟทำให้หลอดไฟสว่าง

ข. สิวตช์ต่อกับสายไฟทำให้สายไฟไม่สว่าง

ค. สวิตช์ต่อกับสายกลางทำให้หลอดไฟสว่าง

ง. สวิตช์ต่อกับสายกลางทำให้หลอดไฟไม่สว่าง

5. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีเต้าเสียบอยู่แล้วไม่ต้องมีสวิตช์

ข. สวิตช์แต่ละอันควรใช้เปิด-ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าเพียงชิ้นเดียว

ค. สวิตช์ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการกระแสมาก ๆ ได้ดี

ง. สวิตช์ 1 อัน สามารถใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลาย ๆ เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง สวิตช์

ตอนที่ 1

1. สวิตช์และสะพานไฟมีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

   (สวิตช์และสะพานไฟมีส่วนที่เหมือนกันคือ เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจรไฟฟ้า สวิตช์และสะพานไฟต่างกันคือ สวิตช์ทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจรไฟฟ้าโดยต่อกับไฟเส้นเดียว และปิดเปิดวงจรไฟฟ้าเฉพาะจุดที่ต้องการ ส่วนสะพานไฟต่อกับวงจรไฟฟ้าทั้ง 2 เส้น และปิด-เปิดวงจรไฟฟ้ารวมในบ้าน)

2. วิธีการใช้สวิตช์อย่างไรให้มีความปลอดภัย

   (1. ไม่ควรใช้สวิตช์อันเดียวควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชิ้น

   2. ในการควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามาก เช่น เครื่องปรับอากาศ ควรใช้ฟิวส์อัตโนมัติหรือสะพานไฟ)

ตอนที่ 2

1. ข
2. ง
3. ก
4. ก
5. ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 1.1.5 เต้ารับและเต้าเสียบ

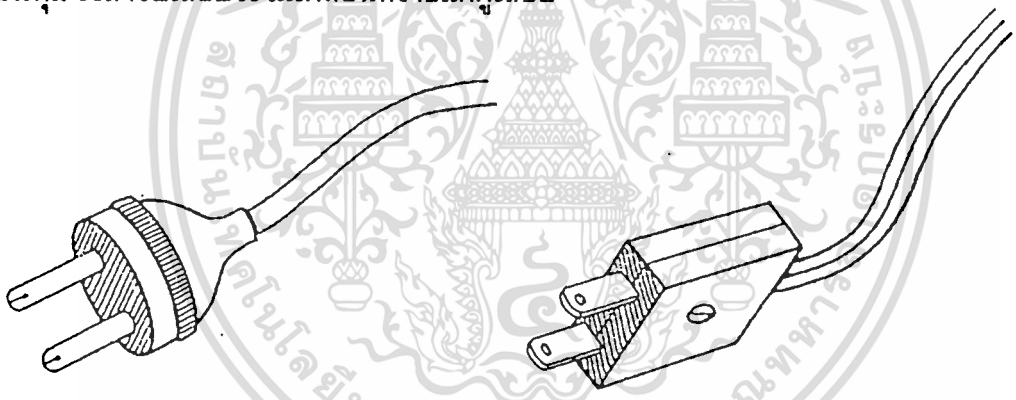
เต้ารับและเต้าเสียบ (receptacle, attachment plug) คือ อุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าเข้าสู่อุปกรณ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยนำปลายสายไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นเต้าเสียบ ไปเสียบกับเต้ารับที่ต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ก็ได้ภายในบ้าน

ชนิดของเต้าเสียบ

1. เต้าเสียบ 2 ขา คือ อุปกรณ์ที่ติดกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด เต้าเสียบ 2 ขา ใช้กับเต้ารับ 2 ขา โดยขาหนึ่งต่อกับสายไฟ อีกสายหนึ่งต่อกับสายกลาง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1.1 แบบแบน จะมีรูกลมอยู่ตรงปลาย เพื่อยึดเข้ากับปุ่มของเต้ารับพอดี กันการหลวมสั่นคลอน

1.2 แบบกลม จะมี 2 ชนิด คือ แบบมีฉนวนและไม่มีฉนวนหุ้ม และแบบมีฉนวนหุ้ม เวลาจับเสียบจะไม่เกิดอันตรายแก่ผู้เสียบ

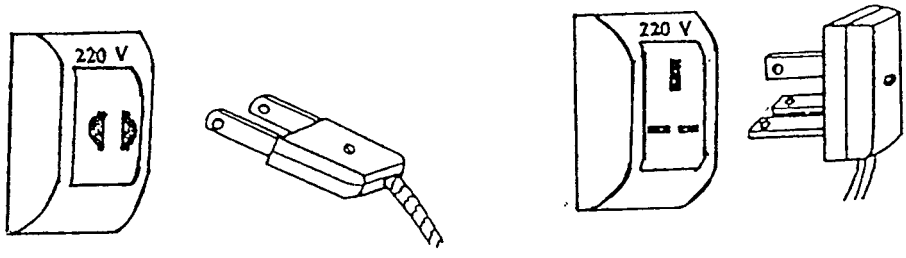


เต้าเสียบแบบกลม เต้าเสียบแบบแบน

ภาพที่ 1.19 เต้าเสียบชนิดต่าง ๆ

2. เต้าเสียบชนิด 3 ขา เป็นเต้าเสียบมีโลหะอยู่ 3 ขา ซึ่งต้องใช้กับเต้ารับ 3 ขา และช่องที่เพิ่มขึ้นของเต้ารับและเต้าเสียบเป็นตำแหน่งที่ต่อสายดิน ขณะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดกระแสไฟฟ้ารั่ว กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายดินและลงดินไป ไม่เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ขณะจับเครื่องใช้นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เต้ารับ 2 ขา เต้าเสียบ 2 ขา เต้ารับ 3 ขา เต้าเสียบ 3 ขา

ภาพที่ 1.20 เต้ารับ-เต้าเสียบชนิด 2 ขา และ 3 ขา

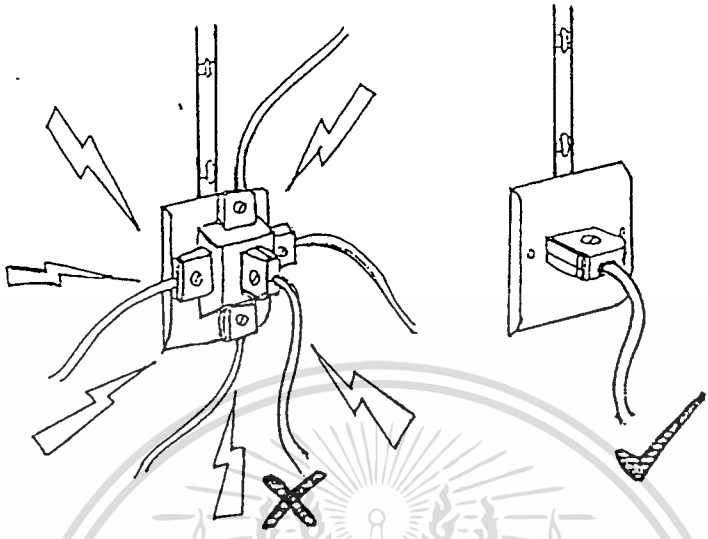
ลักษณะเต้าเสียบและเต้ารับที่ดี คือ

1. ทำด้วยโลหะที่ไม่เป็นสนิมง่าย
2. มีพื้นที่สัมผัสมากทำให้นำไฟฟ้าได้ดี
3. ฉนวนหุ้มทั้งเต้ารับและเต้าเสียบต้องไม่กรอบและแตกง่าย
4. ขนาดเหมาะสมกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน

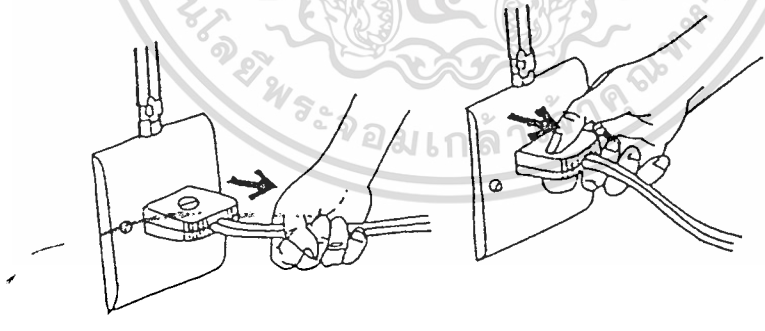
วิธีการใช้เต้าเสียบและเต้ารับ

1. เวลาใช้เต้าเสียบจะต้องแน่นสนิทกับเต้ารับ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้สะดวก ถ้าเต้าเสียบและเต้ารับหลวม จะเกิดความต้านทานไฟฟ้าสูงตรงรอยต่อของเต้าเสียบและเต้ารับ ทำให้เกิดความร้อนที่บริเวณนั้น อาจทำให้เต้าเสียบและเต้ารับไหม้ได้
2. ไม่ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชิ้นเข้ากับเต้ารับอันเดียว
3. การดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับควรจับที่เต้าเสียบ ไม่ควรดึงสายไฟเพราะอาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.21 การใช้เต้ารับกับเครื่องใช้ไฟฟ้า



ไม่ควรทำอย่างนี้ ควรทำอย่างนี้

ภาพที่ 1.22 การดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง เต้ารับและเต้าเสียบ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>คำสั่ง</u> เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องเต้ารับเต้าเสียบจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. เต้ารับและเต้าเสียบกับสวิตซ์มีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. วิธีการใช้เต้ารับและเต้าเสียบอย่างไรให้มีความปลอดภัย

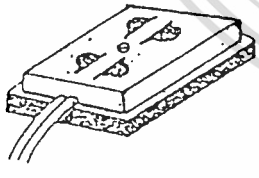
.....

.....

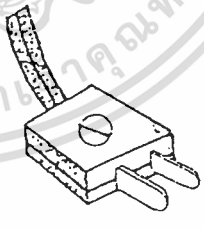
.....

.....

3. จากรูป ก และรูป ข



รูป ก



รูป ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าตามรูป ก และรูป ข เรียกว่าอะไร

.....

.....

3.2 ที่ปลายสายไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้า จะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ารูป.....
สำหรับไปเสียบกับรูป..... เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ครบวงจร

จากภาพแสดงการดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับ เมื่อไม่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า

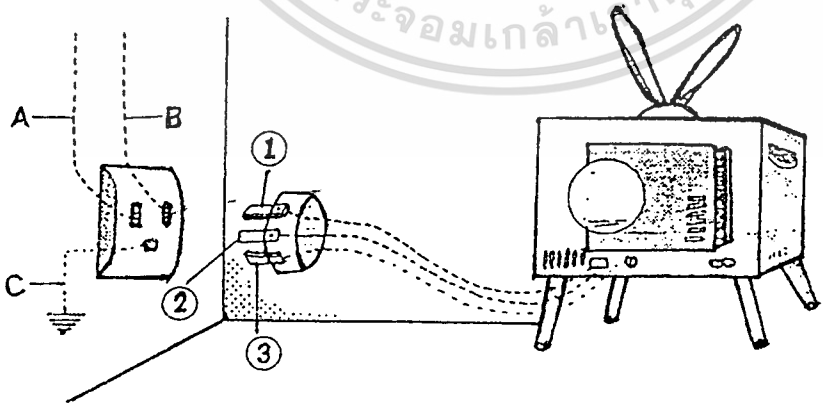
รูป ก รูป ข

4. ภาพใดแสดงวิธีดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับที่ถูกต้อง

.....

.....

5. พิจารณาจากรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สายไฟ C เรียกว่าอะไร มีไว้เพื่ออะไร

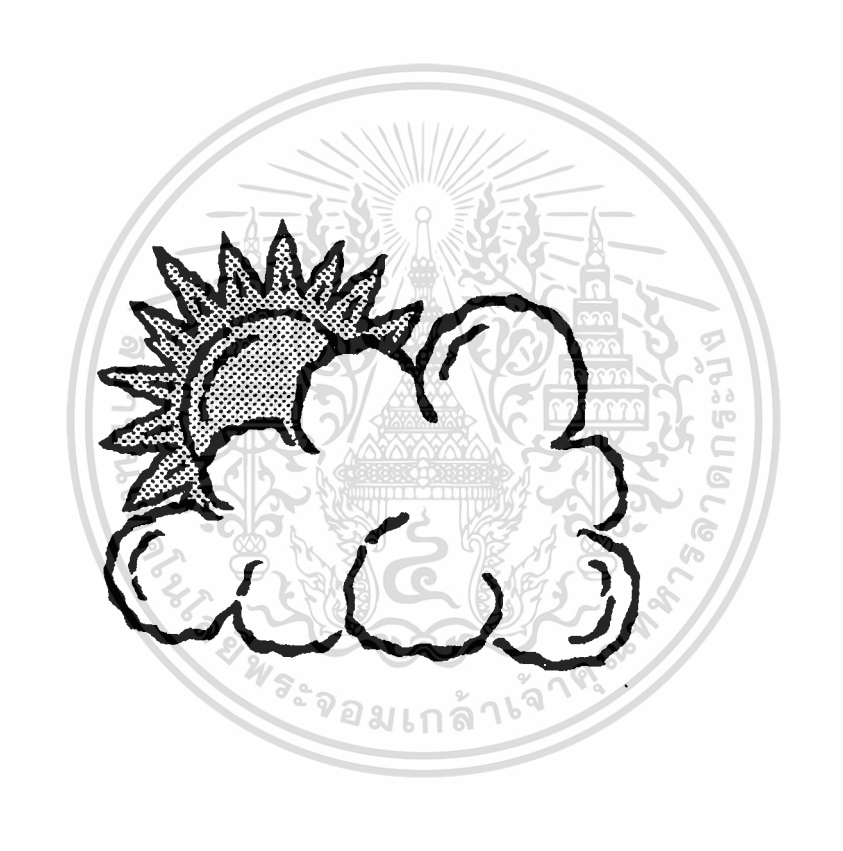
.....

.....

5.2 ขาของเต้าเสียบตามหมายเลขใดที่เสียบเข้ากับสายดิน

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง เต้ารับและเต้าเสียบ

1. เต้ารับและเต้าเสียบกับสวิตช์มีส่วนที่เหมือนกันและต่างกันอย่างไร

(เต้ารับและเต้าเสียบกับสวิตช์มีส่วนที่เหมือนกันคือ เป็นอุปกรณ์ทีทำหน้าที่ปิด-เปิดวงจรไฟฟ้า

เต้ารับและเต้าเสียบกับสวิตช์มีส่วนที่ต่างกันคือ สวิตช์เป็นอุปกรณ์ที่ต่อกับวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้าแต่ละจุด แต่เต้าเสียบอยู่ที่ปลายสายไฟของอุปกรณ์ หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนย้ายนำไปเสียบกับเต้ารับที่ต่ออยู่ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ ก็ได้ภายในบ้าน)

2. วิธีการใช้เต้ารับและเต้าเสียบอย่างไรให้มีความปลอดภัย

(1. เวลาใช้เต้าเสียบจะต้องแน่นสนิทกับเต้ารับ

2. ไม่ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชิ้นเข้ากับเต้ารับอันเดียว

3. การดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับควรจับที่เต้าเสียบ)

3. จากรูป ก และรูป ข

3.1 อุปกรณ์ไฟฟ้าตามรูป ก และรูป ข เรียกว่าอะไร

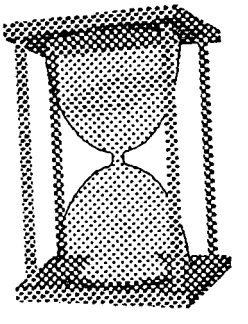
(รูป ก เรียกว่า เต้ารับ

รูป ข เรียกว่า เต้าเสียบ)

3.2 ที่ปลายสายไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้า จะเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ารูป (รูป ข) สำหรับไปเสียบกับรูป (รูป ก) เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าได้ครบวงจร

4. จากภาพแสดงการดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับ เมื่อไม่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ภาพใดแสงวิธีดึงเต้าเสียบออกจากเต้ารับที่ถูกต้อง

(ภาพ ข)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. พิจารณาจากรูป

5.1 สายไฟ C เรียกว่าอะไร มีไว้เพื่ออะไร

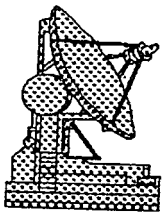
(สายไฟ c เรียกว่าสายดิน มีไว้เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลงดิน เมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเกิดกระแสไฟฟ้ารั่ว)

5.2 ขาของเต้าเสียบตามหมายเลขใดที่เสียบเข้ากับสายดิน

(หมายเลข 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1.2



วงจรไฟฟ้า

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 1.2 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง

1.2.1 วงจรไฟฟ้า

มโนทัศน์

1. วงจรไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับวงจรปิดและวงจรเปิด
2. วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า สายไฟ และอุปกรณ์ไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาตอนที่ 1.2 จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของวงจรไฟฟ้า วงจรปิด วงจรเปิด และไฟตกได้
2. บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 1.2.1 วงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้า (electric circuit) คือ เส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอบในวงจรไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟ สะพานไฟ สวิตซ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า ตามลำดับ แล้วจะไหลกลับทางสายกลาง

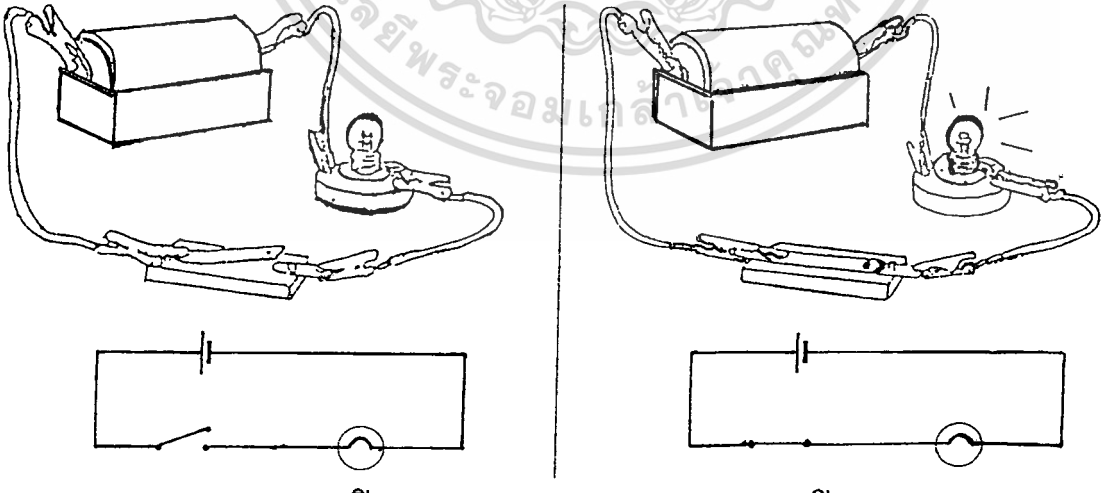
วงจรไฟฟ้าในบ้าน กระแสไฟฟ้าผ่านมาตรไฟฟ้าทางสายไฟเส้นหนึ่ง ซึ่งมีศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์ เรียกสายนี้ว่าสายไฟ ซึ่งจะต่อกับสะพานไฟ ผ่านฟิวส์ และสวิตซ์ แล้วจึงไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า จากนั้นกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายไฟอีกเส้นหนึ่งซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ เรียกว่า สายกลาง ซึ่งกระแสไฟฟ้าจะไหลกลับออกไป

วงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ไดนาโม เป็นต้น
2. สายไฟ โดยมีลวดตัวนำทำด้วยทองแดง
3. อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า

วงจรเปิด (open circuit) คือ วงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน การกดสวิตซ์เพื่อปิดไฟ การยกสะพานไฟลง และการปลดเอาฟิวส์ออก เป็นการทำให้วงจรเปิด

วงจรปิด (closed circuit) คือ วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร การกดสวิตซ์เพื่อเปิดไฟฟ้าเป็นการทำให้วงจรปิด ดังภาพ



วงจรเปิด วงจรปิด

ภาพที่ 1.23 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบวงจรเปิด วงจรปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ช่วยทำให้วงจรไฟฟ้าเป็นวงจรปิดและวงจรเปิดภายในบ้านได้คือ

1. สะพานไฟ
2. ฟิวส์
3. สวิตซ์
4. เต้ารับ-เต้าเสียบ

ไฟตก เป็นปรากฏการณ์ที่โรงงานไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้มากเพียงพอแก่ความต้องการกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายๆเครื่องพร้อมๆ กัน ซึ่งมีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าลดลง ไม่เพียงพอกับการใช้งาน เช่น หลอดไฟสว่างลดลง พัดลมหมุนช้าลง เป็นต้น ควรปิดสวิตซ์งดใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าชั่วคราวจนกว่าพลังงานไฟฟ้าจะกลับสู่สภาพเดิม มิเช่นนั้นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าจะเสียหายหรือไหม้ได้

นักเรียนคิดว่า การใช้สะพานไฟ ฟิวส์ และสวิตซ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าทั้งหมดหรือบางส่วนจะมีผลต่อกระแสไฟฟ้าอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงาน
กิจกรรมที่ 1.4 การต่อวงจรไฟฟ้า

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

<u>กิจกรรมที่ 1.4</u> การต่อวงจรไฟฟ้า

<u>จุดประสงค์</u> นักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหาในการทดลองได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดขึ้นได้
3. กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการทดลองได้
4. กำหนดและควบคุมตัวแปรของการทดลองได้
5. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการทดลองได้
6. ต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้อุปกรณ์ตัด-ต่อ วงจรอย่างง่ายได้
7. อธิบายการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรปิดและวงจรเปิดได้

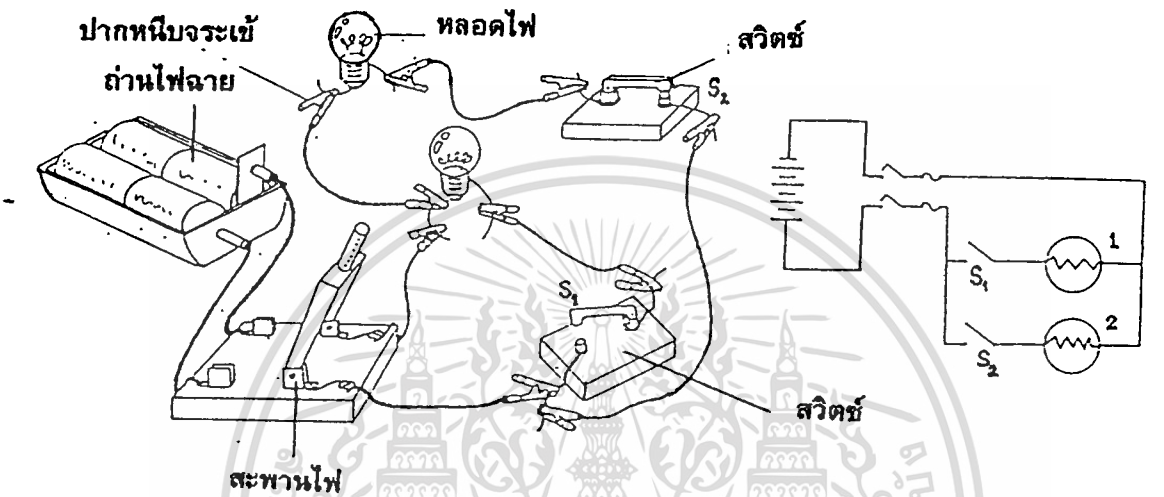
<u>วัสดุอุปกรณ์</u>

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. หลอดไฟ 6 โวลต์พร้อมฐานหลอด	2 ชุด
2. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากหนีบจระเข้ยาว 30 เซนติเมตร	8 เส้น
3. สวิตช์	2 อัน
4. สะพานไฟพร้อมฟิวส์	1 ชุด
5. กระบะถ่านไฟฉาย พร้อมถ่าน 4 ก้อน	1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีทำ

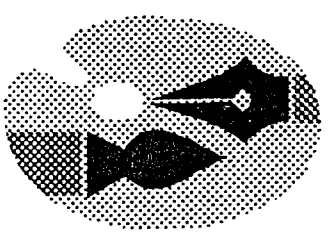
1. ต่อถ่านไฟฉาย 4 ก้อน เข้ากับสะพานไฟ ฟิวส์ สวิตซ์ (S_1 และ S_2) และหลอดไฟ เป็นวงจรโดยสะพานไฟ และสวิตซ์ยกค้างไว้ ดังรูป



ภาพที่ 1.24 การต่อวงจรไฟฟ้า

2. ดันคันโยกของสะพานไฟ ลงไปให้ต่อกับสายไฟที่โยงมาจากแบตเตอรี่ สังเกตว่า หลอดไฟสว่างหรือไม่
3. กดสวิตซ์ S_1 และ S_2 ตามลำดับ สังเกตว่า หลอดไฟทั้งสองหลอดสว่างหรือไม่
4. ยกสะพานไฟขึ้น แล้วปลดฟิวส์เส้นใดเส้นหนึ่งออก ดันคันโยกของสะพานไฟลงไปเช่นเดิม สังเกตความสว่างของหลอดไฟทั้งสอง

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (กรุงเทพมหานคร : 2536) หน้า 22-23



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามก่อนทำกิจกรรม

คำสั่ง ให้นักเรียนใช้เครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และใช้เครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

_____ ก. จำนวนถ่ายไฟฉายมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่

_____ ข. การยกสะพานไฟขึ้นลงมีผลต่อสวิตซ์ต่าง ๆ หรือไม่

_____ ค. การทำให้วงจรปิด-เปิดมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟหรือไม่

_____ ง. การปิด-เปิดสวิตซ์ต่าง ๆ มีผลต่อสะพานไฟหรือไม่

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

_____ ก. การยกสะพานไฟขึ้นลงมีผลต่อสวิตซ์ต่าง ๆ

_____ ข. การทำให้วงจรปิด-เปิดมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ

_____ ค. จำนวนถ่ายไฟฉายมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟ

_____ ง. การทำให้สวิตซ์ปิด-เปิดมีผลต่อสะพานไฟ

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

_____ ก. การทำให้วงจรปิด-เปิด หมายถึง การใช้สวิตซ์และสะพานไฟเป็นตัวปิด-เปิดวงจรไฟฟ้า

_____ ข. สวิตซ์หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน

_____ ค. จำนวนถ่านไฟฉายหมายถึง การใช้ถ่านไฟฉายจำนวน 4 ก้อน

_____ ง. ความสว่างของหลอดไฟหมายถึง เมื่อทำให้เป็นวงจรปิด หลอดไฟสามารถให้แสงสว่างที่ตาเรามองเห็นได้

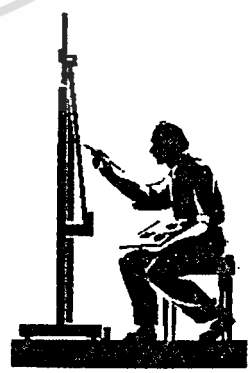
4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

_____ ก. การปิด-เปิดวงจร

_____ ข. ความสว่างของหลอดไฟ

_____ ค. จำนวนถ่านไฟฉาย

_____ ง. การยกสะพานไฟ



5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

_____ ก. การปิด-เปิดวงจร

_____ ข. ความสว่างของหลอดไฟ

_____ ค. จำนวนถ่านไฟฉาย

_____ ง. การยกสะพานไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

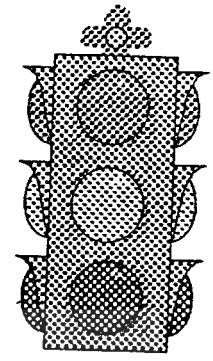
_____ ก. จำนวนถ่านไฟฉาย

_____ ข. ขนาดของหลอดไฟ

_____ ค. ความยาวของสายไฟ

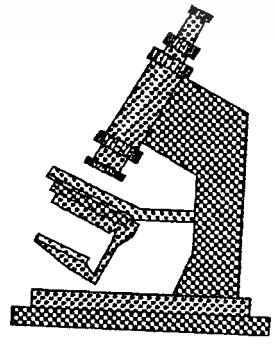
_____ ง. ความสว่างของหลอดไฟ

_____ จ. การปิด-เปิดวงจร

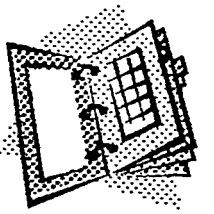


ผลการทดลอง

การทดลอง	ความสว่างของหลอดไฟ	
	ดวงที่ 1	ดวงที่ 2
1. เมื่อดันคันโยกของสะพานไฟต่อวงจรเข้ากับถ่านไฟฉาย		
2. เมื่อกดสวิตช์ S_1		
3. เมื่อกดสวิตช์ S_2		
4. เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่

.....

.....

2. เมื่อยังไม่ดันคันโยกของสะพานไฟลง หลอดไฟสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

3. เมื่อดันคันโยกของสะพานไฟลงแล้ว แต่ยังไม่กดสวิตช์ S_1 และ S_2 หลอดไฟดวงที่ 1 และดวงที่ 2 สว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

4. หลอดไฟหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 จะสว่างเมื่อไร เพราะเหตุใด

.....

.....

5. เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

6. การใช้สะพานไฟและสวิตช์ทำให้เกิดวงจรเปิด จะทำให้หลอดไฟสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงาน
กิจกรรมที่ 1.4 การต่อวงจรไฟฟ้า

<u>คำถามก่อนทำกิจกรรม</u>

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

__x__ ก.

__x__ ข.

__/__ ค.

__x__ ง.

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

__x__ ก.

__/__ ข.

__x__ ค.

__x__ ง.

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

__x__ ข.

__x__ ค.

__x__ ง.

4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

__x__ ข.

__x__ ค.

__x__ ง.

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

__x__ ก.

__/__ ข.

__x__ ค.

__x__ ง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

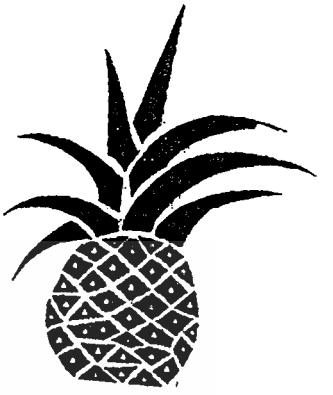
__/__ ก.

__/__ ข.

__/__ ค.

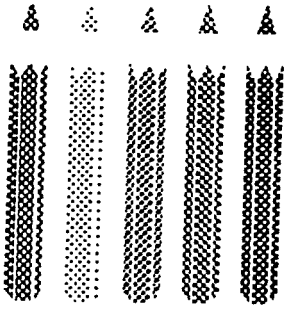
__x__ ง.

__x__ จ.



ผลการทดลอง

การทดลอง	ความสว่างของหลอดไฟ	
	ดวงที่ 1	ดวงที่ 2
1. เมื่อดันคันโยกของสะพานไฟต่อวงจรเข้ากับถ่านไฟฉาย	-	-
2. เมื่อกดสวิตช์ S_1	(สว่าง)	-
3. เมื่อกดสวิตช์ S_2	(สว่าง)	(สว่าง)
4. เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น	-	-



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่
   (ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้)
2. เมื่อยังไม่ดันคันโยกของสะพานไฟลง หลอดไฟสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด
   (ไม่สว่าง เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร)
3. เมื่อดันคันโยกของสะพานไฟลงแล้ว แต่ยังไม่กดสวิตช์ S_1 และ S_2 หลอดไฟดวงที่ 1 และดวงที่ 2 สว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด
   (ไม่สว่าง เพราะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสะพานไฟ แต่วงจรที่ต่อกับหลอดไฟดวงที่ 1 และดวงที่ 2 ยังเปิดอยู่)
4. หลอดไฟหลอดที่ 1 และหลอดที่ 2 จะสว่างเมื่อไร เพราะเหตุใด
   (เมื่อกดสวิตช์ S_1 และ S_2 เพราะทำให้เป็นวงจรปิด กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้)
5. เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด
   (ไม่สว่าง เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร)
6. การใช้สะพานไฟและสวิตช์ทำให้เกิดวงจรเปิด จะทำให้หลอดไฟสว่างหรือไม่ เพราะเหตุใด
   (ไม่สว่าง เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร)

สรุปผลการทดลอง

(1. การใช้สะพานไฟและสวิตช์ทำให้เกิดวงจรเปิด จะทำให้หลอดไฟไม่สว่าง เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร และถ้าทำให้เป็นวงจรปิด จะทำให้หลอดไฟสว่าง เพราะมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

2. สวิตช์ ใช้ควบคุมวงจรให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าส่วนที่เราต้องการ

3. เมื่อปลดฟิวส์ออก 1 เส้น เปรียบเทียบได้กับฟิวส์ขาด กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านในวงจรไฟฟ้าทั้งหมด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง วงจรไฟฟ้า

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....กลุ่มที่.....

ตอนที่ 1

คำสั่ง เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องวงจรไฟฟ้าจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกคุณสมบัติที่ดีของเต้ารับและเต้าเสียบ

.....

.....

.....

.....

2. วงจรไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับวงจรปิดและวงจรเปิดอย่างไร

.....

.....

.....

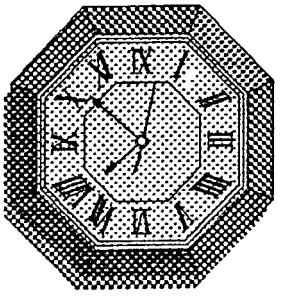
3. ไฟตก ไฟรั่ว ไฟดูด มีความหมายแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตอนที่ 2</u>

<u>คำสั่ง</u> จงใช้เครื่องหมาย (X) ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. อุปกรณ์ชนิดใดต่อไปนี้ที่จำเป็นสำหรับวงจรไฟฟ้าในบ้าน

1. ฟิวส์ 4. มาตรไฟฟ้า 7. เครื่องใช้ไฟฟ้า
2. สวิตช์ 5. สะพานไฟ
3. สายไฟ 6. เต้ารับและเต้าเสียบ

ก. 1, 2, 3, 6, 7

ข. 2, 3, 4, 5, 6

ค. 2, 4, 5, 6, 7

ง. 1, 2, 3, 5, 6

2. ข้อใดระบุถึงสายกลางในวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง

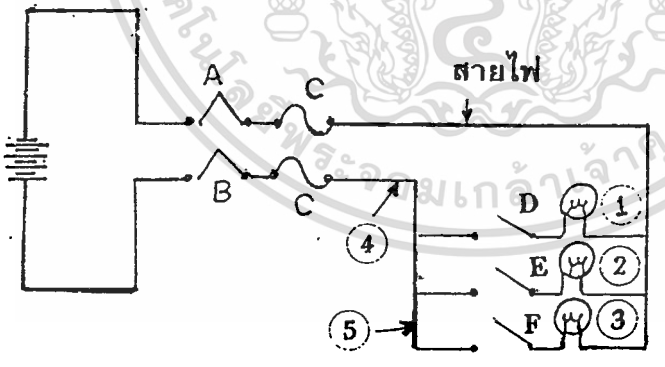
ก. สายไฟที่มีศักย์ไฟฟ้าเป็นศูนย์

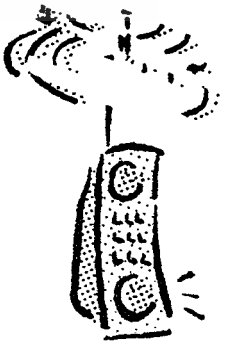
ข. สายไฟเส้นที่มีศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์

ค. สายไฟเส้นที่ต่อออกมาจากมาตรไฟฟ้า

ง. สายไฟที่ต่อจากส่วนแปลือกนอกของเครื่องใช้ลงสู่ดิน

<u>คำชี้แจง</u> จากแผนผังการทดลองต่อวงจรไฟฟ้าต่อไปนี้เพื่อประกอบการตอบคำถามข้อ 3-4





3. ถ้าจะให้หลอดไฟหลอดที่ 2 สว่าง ต้องต่อวงจรไฟฟ้าตำแหน่งใด

ก. D เท่านั้น

ข. A , B และ E

ค. D , E และ F

ง. A , B , D, E และ F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. หมายเลข 4 และ D เรียกว่าอะไร

ก. สายไฟ , สายกลาง

ข. สายกลาง , สายไฟ

ค. สายกลาง , สวิตช์

ง. สายไฟ , ฟิวส์

5. อักษร C ในวงจรไฟฟ้านี้ เป็นสัญลักษณ์ที่แทนอุปกรณ์ไฟฟ้าใด

ก. ฟิวส์

ข. สวิตช์

ค. สายไฟ

ง. สะพานไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง วงจรไฟฟ้า

<u>ตอนที่ 1</u>

1. จงบอกคุณสมบัติที่ดีของเต้ารับและเต้าเสียบ

(1. ทำด้วยโลหะที่ไม่เป็นสนิมง่าย

2. มีพื้นที่สัมผัสมาก ทำให้นำไฟฟ้าได้ดี

3. ฉนวนหุ้มทั้งเต้ารับและเต้าเสียบต้องไม่กรอบและแตกง่าย

4. ขนาดเหมาะสมกับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน)

2. วงจรไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับวงจรปิดและวงจรเปิดอย่างไร

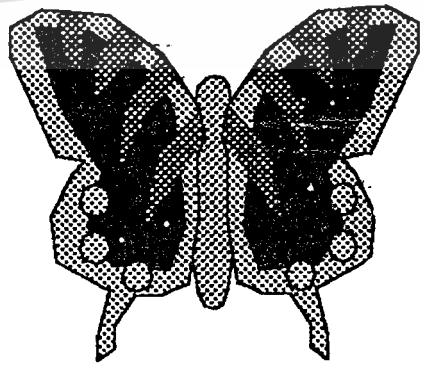
(วงจรไฟฟ้าเป็นเส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร เรียกว่า วงจรเปิด ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลครบวงจร เรียกว่า วงจรปิด)

3. ไฟตก ไฟรั่ว ไฟดูด มีความหมายแตกต่างกันอย่างไร

(ไฟตกเป็นปรากฏการณ์ที่โรงงานไฟฟ้าไม่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้มากเพียงพอแก่ความต้องการ ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าลดลง ส่วนไฟรั่วหมายถึง สายไฟสัมผัสโลหะเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายไปสัมผัสเครื่องใช้ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านร่างกายลงสู่พื้นดิน เกิดอาการที่เรียกว่าไฟดูด)

<u>ตอนที่ 2</u>

1. ง
2. ก
3. ข
4. ค
5. ก



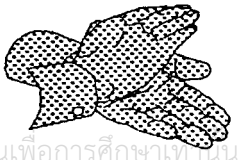
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป
หน่วยที่ 1
เรื่อง อุปกรณ์และวงจรไฟฟ้า

1. **อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับวงจรไฟฟ้าในบ้าน** ได้แก่ สายไฟ ฟิวส์ สะพานไฟ สวิตช์ เต้ารับ และเต้าเสียบ
2. **ความต้านทานไฟฟ้า** ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ ความยาว และพื้นที่หน้าตัด
3. **ลวดตัวนำ** ที่ทำจากโลหะต่างชนิดกันจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านไม่ได้เท่ากัน
4. **ลวดตัวนำชนิดเดียวกันที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากันแต่ความยาวไม่เท่ากัน จะยอมให้** กระแสไฟฟ้าผ่านได้ไม่เท่ากัน โดยลวดที่สั้นจะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่าลวดที่ยาว
5. **ลวดตัวนำชนิดเดียวกันที่ยาวเท่ากัน แต่มีพื้นที่หน้าตัดต่างกัน จะยอมให้กระแสไฟฟ้า** ผ่านได้ไม่เท่ากัน โดยลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ จะยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่า ลวดตัวนำที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็ก
6. **ลวดตัวนำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มาก** เรียกว่า มีความนำไฟฟ้ามากหรือมีความ ต้านทานไฟฟ้าน้อย
7. **ความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้า** เป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน
8. **ความต้านทานไฟฟ้าและพื้นที่หน้าตัด** เป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน
9. **ความต้านทานไฟฟ้าและความยาวของลวดตัวนำ** เป็นสัดส่วนโดยตรงซึ่งกันและกัน
10. **โลหะมีความต้านทานไฟฟ้าน้อย** จะนำไฟฟ้าได้ดี โลหะเงินนำไฟฟ้าได้ดีกว่าทองแดง อะลูมิเนียม เหล็ก และลวดนิโครม ตามลำดับ ส่วนอโลหะมีความต้านทานไฟฟ้ามาก จึงนำไฟฟ้าไม่ดี
11. **หลักการเลือกสายไฟ** คือ ต้องทำด้วยโลหะที่มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ และมีขนาดพอเหมาะกับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านสายไฟ
12. **วงจรลัดหรือไฟช้อต** เกิดจากตัวนำที่ไม่มีฉนวนหุ้มมาแตะกันในวงจร ทำให้บริเวณนั้นมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากที่สุด และพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน อาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันการใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป ฟิวส์เป็นโลหะผสมระหว่างดีบุก ตะกั่ว และบิสมัท มีจุดหลอมเหลวต่ำ ใช้ต่อจากสะพานไฟด้านที่กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่วงจรไฟฟ้าในบ้านโดยฟิวส์จะต่ออนุกรมกับวงจรนั้น ๆ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินกำหนดฟิวส์จะละลายขาดออกจากกัน ทำให้วงจรไฟฟ้าเป็นวงจรเปิด
14. **การเลือกใช้ฟิวส์** ควรเลือกใช้ฟิวส์ที่ทนกระแสสูงสุดได้มากกว่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในบ้านเพียงเล็กน้อย เช่น กระแสไฟฟ้าสูงสุดในบ้านรวมเป็น 11 แอมแปร์ ควรเลือกฟิวส์ขนาด 15 แอมแปร์ เป็นต้น และไม่ควรเลือกใช้ลวดเหล็กหรือลวดทองแดงแทนฟิวส์ ฟิวส์มีหลายขนาด เช่น 10, 15 และ 30 แอมแปร์ เป็นต้น
15. สะพานไฟ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยตัดต่อวงจรไฟฟ้าเข้าบ้าน ซึ่งต่ออยู่ระหว่างสายไฟที่ต่อมาจากมาตรไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้าในบ้าน สะพานไฟเปรียบเสมือนสวิตช์ขนาดใหญ่เมื่อจะตัดวงจรไฟฟ้าให้ยกสะพานไฟลง เมื่อจะต่อวงจรไฟฟ้าให้สับคันโยกขึ้นโดยให้แน่นสนิทกับที่รองรับ เพื่อไม่ให้เกิดความร้อนตรงจุดสัมผัส ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ได้
16. สวิตช์ เป็นอุปกรณ์สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าในส่วนที่ต้องการเช่นเดียวกับสะพานไฟ แต่สวิตช์ตัดสายเดียวโดยต่ออนุกรมเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า และไม่ควรใช้สวิตช์อันเดียวควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชิ้น เพราะจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกิดความร้อนสูงจนสวิตช์ไหม้ได้
17. เต้ารับและเต้าเสียบ คือ ปลั๊กไฟฟ้าที่จะนำไฟฟ้าเข้าสู่เครื่องใช้ไฟฟ้าในขณะใช้ควรให้แน่นสนิท ถ้าหลวมจะเกิดความต้านทานมาก ทำให้เกิดความร้อนที่บริเวณรอยต่อระหว่างเต้ารับและเต้าเสียบทำให้ไหม้ได้ และไม่ควรต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชิ้นเข้ากับเต้ารับอันเดียวกัน เมื่อเลิกใช้ไม่ควรดึงสายไฟเพราะอาจเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้
18. วงจรไฟฟ้า คือ เส้นทางที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบรอบ โดยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านสายไฟ ฟิวส์ สวิตช์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า ตามลำดับ แล้วจึงไหลกลับสายกลาง
19. **วงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไหลครบวงจรเรียกว่า วงจรปิด** เช่น การเปิดไฟ ส่วนวงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไหลผ่านเรียกว่า วงจรเปิด เช่น การปิดไฟ การปลดฟิวส์ออก และการยกสะพานไฟ
20. **การต่อสายไฟที่ส่งมาจากโรงไฟฟ้าต้องต่อจาก 2 สาย** คือ ต่อจากสายไฟและสายกลางเข้าสู่หม้อแปลงไฟฟ้า มาตรไฟฟ้า แล้วจึงต่อเข้าวงจรในบ้าน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนก จันทร์ขจร และคณะ. 2538. **คู่สร้างแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2520. **มาตรฐานความปลอดภัยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค.** มปท.

จำนง พรายแย้มแข. 2516. **เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.

ชม ภูมิภาค. 2525. **บทบาทวิทยุกระจายเสียงชุดการศึกษาเพื่อคุณธรรม.** กรุงเทพฯ : สมาคมการสื่อสารแห่งประเทศไทย.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. 2527. **เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 6.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. ม.ป.ป. **คู่มือวิทยาศาสตร์ ม.3.** กรุงเทพฯ : Science Center.

ฝ่ายประชาสัมพันธ์การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2532. **ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าในบ้าน.** เอกสารแผ่นพับ.

มังกร สุขทองดี. 2521. **โครงสร้างทางการศึกษาวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. ม.ป.ป. **กิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟ แมเนจเม้นท์.

ไพเราะ ทิพยทัศน์. 2521. "แนวความคิดรวบยอดกับความเป็นจริงในการปฏิบัติวิทยาศาสตร์." **วิทยาศาสตร์.** 113(10) : 19-33.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. 2530. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : เอกสารแผ่นพับ

ระวิ สงวนทรัพย์. 2529. **พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

รัตนาภรณ์ อิทธิไพสิฐพันธ์ และสุภาภรณ์ หรินทรนิตย์. ม.ป.ป. **วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : นิยมวิทยา.

ราชบัณฑิตสถาน. 2526. **พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน** พ.ศ.2525. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

วินัย วิทยาลัย. ม.ป.ป. **แบบฝึกหัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.3.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์.

วีระเกียรติ สิทธากูล และวิไลวรรณ วงษาเดช. 2538. **แบบฝึกหัดเสริมทักษะเชิงพฤติกรรม ว 306.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

วรรณิภา รอดแรงค้า และพิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2532. **กิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู.** กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟ แมเนจเม้นท์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2535. **คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ว 306.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2536. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

สมาน แก้วไวยุทธ และสถาพร ทัพพะกุล. **ม.ป.ป. วิทยาศาสตร์ ม.3 เล่ม 6.** กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. 2538. **การวัดผลประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารเย็บเล่ม.

สุวัฒน์ นิยมค้า. 2517. **การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2536. **ศัพท์วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น ม1- ม6**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2533. **สารานุกรมวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชนชุดที่ 1**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

Mac Intyre, James. 2533. **ศัพท์เทคนิค**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารประกอบการเรียน

รายวิชา

ว 306

วิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 2

เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า

โดย

นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร

หมวดวิชาวิทยาศาสตร์

โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนแต่ละหน่วย ผู้สอนได้จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ และฝึกด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ผู้สอนหวังว่าเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ แต่ละหน่วยจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในด้านการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ และสามารถดำรงชีวิตในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ หรือยุคการสื่อสารไร้พรมแดนได้อย่างมีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

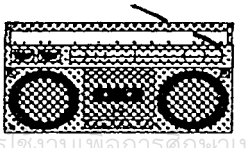
เรื่อง	หน้า
วิธีการศึกษา	192
แผนการสอนประจำหน่วยที่ 2	196
ตอนที่ 2.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง	198
เรื่องที่ 2.1.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง	199
แบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง	210
เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง	212
ตอนที่ 2.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน	213
เรื่องที่ 2.2.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน	214
แบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน	216
เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน	218
ตอนที่ 2.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล	219
เรื่องที่ 2.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล	220
ใบงานกิจกรรมที่ 2.1 มอเตอร์	222
เฉลยใบงานกิจกรรมที่ 2.1 มอเตอร์	228
แบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล	231
เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล	233
ตอนที่ 2.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง	234
เรื่องที่ 2.4.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง	235
แบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง	238
เฉลยแบบฝึกหัดเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง	240
บทสรุปหน่วยที่ 2	241
บรรณานุกรม	243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

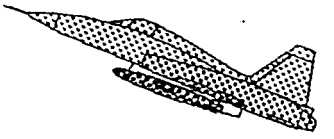
สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดา 199
2.2 แสดงวงจรการต่อหลอดไฟฟ้าธรรมดา 200
2.3 หลอดเรืองแสงแบบต่าง ๆ 201
2.4 ส่วนประกอบของหลอดเรืองแสง 201
2.5 สตาร์ตเตอร์และส่วนประกอบของสตาร์ตเตอร์ 202
2.6 แบลลัสต์ 203
2.7 ก. การต่อวงจรไฟฟ้าของหลอดเรืองแสง 203
ข. แผนภาพวงจรไฟฟ้าของภาพ ก. 204
2.8 การทำงานของหลอดเรืองแสง 205
2.9 ส่วนประกอบของหลอดเรืองแสง 206
2.10 การใช้หลอดนีออนในการโฆษณา 207
2.11 หลอดแสงจันทร์ 208
2.12 ส่วนประกอบของหลอดแสงจันทร์ 214
2.13 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน 215
2.14 เทอร์โมสตัท 220
2.15 มอเตอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบ 223
2.16 การประกอบมอเตอร์อย่างง่าย 223
2.17 แสดงหลักการทำงานของมอเตอร์ 230
2.18 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง 235
2.19 แผนภาพแสดงการรับคลื่นวิทยุ 235
2.20 แผนภาพแสดงการบันทึกเสียง 236
2.21 แผนภาพแสดงการเล่นเครื่องบันทึกเสียง 236
2.22 แผนภาพแสดงการขยายเสียง 237



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีการศึกษา

การศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนักเรียนศึกษาด้วยตนเอง มีวิธีการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาแผนการสอนประจำหน่วย มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละตอน แล้วจึงศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละตอนจนจบ

2. ในกรณีที่ตอนใดมีใบงาน ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติตามใบงาน ซึ่งเป็นกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานที่ดีจะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง เนื้อหา คำตอบของปัญหา หรือแก้ปัญหาอันจะได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ทักษะนี้มีเป้าหมายให้เข้าใจความหมาย ความสำคัญของการให้นิยมปฏิบัติการของตัวแปร

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปร หมายถึง สิ่งที่เปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างไปจากที่เป็นอยู่เดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองในทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

3.1 ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

3.2 ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3.3 ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนด และควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

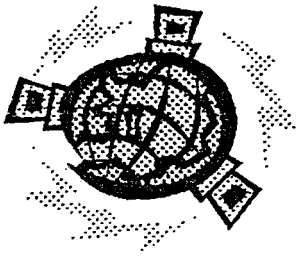
4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นบนแกนนอน และค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม

5. การตีความหมายและลงข้อสรุป

การตีความหมาย หมายถึง การแปลความหมาย หรือการอธิบายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่าง	(ปัญหา)	ลูกไก่เจริญเติบโตด้วยข้าวชนิดใด
	(สมมติฐาน)	รำข้าวมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกไก่มากกว่าปลายข้าว
	(นิยมเชิงปฏิบัติการ)	การเจริญเติบโตของลูกไก่ หมายถึง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการชั่งน้ำหนักครั้งแรก
	(ตัวแปรต้น)	ชนิดของข้าว คือ รำข้าว และปลายข้าว
	(ตัวแปรตาม)	การเจริญเติบโตของลูกไก่
	(ตัวแปรควบคุม)	อายุของลูกไก่ น้ำหนักของลูกไก่ พันธุ์ของลูกไก่ สถานที่เลี้ยง ปริมาณน้ำ ระยะเวลาในการเลี้ยง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การตั้งสมมติฐาน → การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ → การกำหนดและควบคุมตัวแปร

↓

การตีความหมายและลงข้อสรุป ← การทดลอง

3. เมื่อจบการศึกษาแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเป็นการทบทวน

ด้านมโนทัศน์ต่าง ๆ

มโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต จากความรู้เดิมเชื่อมกับความรู้ใหม่ นำมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมีความหมาย

กิจกรรมแบบฝึกหัดด้านมโนทัศน์วัดด้านพุทธิพิสัยซึ่งมีความสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2538 : 3-16) ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer : 1971) จำนวน 3 ข้อ ใน 4 ข้อ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิค วิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ เปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกจัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

3. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้ (ส่วนข้อที่ 4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แยกศึกษารายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

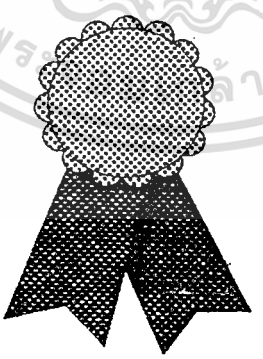
ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบฝึกหัดด้านมโนทัศน์ จะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตได้

4. ผู้เรียนต้องศึกษาเอกสารประกอบการเรียนด้วยความตั้งใจ และซื่อสัตย์ต่อตนเอง เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมแต่ละเรื่องจบแล้ว นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากเฉลยที่อยู่หน้าถัดไป โดยนักเรียนต้องไม่เปิดเฉลยล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรม

5. กิจกรรมแต่ละตอนสำหรับวัดความเข้าใจ ความรู้ การนำไปใช้และทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนเท่านั้น เมื่อไม่เข้าใจหรือทำผิดให้กลับไปทบทวนศึกษาแต่ละตอนอีกครั้ง

6.เมื่อนักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมแต่ละตอนจบแล้ว นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายซักถามเพื่อสรุปความรู้ ความเข้าใจ และเชื่อมความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ โดยผู้สอน จะเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไข

7. เมื่อนักเรียนศึกษาทั้ง 3 หน่วยจบแล้ว นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคาดว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ด้านสูงขึ้นกว่าการเรียนตามปกติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการสอนประจำหน่วยที่ 2	จำนวน 5 คาบ

ชุดวิชา วิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 2 เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า

ตอนที่ 2.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

2.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

2.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

2.4 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

มโนทัศน์

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานแสงสว่าง พลังงานความความร้อน พลังงานกล และพลังงานเสียงได้

2. หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสงสว่าง พลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานเสียง

3. การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัย

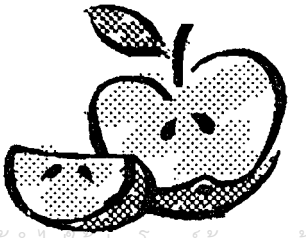
จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 2 จบแล้ว นักเรียนสามารถ

อธิบายหลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานเสียง รวมทั้งเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย

กิจกรรมระหว่างเรียน

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียน ตอนที่ 2.1-2.4
3. ซักถามและอภิปรายร่วมกัน
4. ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามที่มอบหมายในใบงาน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
5. ปฏิบัติกิจกรรมแบบฝึกหัดตามที่มอบหมายในใบงาน
6. ร่วมกันอภิปราย เพื่อเพิ่มเติม และปรับปรุงแก้ไข



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

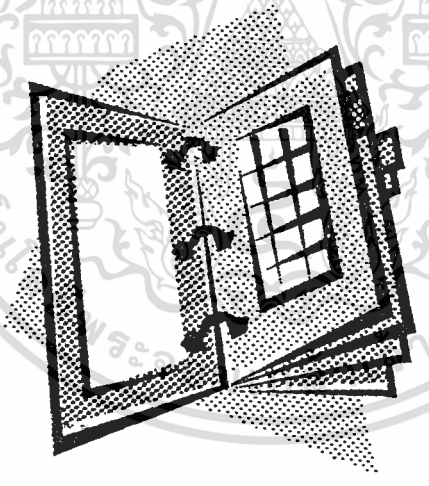
สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว 306 วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 2 เรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ใบงานกิจกรรมการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. กิจกรรมแบบฝึกหัด

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปราย และการตอบคำถาม
2. จากใบงานกิจกรรมการทดลอง
3. จากแบบฝึกหัด

เมื่อนักเรียนอ่านแผนการสอนจบแล้ว ให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนต่อไป

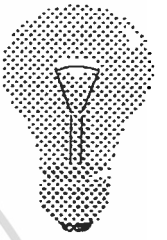


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2.1
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 2.1 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง 2.1.1



เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

มโนทัศน์

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง พลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานเสียงได้
2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่างประเภทต่าง ๆ
3. วิธีการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาตอนที่ 2.1 จบแล้ว นักเรียนสามารถ
1. จำแนกประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้
2. บอกความหมายและยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างได้
3. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างได้
4. สรุปวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ และประหยัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 2.1.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

เครื่องใช้ไฟฟ้า คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่นเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่

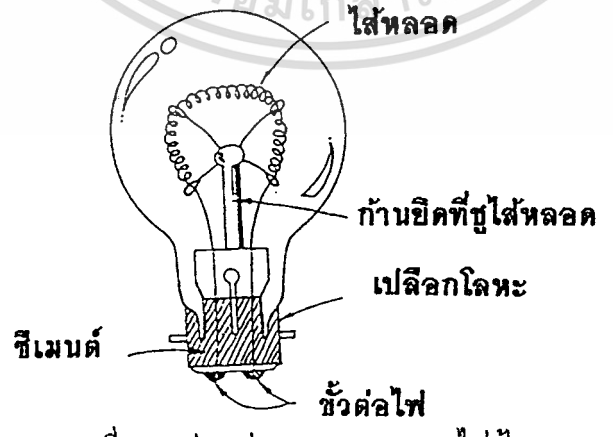
1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง ทำให้เราสามารถมองเห็นสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น หลอดไฟฟ้าธรรมดา หลอดเรืองแสง และหลอดนีออน

หลอดไฟฟ้าธรรมดาหรือหลอดแบบมีไส้ (incandescent lamp)

นักวิทยาศาสตร์ที่ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าขึ้นเป็นครั้งแรก เมื่อปี พ.ศ.2422 คือ โทมัส แอลวา เอดิสัน โดยใช้คาร์บอนเส้นเล็ก ๆ เป็นไส้หลอด และต่อมาได้มีการพัฒนาขึ้นจนเป็นหลอดไฟฟ้าที่ใช้ทังสเตนเป็นไส้หลอดที่ใช้ในปัจจุบัน

ลักษณะและส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดา เป็นรูปกระเปาะแก้วใสที่ทนความร้อนได้ดีไม่แตกง่าย (ดังภาพ 2.1) มีไส้หลอดที่ทำด้วยลวดทังสเตน หรือวุลแฟรม (tungsten, wolfram)เส้นเล็กๆ ขดเอาไว้เหมือนขดลวดสปริง ซึ่งมีจุดหลอมเหลวสูงประมาณ 3,300 องศาเซลเซียส ภายในหลอดแก้วสูบอากาศออกหมด แล้วบรรจุก๊าซไนโตรเจนและอาร์กอนไว้ ก๊าซเหล่านี้จะช่วยให้ทังสเตนที่ได้รับความร้อน ไม่ระเหิดไปจับที่ผิวของหลอดแก้ว ทำให้หลอดไฟฟ้าไม่ดำ และถ้ามีอากาศอยู่จะทำให้ไส้หลอดไหม้ และขาดได้ง่าย



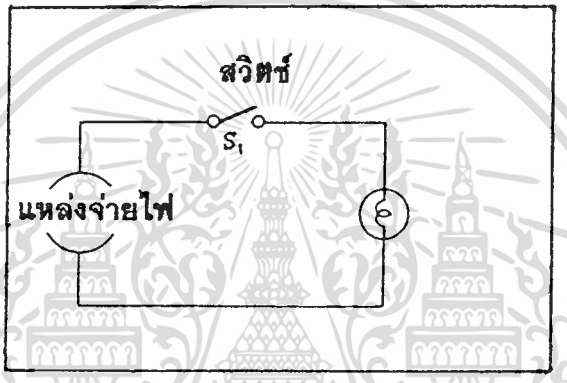
ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้าธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไส้หลอดที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน ทำให้ไส้หลอดร้อนจัดจนเปล่งแสงออกมาได้ สามารถแสดงแผนภาพการเปลี่ยนพลังงานได้ ดังนี้

พลังงานไฟฟ้า ⟶ พลังงานความร้อน ⟶ พลังงานแสง

วงจรการต่อหลอดไฟฟ้าธรรมดา



ภาพที่ 2.2 แสดงวงจรการต่อหลอดไฟฟ้าธรรมดา

ข้อดีของหลอดไฟฟ้าธรรมดา

1. หาง่าย ราคาถูก
2. สามารถปรับความสว่างได้โดยวิธีง่าย ๆ เช่น ใช้เครื่องหรี่ไฟ
3. ใช้งานง่ายเพราะไม่มีอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ
4. ให้แสงสว่างสำหรับการอ่านหนังสือดีกว่าหลอดเรืองแสง

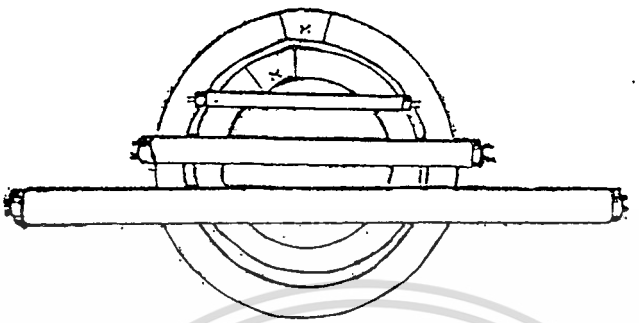
ข้อเสียของหลอดไฟฟ้าธรรมดา

1. ให้ความสว่างน้อยแต่ใช้กำลังไฟฟ้ามาก
2. เสียเงินค่าไฟฟ้ามากกว่าหลอดเรืองแสง
3. ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อย เพราะไส้หลอดขาดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

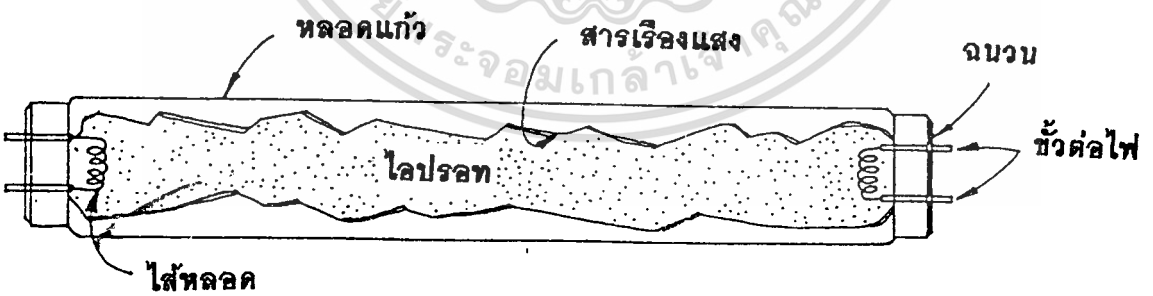
หลอดเรืองแสงหรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamp)

หลอดเรืองแสง ประดิษฐ์ขึ้นในปี พ.ศ.2481 นิยมใช้กันมากในอาคารบ้านเรือน และบริเวณนอกอาคารที่ต้องการการมองเห็นชัดเจน เพราะให้แสงสีขาวนวลเย็นตา



ภาพที่ 2.3 หลอดเรืองแสงแบบต่าง ๆ

ลักษณะและส่วนประกอบของหลอดเรืองแสง เป็นหลอดแก้วมีหลายแบบ เช่น ทรงกระบอก ทรงกลมหรือเกือกม้า ที่มีไส้หลอดทำด้วยทังสเตนเส้นเล็กที่ปลายหลอดทั้งสองข้าง ภายในหลอดสูบอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทไว้เล็กน้อย ผิวหลอดแก้วด้านในฉาบด้วยสารเรืองแสง (fluorescent coating) ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย จึงไม่ควรหยิบจับหลอดเรืองแสงที่แตกโดยใช้มือเปล่า



ภาพที่ 2.4 ส่วนประกอบของหลอดเรืองแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเพื่อให้หลอดเรืองแสงทำงาน

1. **สตาร์ตเตอร์** (starter) มีลักษณะเป็นหลอดแก้วภายในบรรจุก๊าซนีออนประกอบด้วยแผ่นโลหะคู่ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติในขณะหลอดเรืองแสงยังไม่ติดและหยุดทำงานเมื่อหลอดเรืองแสงติดแล้ว สตาร์ตเตอร์นี้ต่อขนานติดกับหลอดไฟ

หลักการทำงานของสตาร์ตเตอร์ คือ กระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านก๊าซนีออน จะทำให้เกิดการติดไฟและมีความร้อนเกิดขึ้น มีผลให้แผ่นโลหะคู่โค้งงอจนสัมผัสกัน กระแสไฟฟ้าจึงผ่านแผ่นโลหะได้โดยตรง ขณะไฟที่ก๊าซนีออนจะดับ ความร้อนลดลง กระแสไฟฟ้าจึงผ่านไส้หลอดจนเกิดความร้อน และทำให้ปรอทกลายเป็นไอเพิ่มขึ้นจึงนำไฟฟ้าได้ และเมื่อความร้อนลดลงแผ่นโลหะคู่จะโค้งแยกออกจากกัน ความต้านทานของสตาร์ตเตอร์เพิ่มมากขึ้นทันที กระแสไฟฟ้าจึงไม่ผ่านสตาร์ตเตอร์อีกแต่ผ่านไอปรอทแทน

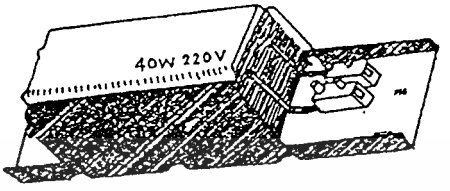
ภาพที่ 2.5 สตาร์ตเตอร์และส่วนประกอบของสตาร์ตเตอร์

2. **แบลลัสต์** (ballast) เป็นขดลวดทองแดงอาบน้ำยาพันรอบแกนเหล็ก ทำหน้าที่เพิ่มความต่างศักย์ระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้าง เพื่อให้หลอดเรืองแสงติดในตอนแรกและควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านหลอดให้ลดลงเมื่อหลอดติดแล้ว

หลักการทำงานของแบลลัสต์ เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านจะเกิดอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าและมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น ซึ่งทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างไส้หลอดสองข้างมากพอที่กระแสไฟฟ้าจะผ่านไอปรอทจากข้างหนึ่งไปอีกข้างหนึ่งของหลอดได้ ในขณะที่แผ่นโลหะคู่ในสตาร์ตเตอร์โค้งแยกออกจากกัน นอกจากนี้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

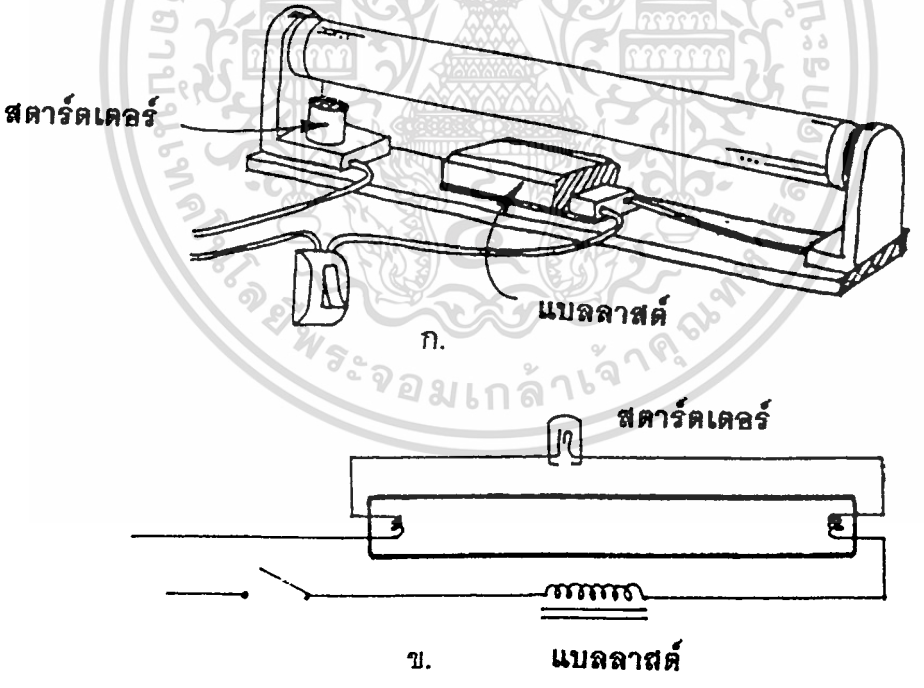
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหนี่ยวนำไหลในทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าของบ้านดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่จะผ่านวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงลดลง



ภาพที่ 2.6 แบลลัสต์

การใช้หลอดเรืองแสง ต้องต่อวงจรเข้ากับสตาร์ตเตอร์ แบลลัสต์ แล้วจึงต่อเข้ากับสายไฟในบ้านแบบอนุกรม ดังภาพ 2.7



ภาพที่ 2.7 ก. การต่อวงจรไฟฟ้าของหลอดเรืองแสง
ข. แผนภาพวงจรไฟฟ้าของภาพ ก.

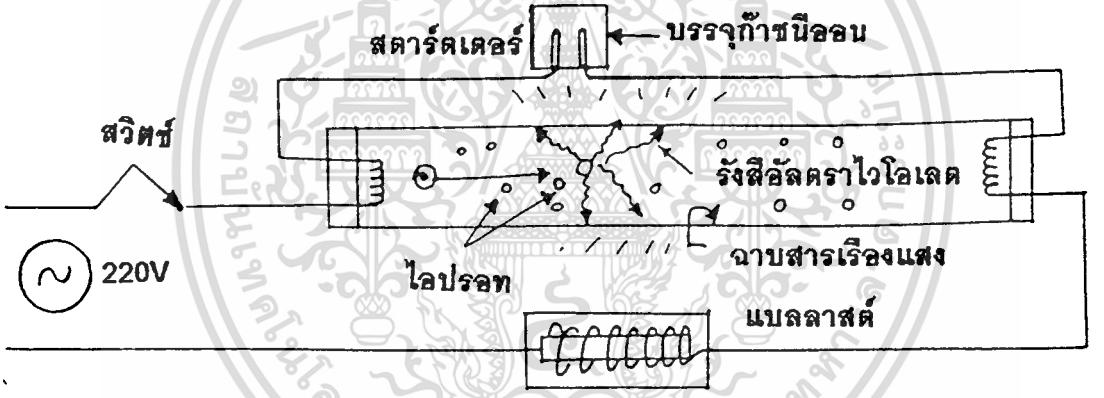
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของหลอดเรืองแสง

1. เมื่อกดสวิตช์เพื่อเปิดไฟ สตาร์ตเตอร์จะทำงานตัดต่อวงจรก่อน การตัดต่อวงจรอย่างรวดเร็วนี้จะทำให้แบลลัสต์มีความต่างศักย์สูง ในขณะที่ขั้วหลอด 2 ข้างจะมีไฟฟ้าผ่านไส้หลอด

2. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขั้วหลอดข้างหนึ่งมาอีกข้างหนึ่งโดยไม่ผ่านสตาร์ตเตอร์ ถ้าสตาร์ตเตอร์ตัดวงจรไส้หลอดจะดับ แต่กระแสไฟฟ้ายังผ่านหลอด ไส้หลอดอาจร้อนอยู่เช่นเดิม และให้อิเลคตรอนพุ่งออกมา

3. อิเล็กตรอนจะพุ่งชนอะตอมไอปรอท พลังงานไฟฟ้าจะทำให้อะตอมของไอปรอท ถูกกระตุ้นจนแปล่งรังสีอัลตราไวโอเลตออกมา รังสีนี้ไปถูกสารเรืองแสงที่ฉาบไว้ภายในหลอด สารเรืองแสงก็จะเปล่งแสงสว่างออกมาอีกต่อหนึ่ง



ภาพที่ 2.8 การทำงานของหลอดเรืองแสง

ข้อดีของหลอดเรืองแสง

1. ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย แต่ให้ความสว่างมาก

2. ให้แสงที่เย็นตา กระจายไปทั่วหลอดไม่รวมเป็นจุดเหมือนหลอดไฟฟ้าธรรมดา

3. สีของแสงไฟแปรเปลี่ยนได้ โดยการเปลี่ยนชนิดของสารเรืองแสง เช่น มักนีเซียม ทังสเตนให้แสงสีขาวแกมฟ้า แคดเมียม ซิลิเคทให้แสงสีชมพูอ่อน ซิงค์ ซิลิเคทให้แสงสีเขียว แคลเซียม ทังสเตนให้แสงสีน้ำเงิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุณหภูมิของหลอดเรืองแสงไม่สูงเท่ากับหลอดไฟธรรมดาขณะทำงาน ซึ่งไส้หลอดเรืองแสงมีอุณหภูมิประมาณ 140 องศาเซลเซียส ส่วนไส้หลอดธรรมดามีอุณหภูมิประมาณ 3,000 องศาเซลเซียส

5. อายุการใช้งานนานกว่าหลอดไฟฟ้าธรรมดา

ข้อเสียของหลอดเรืองแสง

1. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงกว่าหลอดไฟฟ้าธรรมดา เพราะมีอุปกรณ์ประกอบหลายอย่าง

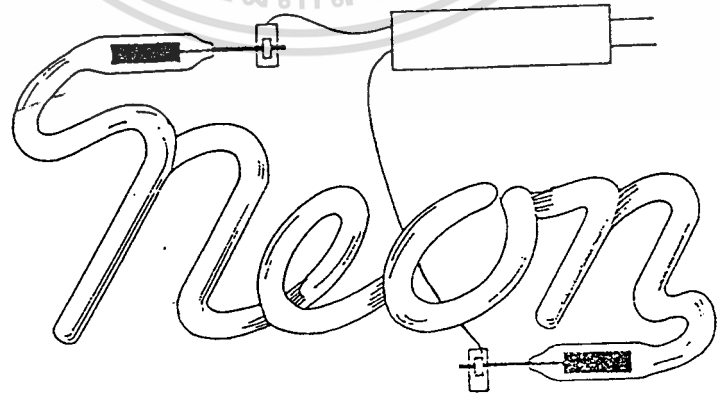
2. การบำรุงรักษาและตรวจซ่อมได้ยาก

3. อุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ามีผลต่อการทำงาน และอายุการใช้งานหลอด

หลอดนีออนหรือหลอดโฆษณา (neon lamp)

หลอดนีออน นิยมใช้ในการโฆษณาตามห้างร้าน บริษัท โรงภาพยนตร์ หรือสถานประกอบการท่องเที่ยวต่าง ๆ

ลักษณะและส่วนประกอบของหลอดนีออน เป็นหลอดแก้วขาว ดัดงอเป็นตัวอักษรหรือรูปต่างๆ ตามที่ต้องการ แล้วสูบอากาศออกเป็นสูญญากาศแล้วบรรจุก๊าซบางชนิดที่ให้แสงสีต่าง ๆ ออกมาได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน หลอดชนิดนี้ไม่มีไส้หลอดไฟ แต่ใช้ขั้วไฟฟ้าทำด้วยโลหะติดอยู่ที่ปลายทั้ง 2 ข้าง แล้วต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงประมาณ 10,000 โวลต์ ซึ่งสูงกว่าไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านมาก จึงต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดหม้อแปลงขึ้น



ภาพที่ 2.9 ส่วนประกอบของหลอดนีออน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของหลอดนีออน

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขั้วไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูง จะทำให้อิเล็กตรอนวิ่งผ่านจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งที่อยู่คนละด้าน ขณะเดียวกันอิเล็กตรอนจะวิ่งชนอะตอมของก๊าซที่อยู่ในหลอดทำให้เกิดสีต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับก๊าซที่บรรจุในหลอดนั้น

ก๊าซชนิดต่าง ๆ ที่บรรจุในหลอดนีออนและประโยชน์ในการใช้งาน

1. **ก๊าซนีออน** ให้แสงสีส้มแดง ใช้ในการประดับ งานโฆษณา งานตรวจสอบระบบไฟฟ้า ใช้เป็นสัญญาณบอกเมื่อเครื่องทำงาน

2. ก๊าซซีนอน ให้แสงสีฟ้าขาว คาดว่าจะใช้แทนหลอดไฟหน้ารถยนต์ในโอกาสต่อไป

3. ไอโซเดียม เป็นหลอดไฟที่ให้แสงสีเหลือง นิยมติดตั้งตามถนนหรือสะพานต่าง ๆ

4. ก๊าซฮีเลียม ให้แสงสีชมพู ใช้ในการโฆษณา

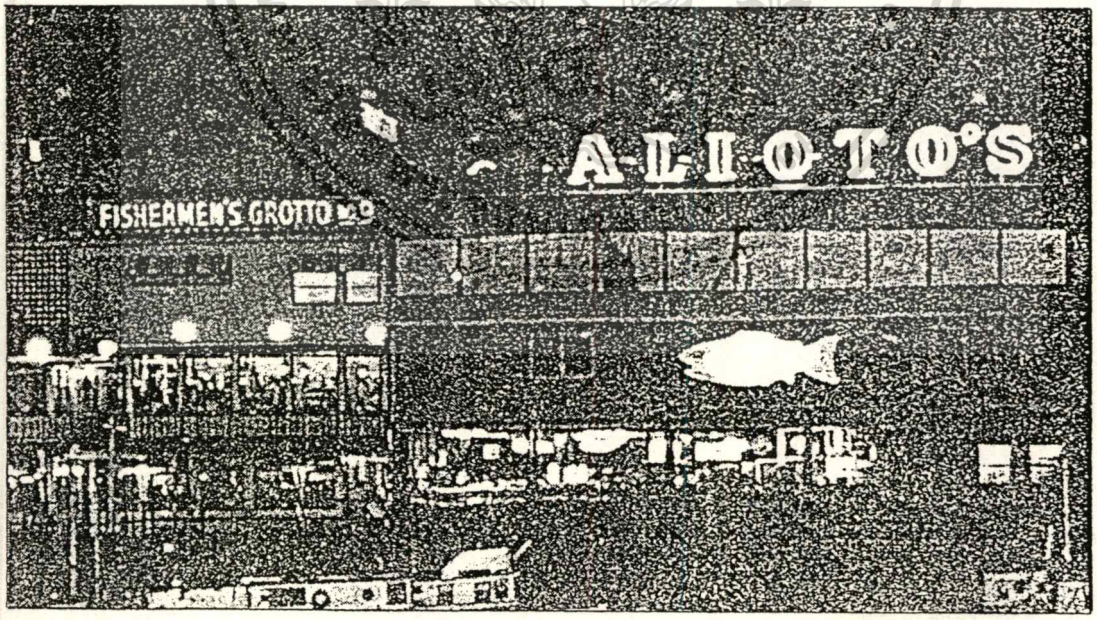
5. ไอปรอท ให้แสงสีน้ำเงินปนเขียว ใช้ในการโฆษณา

ข้อดีของหลอดนีออน

ให้แสงสีต่าง ๆ ได้หลายสีสวยงาม จึงนำไปใช้ในการโฆษณา หรือประดับตามสถานที่ในเทศกาลต่าง ๆ

ข้อเสียของหลอดนีออน

ใช้กระแสไฟฟ้าในบ้านไม่ได้ เพราะหลอดนีออนใช้ความต่างศักย์สูงมาก



ภาพที่ 2.10 การใช้หลอดนีออนในการโฆษณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดเรืองแสงและหลอดนีออน เป็นอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่างเหมือนกัน มีข้อแตกต่างกันดังนี้

1. หลอดนีออนใช้กับแหล่งกำเนิดที่มีความต่างศักย์สูง ส่วนหลอดเรืองแสงใช้กับกระแสไฟฟ้าธรรมดาในบ้าน

2. หลอดนีออนใช้ในงาน โฆษณา หลอดเรืองแสงใช้ในอาคารบ้านเรือน

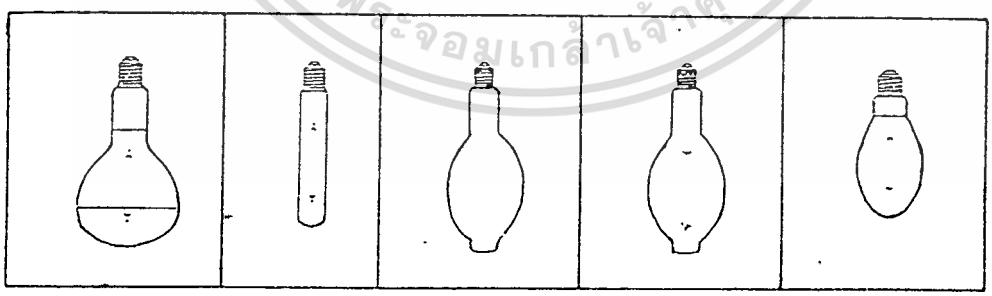
3. หลอดนีออนไม่มีไส้หลอด แต่หลอดเรืองแสงมีไส้โลหะทังสเตนติดอยู่ที่ปลายทั้ง 2 ข้าง

4. หลอดนีออนบรรจุด้วยก๊าซหลายชนิด เพื่อให้ได้แสงสีต่าง ๆ ส่วนหลอดเรืองแสงบรรจุไอปรอทเล็กน้อยเท่านั้น

5. หลอดนีออนไม่มีสารเรืองแสงฉาบที่หลอดแก้ว หลอดเรืองแสงต้องมีสารเรืองแสงฉาบหลอดแก้ว

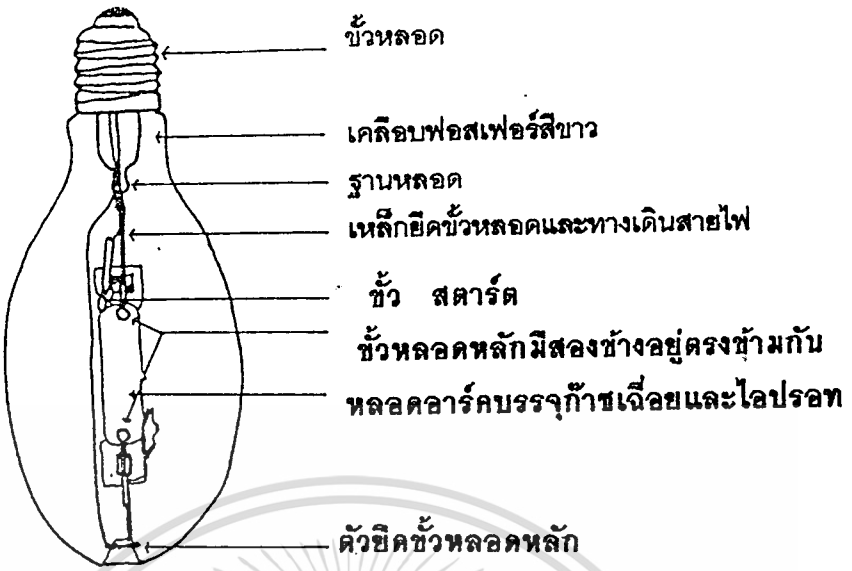
หลอดแสงจันทร์ (mercury lamp)

หลอดแสงจันทร์ออกแบบเพื่อให้ได้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าหลอดแบบอื่น ๆ มีขนาดตั้งแต่ 40-3,000 วัตต์ ใช้กับงานภายนอกอาคารได้ดีมาก เช่น ไฟฟ้าบนถนนไฮเวย์ ไฟฟ้าโรงงานอุตสาหกรรม อาคารที่มีเพดานสูง ๆ ที่จอดรถ อุโมงค์ สะพาน สนามกีฬา และที่ที่ไม่ต้องการคุณภาพสีของแสงมากนัก เพราะแสงที่ได้จากหลอดแสงจันทร์ทั่ว ๆ ไป จะมีสี เช่น ส้ม-แดง เหลือง-เขียว น้ำเงิน-เขียว และน้ำเงิน-ม่วง ซึ่งขึ้นอยู่กับสารที่ใช้ฉาบภายในครอบแก้ว นอกจากนี้ยังมีหลอดแสงจันทร์แบบที่ให้แสงสีขาวนวลคล้ายแสงของหลอดเรืองแสงด้วย ดังนั้นหลอดแบบนี้จึงใช้งานได้กว้างขวางมากกว่าหลอดแบบอื่น ๆ



ภาพที่ 2.11 หลอดแสงจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 ส่วนประกอบของหลอดแสงจันทร์

หลักการทำงานของหลอดแสงจันทร์

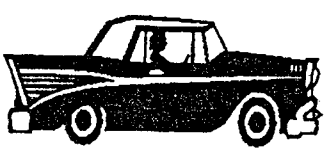
เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในหลอดที่บรรจุก๊าซอาร์กอนผสมไอปรอท กระแสไฟฟ้าจะผ่านจากตัวนำขั้วหนึ่งที่มีความต่างศักย์มากกว่าไปยังลวดตัวนำที่มีความต่างศักย์น้อยกว่าเกิดประกายไฟฟ้า ทำให้ก๊าซเกิดการแตกตัวเปล่งแสงสว่างออกมา

ข้อดีของหลอดแสงจันทร์

1. ให้ความสว่างมากกว่าหลอดแบบอื่น ๆ
2. เหมาะสมกับงานภายนอกอาคารทุกชนิด
3. มีอายุการใช้งานยาวนาน หรือประมาณ 6,000-24,000 ชั่วโมง

ข้อเสียของหลอดแสงจันทร์

1. ใช้เวลาจุดหลอดนานประมาณ 4-7 นาที และเมื่อหลอดดับไปเพียงชั่วขณะ หรือไฟตกมาก จะทำให้หลอดดับไปเลย และจะจุดหลอดอีกครั้งต้องใช้เวลามากกว่าการจุดครั้งแรก
2. ไวต่อสิ่งรบกวนมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแนะนำการใช้หลอดไฟฟ้าอย่างประหยัด

1. ในอาคารบ้านเรือนควรใช้หลอดเรืองแสง เพราะให้แสงสว่างมากกว่าหลอดธรรมดาประมาณ 4 เท่า เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน และอายุการใช้งานจะทนทานกว่าประมาณ 8 เท่า
2. ใช้แสงสว่างให้เหมาะกับการใช้งาน
3. ทำความสะอาดโคมไฟสม่ำเสมอ เพื่อจะให้แสงสว่างเต็มที่
4. ปิดไฟทุกครั้งที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....กลุ่มที่ .....

<u>ตอนที่ 1</u>

<u>คำสั่ง</u> เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าหมายถึงอะไร และแบ่งออกเป็นกี่ประเภท

.....

.....

.....

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง มีหลักการทำงานโดยทั่วไปอย่างไร

.....

.....

.....

3. จงบอกวิธีการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตอนที่ 2</u>

<u>คำสั่ง</u> จงเขียนเครื่องหมาย X ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้หลอดเรืองแสงมีสีต่าง ๆ กัน
   - ก. ไส้หลอด
   - ข. ก๊าซในหลอด
   - ค. สารฉาบภายนอกหลอด
   - ง. สารฉาบภายในหลอด

2. ข้อความเกี่ยวกับหลอดไฟฟ้าข้อใดถูกต้องมากที่สุด
   - ก. ภายในหลอดเป็นสูญญากาศ
   - ข. ภายในบรรจุก๊าซไนโตรเจน
   - ค. ภายในหลอดบรรจุด้วยก๊าซอาร์กอน
   - ง. ภายในหลอดบรรจุก๊าซไนโตรเจน และอาร์กอน
3. อุปกรณ์ใดที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติในหลอดเรืองแสง
   - ก. ฟิวส์
   - ข. ไส้หลอด
   - ค. แบลลัสต์
   - ง. สตาร์ตเตอร์
4. การเปล่งแสงสว่างของหลอดเรืองแสงเกิดจากอะไร
   - ก. การเคลื่อนที่ของไอปรอทภายในหลอด
   - ข. การเผาไหม้ของไส้หลอดให้แดงเป็นแสงสว่าง
   - ค. การเรืองแสงของก๊าซที่บรรจุในหลอดเมื่อถูกกระตุ้นด้วยอิเล็กตรอน
   - ง. การเรืองแสงของสารที่ฉาบภายในหลอดเมื่อถูกกระตุ้นด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต
5. การทำงานของหลอดไฟฟ้าตรงกับข้อใด
   - ก. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นแสงสว่าง
   - ข. เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
   - ค. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
   - ง. เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง

ตอนที่ 1

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าหมายถึงอะไร และแบ่งออกเป็นกี่ประเภท

   (เครื่องใช้ไฟฟ้าหมายถึง อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

   เครื่องใช้ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง)

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง มีหลักการทำงานโดยทั่วไปอย่างไร

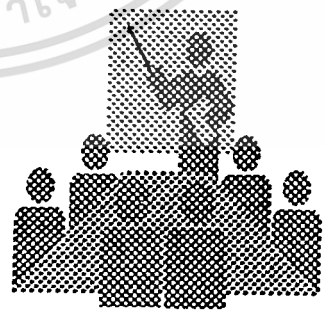
   (เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน และเป็นพลังงานแสงสว่าง)

3. จงบอกวิธีการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

   (การเลือกใช้หลอดไฟชนิดต่าง ๆ ควรเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน และปิดไฟทุกครั้งที่ไม่จำเป็นต้องใช้แสงสว่าง)

<u>ตอนที่ 2</u>

1. ง
2. ง
3. ง
4. ง
5. ก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2.2

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 2.2 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง 2.2.1

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

มโนทัศน์

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
2. ส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
3. วิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

จุดประสงค์การเรียนรู้

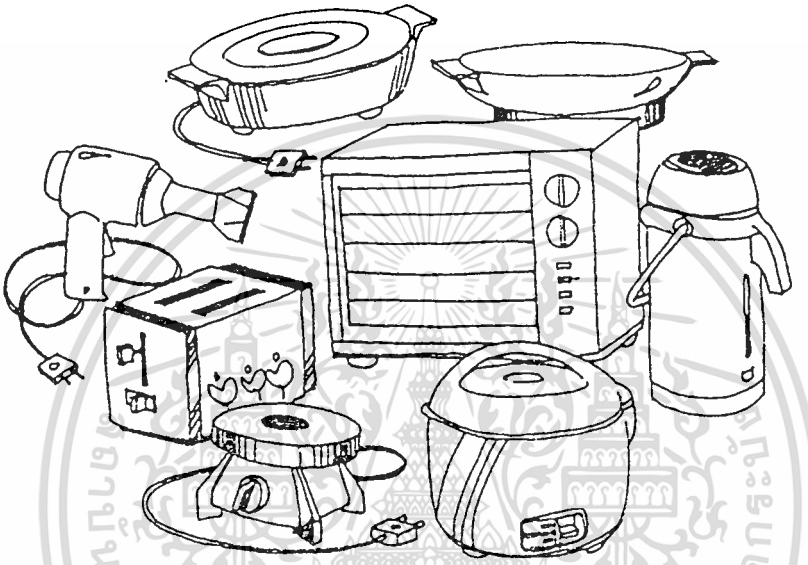
เมื่อศึกษาตอนที่ 2.2 จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายและยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนได้
3. ตระหนักถึงความสำคัญและวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนได้อย่างปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 2.2.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ได้แก่ เตารีดไฟฟ้า เตาไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เตาอบไฟฟ้า เป็นต้น ดังภาพ 2.13

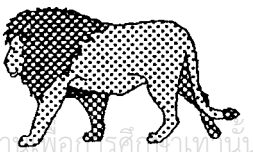


ภาพที่ 2.13 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

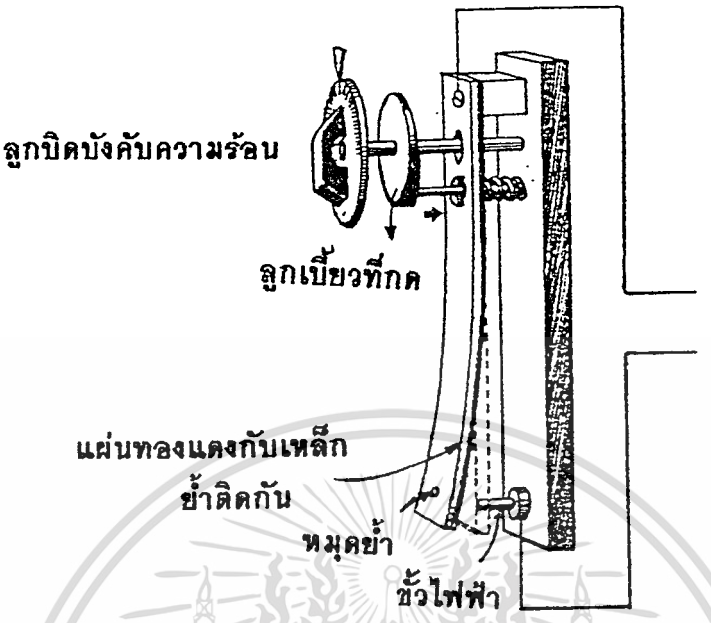
ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน คือ ขดลวดซึ่งนิยมใช้ขดลวดนิโครม ซึ่งเป็นลวดที่มีความต้านทานสูง และมีจุดหลอมเหลวสูง หรืออาจใช้แผ่นความร้อนก็ได้

ขดลวดนิโครม (nichrome wire) เป็นโลหะผสมระหว่างนิเกิลกับโครเมียม มีความต้านทานประมาณ 50 เท่าของขดลวดทองแดงซึ่งมีขนาดเท่ากัน

เทอร์โมสตัท (thermostat) หรือสวิตช์ความร้อน ทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นร้อนถึงจุดกำหนด เทอร์โมสตัทประกอบด้วยแผ่นโลหะต่างชนิดกัน 2 แผ่นประกบกัน เช่น ทองแดงกับเหล็ก ซึ่งมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวไม่เท่ากัน เมื่อได้รับความร้อนอุณหภูมิสูงขึ้นแผ่นโลหะจึงโค้งงอ การโค้งงอทำให้จุดสัมผัสห่างจากกันเกิดเป็นวงจรเปิด กระแสไฟฟ้าจึงหยุดไหล เมื่อแผ่นโลหะทั้งคู่กลับเย็นลงจะสัมผัสกันตามเดิมเกิดเป็นวงจรปิด กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแผ่นโลหะคู่ได้ใหม่ ซึ่งจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไป ดังภาพ 2.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

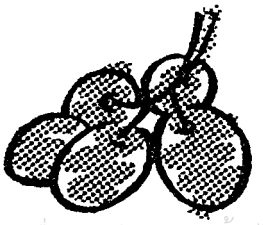


ภาพที่ 2.14 เทอร์โมสตัท

หลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน

เนื่องจากขดลวดนิโครมมีความต้านทานไฟฟ้าสูง มีจุดหลอมเหลวสูง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จึงเกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวดนิโครม ซึ่งขดอยู่ในที่รองรับที่เป็นฉนวนไฟฟ้า เพื่อไม่ให้กระแสไฟฟ้าจากขดลวดไหลผ่านออกมายังเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้ไฟฟ้านั้น เครื่องใช้ไฟฟ้าบางอย่าง เช่น เตารีด กาต้มน้ำไฟฟ้า เครื่องปิ้งขนมปัง และหม้อหุงข้าวไฟฟ้าจะมีเครื่องบังคับความร้อนให้คงที่ โดยทำให้วงจรไฟฟ้าขาดออกจากกันถ้าความร้อนถึงขีดที่ต้องการ เมื่อเย็นลงแล้ววงจรไฟฟ้าก็กลับติดต่อกันใหม่ เครื่องบังคับนี้เรียกว่า **เทอร์โมสตัทหรือสวิตช์ความร้อน**

เครื่องใช้ไฟฟ้าให้พลังงานความร้อน จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นเป็นหลายเท่า จึงมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นในปริมาณมาก ดังนั้น จึงต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง หมั่นตรวจสอบสายไฟ และเต้าเสียบให้อยู่ในสภาพดีเสมอ เมื่อใช้เครื่องไฟฟ้าเสร็จแล้ว ต้องถอดเต้าเสียบออกทุกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....กลุ่มที่ .....

<u>ตอนที่ 1</u>

<u>คำสั่ง</u> เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนสรุปเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง อย่างย่อ ๆ

   .....

   .....

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนหมายถึงอะไร และยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนในบ้านมา 3 ชนิด

   .....

   .....

   .....

3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

   .....

   .....

4. จงบอกวิธีการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด

   .....

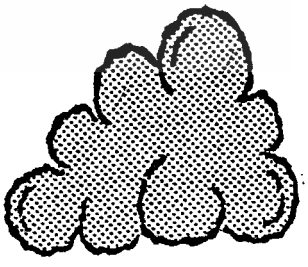
   .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. เตาไฟฟ้ามีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
   - ก. พลังงานกลเป็นพลังงานความร้อน
   - ข. พลังงานเคมีเป็นพลังงานความร้อน
   - ค. พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน
   - ง. พลังงานแม่เหล็กเป็นพลังงานความร้อน
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าข้อใดใช้ขดลวดนิโครมทั้งหมดเป็นส่วนประกอบ
   - ก. โทรทัศน์ ตู้เย็น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า
   - ข. หลอดไฟฟ้าธรรมดา พัดลม เครื่องดูดฝุ่น
   - ค. หลอดเรืองแสง เตาอบไฟฟ้า เครื่องซักผ้า
   - ง. เครื่องเป่าผมไฟฟ้า เครื่องปิ้งขนมปัง เตาไฟฟ้า
3. ข้อใดเป็นสมบัติของขดลวดนิโครม
   - ก. จุดหลอมเหลวสูง ความต้านทานต่ำ
   - ข. จุดหลอมเหลวสูง ความต้านทานสูง
   - ค. จุดหลอมเหลวต่ำ ความต้านทานสูง
   - ง. จุดหลอมเหลวต่ำ ความต้านทานต่ำ
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใดเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนมากที่สุด
   - ก. พัดลม
   - ข. ตู้เย็น
   - ค. หลอดไฟฟ้า
   - ง. เตารีดไฟฟ้า
5. โลหะชนิดใดที่ใช้ทำขดลวดนิโครม
   - ก. ดีบุกกับตะกั่ว
   - ข. ทังสเตนกับเหล็ก
   - ค. นิเกิลกับโครเมียม
   - ง. ทองแดงกับสังกะสี



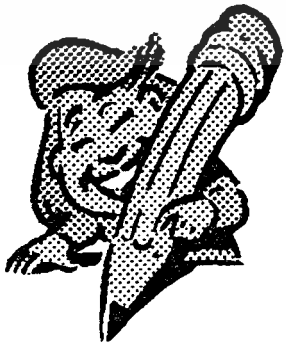
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน

ตอนที่ 1

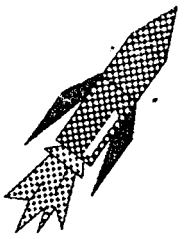
1. ให้นักเรียนสรุปเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง อย่างย่อ ๆ
   (เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง ที่มีขดลวดทังสเตนเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ หลอดไฟธรรมดา หลอดเรืองแสง เป็นต้น)
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนหมายถึงอะไร และยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนในบ้านมา 3 ชนิด
   (เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนหมายถึง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน เช่น หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เตาไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า)
3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน
   (เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน มีขดลวดนิโครมเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ)
4. จงบอกวิธีการเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด
   (เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ดังนั้นจึงต้องหมั่นตรวจสายไฟ และถอดเต้าเสียบออกทุกครั้ง)

ตอนที่ 2



1. ค
2. ง
3. ข
4. ง
5. ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ตอนที่ 2.3
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 2.3 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง 2.3.1

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

มโนทัศน์

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
3. วิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลอย่างมีประสิทธิภาพ

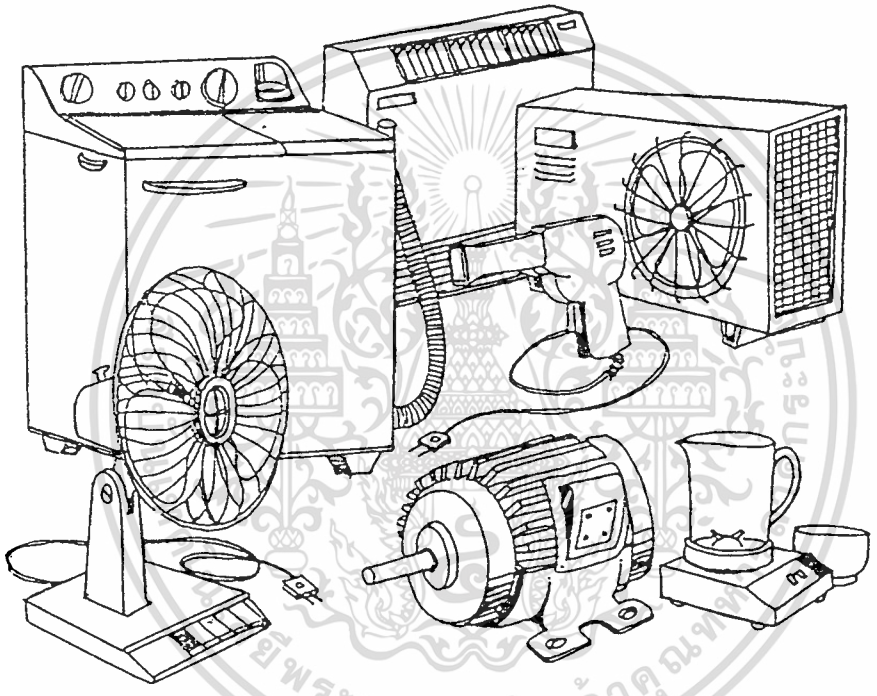
จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาตอนที่ 2.3 จบแล้ว นักเรียนสามารถ
1. บอกความหมายและยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลได้
2. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลได้
3. สรุปวิธีการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลได้อย่างปลอดภัย

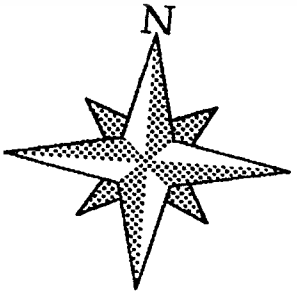
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 2.3 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ได้แก่ ตู้เย็น พัดลม เครื่องเป่าผม เครื่องดูดฝุ่น เครื่องตีไข่ เครื่องบดเนื้อ สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องซักผ้า เครื่องตัดหญ้า ปั๊มน้ำไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ เครื่องปั่นพริก ของเล่นเด็กที่เคลื่อนที่โดยใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.15 มอเตอร์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล คือ

1. มอเตอร์
2. เครื่องควบคุมความเร็ว

มอเตอร์ (motor) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ทำงานตรงข้ามกับไดนาโม ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ต้องการให้หมุน ซึ่งอาจจะใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ หรือกระแสตรงก็ได้ ดังแผนผังต่อไปนี้

มอเตอร์ พลังงานไฟฟ้า ⟶ พลังงานกล

ไดนาโม พลังงานกล ⟶ พลังงานไฟฟ้า

ส่วนประกอบที่สำคัญของมอเตอร์ ได้แก่

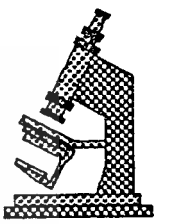
1. แบตเตอรี่หรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้า
2. แม่เหล็ก 2 แท่ง
3. ขดลวดโลหะ
4. แปรงโลหะและสายไฟฟ้า

นักเรียนคิดว่าพัดลมมีหลักการทำงานอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบงาน
กิจกรรมที่ 2.1 มอเตอร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....



กิจกรรมที่ 2.1 มอเตอร์

จุดประสงค์ นักเรียนสามารถ

1. กำหนดปัญหาในการทดลองนี้ได้
2. ตั้งสมมติฐานจากปัญหาที่กำหนดขึ้นได้
3. กำหนดนิยมเชิงปฏิบัติการของการทดลองนี้ได้
4. ระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมของการทดลองได้
5. ทดลองและสรุปผลเกี่ยวกับการทดลองเรื่องมอเตอร์ได้
6. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางการหมุนของมอเตอร์ กับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าที่ผ่านขดลวดได้
7. สรุปหลักการเปลี่ยนพลังงานของมอเตอร์ได้

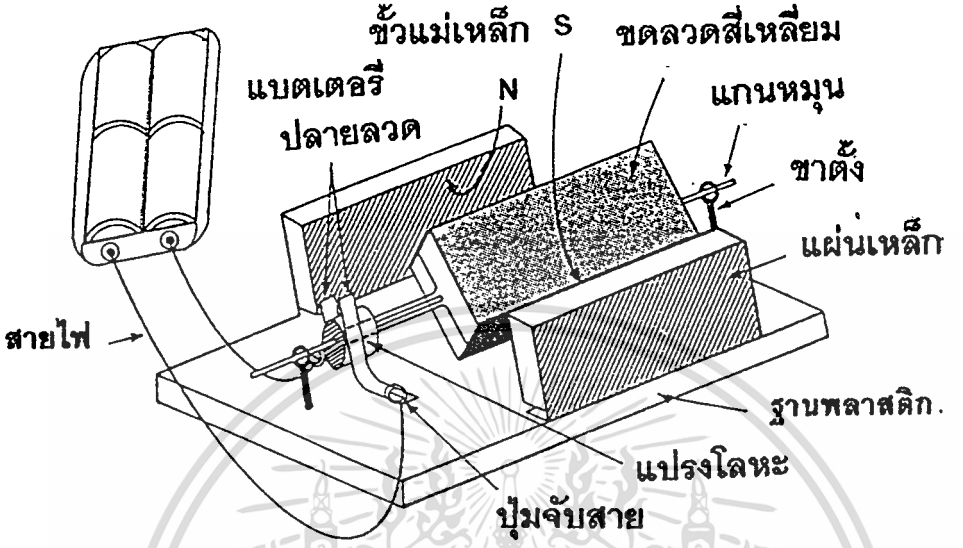
วัสดุอุปกรณ์

รายการ	จำนวน/กลุ่ม
1. สายไฟฟ้าพร้อมคลิปปากหนีบจระเข้ยาว 30 เซนติเมตร	2 เส้น
2. กระบะถ่านไฟฉายพร้อมถ่าน 4 ก้อน	1 ชุด
3. ชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย	1 ชุด

วิธีทำ

1. วางแม่เหล็ก 2 แท่ง ให้ขั้วต่างกันหันเข้าหากัน บนเหล็กรูป U ของชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างประหยัด
2. ประกอบขดลวดสี่เหลี่ยมและส่วนประกอบอื่น ลงบนฐานพลาสติก (ดังภาพ)

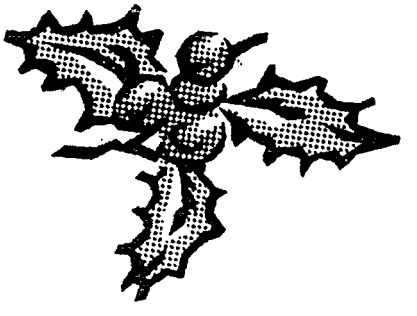
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 การประกอบมอเตอร์อย่างง่าย

3. ต่อสายไฟจากแปรงโลหะเข้ากับแบตเตอรี่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
4. สลับขั้วแบตเตอรี่ สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

ศึกษาธิการ, กระทรวง. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** (กรุงเทพมหานคร : พ.ศ.2536) หน้า 30-31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำถามก่อนทำกิจกรรม</u>

<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / หน้าข้อที่ถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่ผิด

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

_____ ก. การสลับขั้วแบตเตอรี่มีผลต่อทิศทางการหมุนของขดลวดหรือไม่

_____ ข. การวางแม่เหล็ก 2 แท่ง ให้ขั้วเหมือนกันมีผลต่อทิศทางการหมุนของขดลวดหรือไม่

_____ ค. การเปลี่ยนจำนวนขดลวดในแกนหมุน ทำให้ทิศทางการหมุนของขดลวดเปลี่ยนแปลงหรือไม่

_____ ง. การเปลี่ยนแท่งแม่เหล็กขั้วต่างกัน 2 แท่ง ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ทิศทางการหมุนของขดลวดเปลี่ยนแปลงหรือไม่

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

_____ ก. ลักษณะการวางขั้วแม่เหล็ก มีผลต่อทิศทางการหมุนของขดลวด

_____ ข. การสลับขั้วแบตเตอรี่ มีผลต่อทิศทางการหมุนของขดลวด

_____ ค. ขนาดของแท่งแม่เหล็กที่แตกต่างกัน ทำให้จำนวนรอบที่เกิดจากการหมุนของขดลวดแตกต่างกัน

_____ ง. จำนวนขดลวดในแกนหมุนที่ต่างกัน ทำให้สนามแม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

_____ ก. ลักษณะการวางขั้วแม่เหล็ก หมายถึง การวางแท่งแม่เหล็กขั้วเหมือนกันหรือขั้วต่างกัน 2 แท่ง เข้าหากัน

_____ ข. ทิศทางการหมุนของขดลวด หมายถึง ขดลวดที่อยู่ระหว่างแท่งแม่เหล็กขั้วต่างกัน 2 แท่ง หมุนจากซ้ายไปขวา หรือจากขวาไปซ้าย ในทิศทางตรงข้ามกัน เมื่อสลับขั้วแบตเตอรี่

_____ ค. ทิศทางการหมุนของขดลวด หมายถึง การหมุนของขดลวดในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อสลับขั้วแท่งแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปแทนที่ขั้วใต้ จากขั้วใต้ไปแทนที่ขั้วเหนือ

_____ ง. สนามแม่เหล็ก หมายถึง แรงที่สามารถผลักดันให้ขดลวดเกิดการเคลื่อนที่ระหว่างแท่งแม่เหล็กขั้วต่างกัน 2 แท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำสั่ง</u> จากข้อมูลต่อไปนี้ ให้เลือกอักษรที่มีข้อความตรงกับคำถามข้อ 4-6

_____ ก. ทิศทางการหมุนของขดลวด

_____ ข. ลักษณะการวางขั้วแม่เหล็ก

_____ ค. ลักษณะการต่อสายไฟเข้ากับแบตเตอรี่

_____ ง. ขนาดของแท่งแม่เหล็ก

_____ จ. จำนวนขดลวด

_____ ฉ. จำนวนรอบ

_____ ช. การเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก

_____ ซ. จำนวนถ่านไฟฉาย

4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

.....

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

.....

6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

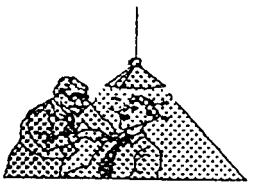
.....

7. หลังจากทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสนใจศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ในด้านใดอีกบ้าง

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ผลการทดลอง (ให้นักเรียนออกแบบตาราง และบันทึกผลการทดลอง)

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่

.....

.....

.....

2. เมื่อต่อสายไฟจากแปรงโลหะเข้ากับแบตเตอรี่ครั้งแรก ขดลวดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

3. เมื่อสลับขั้วแบตเตอรี่แล้วต่อเข้ากับขดลวดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

4. การที่ขดลวดหมุนได้แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

.....

.....

.....

5. อุปกรณ์ที่ต่อขึ้นนี้เรียกว่าอะไร ทำหน้าที่อะไร

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

.....

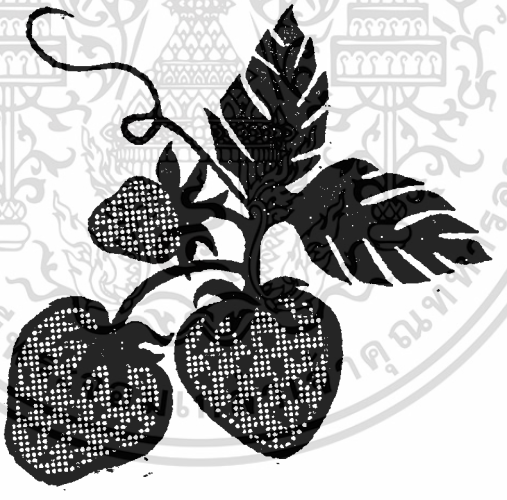
.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยใบงาน
กิจกรรมที่ 2.1 มอเตอร์

<u>คำถามก่อนทำกิจกรรม</u>

1. ข้อใดเป็นปัญหาของกิจกรรมนี้

__/__ ก.

__X__ ข.

__X__ ค.

__X__ ง.

2. ข้อใดเป็นสมมติฐานของกิจกรรมนี้

__X__ ก.

__/__ ข.

__X__ ค.

__X__ ง.

3. ข้อใดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการของกิจกรรมนี้

__X__ ก.

__/__ ข.

__X__ ค.

__X__ ง.

4. ข้อใดเป็นตัวแปรต้นของกิจกรรมนี้

ค

5. ข้อใดเป็นตัวแปรตามของกิจกรรมนี้

ก

6. ข้อใดเป็นตัวแปรควบคุมของกิจกรรมนี้

ข , ง , จ , ช

7. หลังจากทำศิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนสนใจศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ในด้านใดอีกบ้าง

1. การเปลี่ยนแท่งแม่เหล็กให้มีขนาดใหญ่ขึ้น มีผลต่อทิศทางการหมุนของขดลวดหรือไม่

2. จำนวนขดลวดที่แตกต่างกัน ทำให้การหมุนของขดลวดแตกต่างกันหรือไม่

(คำตอบในข้อนี้ไม่มีถูกหรือผิด นักเรียนสามารถตอบได้แตกต่างจากที่เฉลยไว้ เพียงแต่เป็นปัญหาที่สามารถทำการทดลองได้)

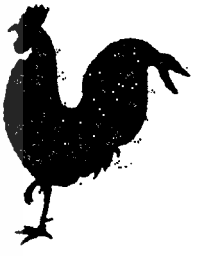
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ลักษณะการต่อสายไฟเข้ากับแบตเตอรี่	การเปลี่ยนแปลงของขดลวด
1. ต่อสายไฟจากแปรงโลหะเข้ากับแบตเตอรี่ครั้งแรก 2. สลับขั้วแบตเตอรี่	(ขดลวดสี่เหลี่ยมหมุนไปรอบแกน) (ขดลวดจะหมุนไปในทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรก)

คำถามหลังทำกิจกรรม

1. ผลการทดลองเป็นไปตามที่นักเรียนตั้งสมมติฐานหรือไม่
   (ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้)
2. เมื่อต่อสายไฟจากแปรงโลหะเข้ากับแบตเตอรี่ครั้งแรก ขดลวดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
   (ขดลวดหมุนไปตามทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวด)
3. เมื่อสลับขั้วแบตเตอรี่แล้วต่อเข้ากับขดลวดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
   (ขดลวดหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับการทดลองครั้งแรก)
4. การที่ขดลวดหมุนได้แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
   (เปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล)
5. อุปกรณ์ที่ต่อขึ้นนี้เรียกว่าอะไร ทำหน้าที่อะไร
   (มอเตอร์, ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล)

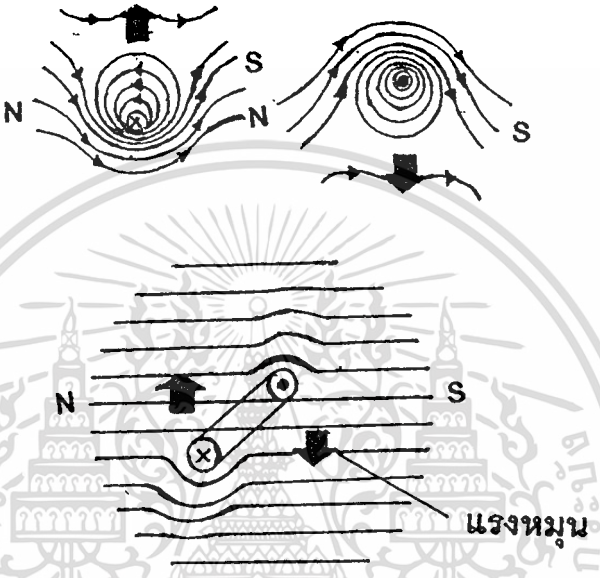


สรุปผลการทดลอง

(1. เมื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าขดลวดที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนได้
2. เมื่อสลับขั้วแบตเตอรี่แล้วต่อเข้ากับขดลวดที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนในทิศทางตรงกันข้ามกับครั้งแรก
3. มอเตอร์เป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของมอเตอร์ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดตัวนำที่อยู่ระหว่างสนามแม่เหล็กของขั้วแม่เหล็กเหนือ-ใต้ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวด จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบ ๆ เส้นลวด ซึ่งจะเป็นผลทำให้เส้นแรงแม่เหล็กของสนามแม่เหล็กเบี่ยงเบนไป เส้นแรงแม่เหล็กที่เบี่ยงเบนนี้จะพยายามยืดเส้นแรงออกให้ตรง โดยออกแรงผลักลวดตัวนำ ทำให้เกิดการหมุนของขดลวดขึ้น ถ้าต้องการให้ขดลวดหมุนกลับทิศ ทำได้โดยสลับขั้วไฟฟ้าของแบตเตอรี่



ภาพที่ 2.17 แสดงหลักการทำงานของมอเตอร์

เครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์ มีหลักการทำงาน ดังนี้ ใช้ความต้านทานที่ปรับค่าได้เป็นตัวควบคุมปริมาณกระแสที่ไหลผ่าน ถ้ามีความต้านทานสูงสุดกระแสจะไหลผ่านน้อยสุด ความเร็วของมอเตอร์จะน้อยสุดหรืออาจไม่หมุนเลย เมื่อลดความต้านทานลงเรื่อย ๆ ความเร็วจะเพิ่มขึ้น

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทมีมอเตอร์ คือ

ในระหว่างไฟตกความต่างศักย์ของไฟฟ้าไม่ถึง 220 โวลต์ ความเร็วของมอเตอร์จะลดลงหรือหยุดหมุน ทำให้ขดลวดในมอเตอร์ร้อนจนเกิดไฟไหม้ได้ ดังนั้น เมื่อไฟตกจึงไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทนี้ เนื่องจากเสียพลังงานไฟฟ้าโดยไม่ทำให้เครื่องทำงานแล้วเครื่องใช้อาจไหม้ได้ จึงต้องถอดเต้าเสียบออกเมื่อไฟตก

ในปัจจุบันนิยมใช้หลักการที่กระแสสลับไหลผ่านขดลวดตัวนำไฟฟ้า ถ้าจำนวนรอบของขดลวดมากขึ้นกระแสไฟฟ้าที่ผ่านจะน้อยลง จึงใช้ขดลวดตัวนำไฟฟ้าควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไปในตัวแทนที่จะใช้ความต้านทานไฟฟ้าที่เปลี่ยนค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

<u>ตอนที่ 1</u>

<u>คำสั่ง</u> เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนสรุปเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอย่างย่อ ๆ

   .....

   .....

   .....

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลหมายถึงอะไร และยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล ในบ้านมา 3 ชนิด

   .....

   .....

3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

   .....

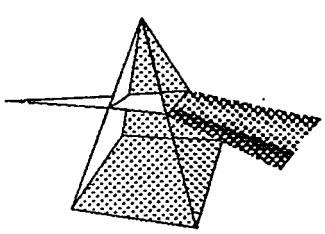
   .....

4. เมื่อไฟตกไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เพราะอะไร

   .....

   .....

   .....

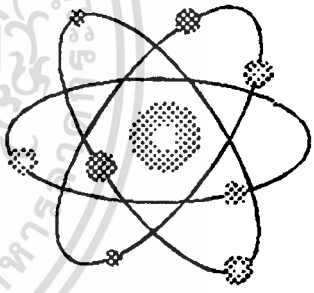


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมาย X ในตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดเป็นหลักการของมอเตอร์ไฟฟ้า
   - ก. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
   - ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
   - ค. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี
   - ง. เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในข้อใดที่ต้องใช้มอเตอร์ทุกชนิด
   - ก. ตู้เย็น เตารีดไฟฟ้า
   - ข. พัดลม หม้อหุงข้าวไฟฟ้า
   - ค. สว่านไฟฟ้า เครื่องเป่าผม
   - ง. หลอดไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ
3. สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นในกรณีใด
   - ก. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด
   - ข. ขดลวดเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็ก
   - ค. ขดลวดวางตัวอยู่ในสนามแม่เหล็ก
   - ง. ขดลวดและแม่เหล็กต่างเคลื่อนที่พร้อมกัน



4. วิธีใดบ้างจะทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตรงกันข้าม
   1. สลับขั้วไฟฟ้า
   2. สลับขั้วแม่เหล็ก
   3. หันขั้วแม่เหล็กชนิดเดียวกันเข้าหากัน
   - ก. 1, 2
   - ข. 1, 3
   - ค. 2, 3
   - ง. 1, 2 และ 3
5. เครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์โดยใช้ความต้านทานที่ปรับค่าได้เป็นตัวควบคุม ข้อใดกล่าวถูกต้อง
   - ก. ความต้านทานมาก กระแสมาก ความเร็วมาก
   - ข. ความต้านทานมาก กระแสมาก ความเร็วน้อย
   - ค. ความต้านทานน้อย กระแสน้อย ความเร็วน้อย
   - ง. ความต้านทานน้อย กระแสมาก ความเร็วมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

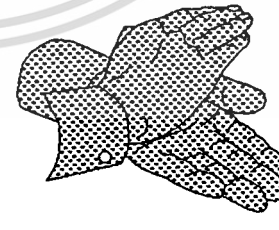
เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

<u>ตอนที่ 1</u>

1. ให้นักเรียนสรุปเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนอย่างย่อ ๆ
   (เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน เป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนที่มีขดลวดนิโครมเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น)
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลหมายถึงอะไร และยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลในบ้านมา 3 ชนิด
   (เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลหมายถึง อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เช่น พัดลม เครื่องเป่าผม เครื่องซักผ้า)
3. อธิบายส่วนประกอบและหลักการทำงานโดยทั่วไปของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล
   (เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบ)
4. เมื่อไฟตกไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เพราะอะไร
   (เพราะในระหว่างไฟตกความต่างศักย์ของไฟฟ้าไม่ถึง 220 โวลต์ ความเร็วของมอเตอร์จะลดลงหรือหยุดทำงาน ทำให้ขดลวดในมอเตอร์ร้อนจนเกิดไฟไหม้ได้)

<u>ตอนที่ 2</u>

1. ข
2. ค
3. ข
4. ก
5. ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2.4
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 2.4 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง 2.4.1

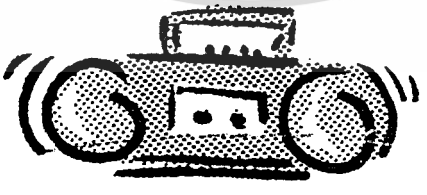
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

มโนทัศน์

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง
2. ส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

จุดประสงค์การเรียนรู้

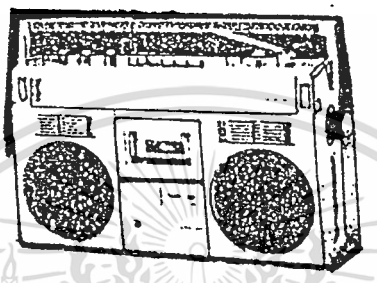
เมื่อศึกษาตอนที่ 2.4 จบแล้ว นักเรียนสามารถ
1. บอกความหมายและยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงได้
2. อธิบาย หลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 2.4.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าให้พลังงานเสียง

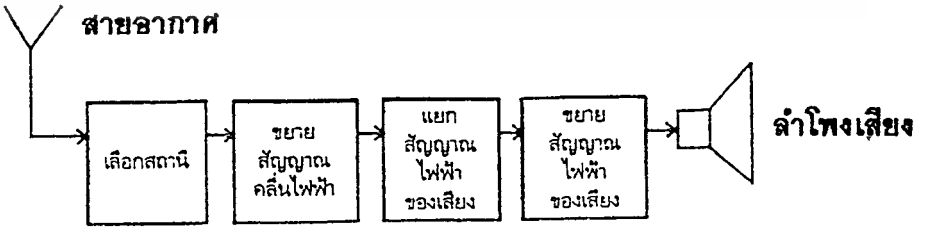
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง คือ เครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ได้แก่ เครื่องรับวิทยุ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องขยายเสียง ออดไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.18 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

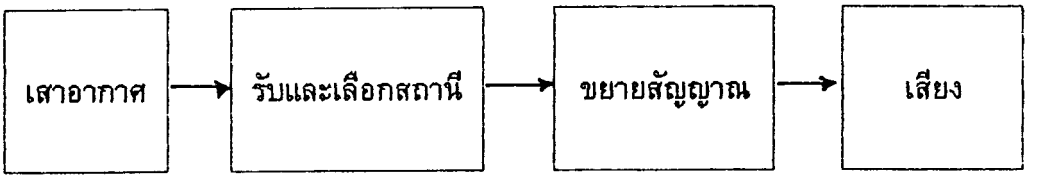
เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงนั้น ในขั้นแรกจะเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้มีขนาดพลังงานมากขึ้น จนสามารถทำให้เกิดเสียงทางลำโพงเสียงได้ ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น กริ่งไฟฟ้าหรือบางทีเรียกออดไฟฟ้านั้น ใช้สนามแม่เหล็กดูดแผ่นโลหะให้สั่นกระทบกันจนเกิดเสียง โดยไม่มีการขยายสัญญาณเสียง

เครื่องรับวิทยุ (radio receiver) คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง โดยรับคลื่นจากสถานีส่ง แล้วใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ขยายสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้าให้แรงขึ้น จนทำให้ลำโพงสั่นสะเทือนเป็นเสียง ดังแผนภาพ 2.19

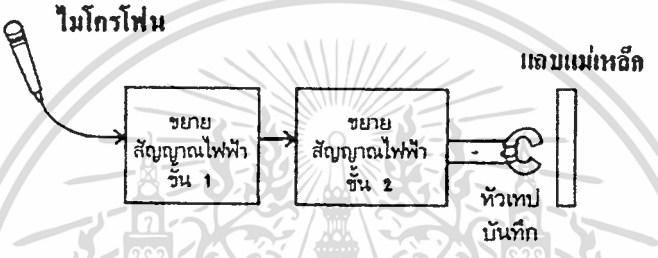


ภาพที่ 2.19 แผนภาพแสดงการรับคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

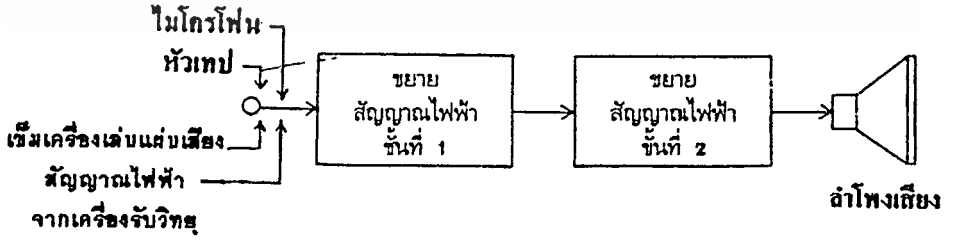


เครื่องบันทึกเสียง (tape recorder) คือ เครื่องไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็น พลังงานเสียง โดยใช้ไมโครโฟนเปลี่ยนเสียงพูด หรือเสียงร้อง ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วบันทึกสัญญาณไฟฟ้าลงแถบบันทึกเสียง ในรูปสัญญาณแม่เหล็ก ดังแผนภาพ 2.20



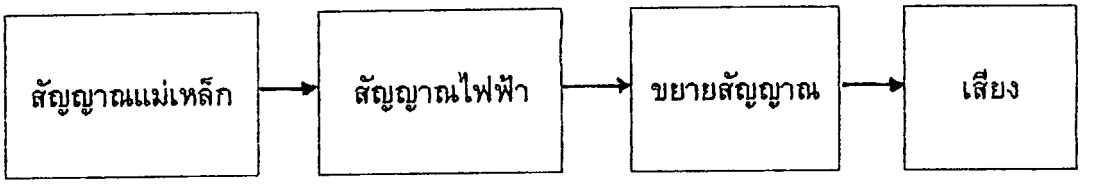
ภาพที่ 2.20 แผนภาพแสดงการบันทึกเสียง

การเล่นเครื่องบันทึกเสียง สัญญาณแม่เหล็กจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้านี้จะถูกขยายให้แรงขึ้นด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้า จนเพียงพอที่จะทำให้ลำโพงสั่นสะเทือนเป็นเสียงอีกครั้งหนึ่ง ดังแผนภาพ 2.21

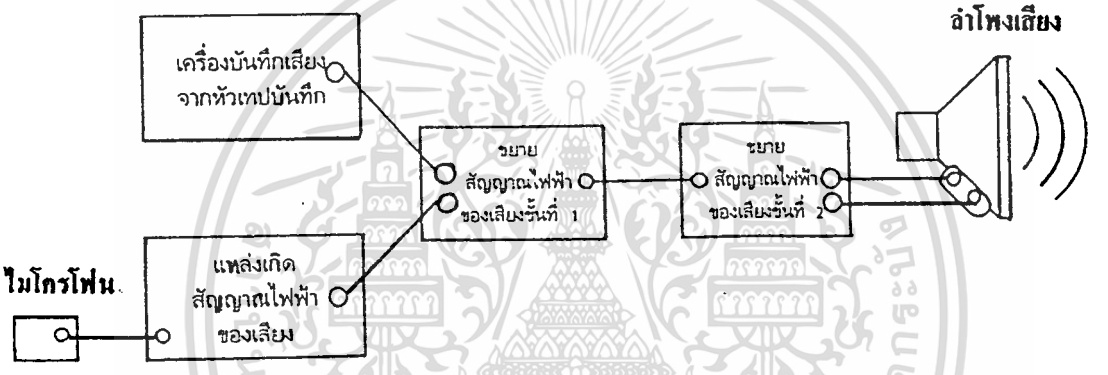


ภาพที่ 2.21 แผนภาพแสดงการเล่นเครื่องบันทึกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เครื่องขยายเสียง (amplifier) คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงโดยใช้ไมโครโฟนเปลี่ยนเสียงพูด หรือเสียงร้องเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ขยายสัญญาณเสียงที่อยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้าให้แรงขึ้น จนทำให้ลำโพงสั่นสะเทือนเป็นเสียง ดังแผนภาพ 2.22

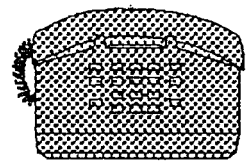


ภาพที่ 2.22 แผนภาพแสดงการขยายเสียง

ตัวอย่างของเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานกล และพลังงานเสียง อย่างใดอย่างหนึ่ง แต่มีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ได้หลายอย่างในขณะเดียวกัน เช่น หลอดไฟ เครื่องบันทึกเสียง เครื่องรับโทรทัศน์ เตารีดไฟฟ้า เครื่องเป่าผม เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น

ตัวอย่าง หลอดไฟ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานความร้อน และพลังงานแสง เครื่องรับโทรทัศน์ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานเสียง พลังงานแสง และความร้อน เครื่องเป่าผม เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานความร้อน และพลังงานกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....กลุ่มที่ .....

<u>คำสั่ง</u> เมื่อนักเรียนศึกษาเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงจบแล้ว ให้ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนสรุปเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลอย่างย่อ ๆ

.....

.....

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงมีหลักการทำงานโดยทั่วไปอย่างไร

.....

.....

3. เครื่องใช้ไฟฟ้าพลังงานเสียงมีส่วนประกอบอะไร

.....

.....

4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงในบ้านของนักเรียนได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

5. เครื่องรับวิทยุเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงอย่างไร

.....

.....

6. เครื่องบันทึกเสียงนั้นบันทึกเสียงอย่างไร

.....

.....

7. เครื่องบันทึกเสียงทำให้เสียงเกิดขึ้นอีกครั้งได้อย่างไร

.....

.....

8. เสาอากาศในเครื่องรับวิทยุทำหน้าที่อะไร

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. หัวเทปในเครื่องบันทึกเสียงนั้นทำหน้าที่อะไร

.....

10. ให้นักเรียนยกตัวอย่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานอื่นได้หลายอย่างในขณะเดียวกัน

.....

.....

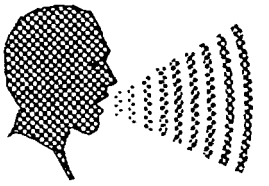
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง

1. ให้นักเรียนสรุปเรื่องเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลอย่างย่อ ๆ
(เครื่องใช้ไฟฟ้าให้พลังงานกลเป็นการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลที่มีมอเตอร์เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ พัดลม เครื่องซักผ้า เป็นต้น)
2. เครื่องใช้พลังงานที่ให้พลังงานเสียง มีหลักการทำงานโดยทั่วไปอย่างไร
(เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง)
3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง มีส่วนประกอบอะไร
(ประกอบด้วยไมโครโฟนและลำโพง)
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียงในบ้านของนักเรียนได้แก่อะไรบ้าง
(เครื่องรับวิทยุ, เครื่องบันทึกเสียง, เครื่องขยายเสียง)
5. เครื่องรับวิทยุเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียงอย่างไร
(เมื่อรับคลื่นวิทยุจากสถานีวิทยุกระจายเสียงมาทำให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และขยายสัญญาไฟฟ้าให้แรงขึ้นจนทำให้ลำโพงสั่นสะเทือนเป็นเสียงได้)
6. เครื่องบันทึกเสียงนั้นบันทึกเสียงอย่างไร
(โดยใช้ไมโครโฟนเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า และขยายสัญญาณจนมีกำลังพอที่จะเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณแม่เหล็กลงแถบบันทึกเสียง)
7. เครื่องบันทึกเสียงทำให้เสียงเกิดขึ้นอีกครั้งได้อย่างไร
(การเล่นเครื่องบันทึกเสียง สัญญาณแม่เหล็กจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า และมีการขยายสัญญาณให้แรงพอส่งสัญญาณสู่ลำโพงให้สั่นสะเทือนจนเป็นเสียงอีกครั้ง)
8. เสาอากาศในเครื่องรับวิทยุทำหน้าที่อะไร
(รับคลื่นวิทยุ)
9. ลำโพงและไมโครโฟนทำหน้าที่แตกต่างกันอย่างไร
(ลำโพง ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง
ไมโครโฟน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า)
10. ให้นักเรียนยกตัวอย่าง เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานอื่นได้หลายอย่างในขณะเดียวกัน
(เครื่องรับโทรทัศน์, เครื่องเป่าผม, หลอดไฟ, เครื่องบันทึกเสียง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

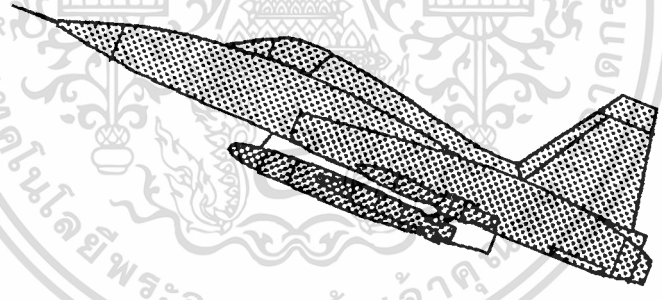
บทสรุป
หน่วยที่ 2
เรื่อง เครื่องใช้ไฟฟ้า



1. **เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้แสงสว่าง** ได้แก่ หลอดไฟฟ้า หลอดเรืองแสง หลอดนีออน หลอดแบบประหยัด และหลอดแสงจันทร์
2. หลอดไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนที่ไส้หลอด
3. หลอดเรืองแสงประกอบด้วย สตาร์ตเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติ ส่วนแบลลัสต์ทำหน้าที่เพิ่มความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า
4. **การทำงานของหลอดเรืองแสง** เกิดขึ้นจากอิเล็กตรอนที่ไส้หลอด ชนอะตอมของไอปรอทให้รังสีอัลตราไวโอเลต ถ้ารังสีนี้มาถูกสารเรืองแสงที่ฉาบข้างหลอด ทำให้สารเปล่งแสงสว่างออกมาได้ ส่วนจะเป็นสีใดนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ใช้
5. **การใช้หลอดเรืองแสง** จะสิ้นเปลืองค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ สูงกว่าการใช้หลอดไฟฟ้า แต่เมื่อคิดการใช้งานระยะยาวแล้ว การใช้หลอดเรืองแสงจะคุ้มกว่า และหลอดเรืองแสงจะให้แสงสว่างมากกว่าเมื่อกำลังไฟฟ้าเท่ากัน แต่การอ่านหนังสือควรใช้หลอดไฟฟ้ามากกว่าการใช้หลอดเรืองแสง
6. **หลอดไฟโฆษณา** เป็นหลอดบรรจุก๊าซที่ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงมาก ประมาณ 10,000 โวลต์ หลอดชนิดนี้ไม่มีไส้หลอด ส่วนจะเป็นสีใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซที่ใช้ เช่น ก๊าซนีออนให้แสงสีแดง ก๊าซฮีเลียมให้แสงสีชมพู เป็นต้น
7. **เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน** ได้แก่ เตาไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เป็นต้น
8. **เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อนมีส่วนประกอบที่สำคัญ** คือ ขดลวดหรือแผ่นความร้อนที่ทำด้วยโลหะผสมระหว่างนิเกิลและโครเมียม เรียกว่า ลวดนิโครม ลวดนี้มีความต้านทานสูง มีจุดหลอมเหลวสูง ซึ่งจะให้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ เมื่อเลิกใช้จะต้องปลดเต้าเสียบ และต้องตรวจดูสายไฟเต้าเสียบ เต้ารับ ให้อยู่ในสภาพดีเสมอ
9. **เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล** ได้แก่ เครื่องใช้ที่มีมอเตอร์ทุกชนิด เช่น ตู้เย็น พัดลม และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น เครื่องใช้เหล่านี้อาศัยการผลักดันของสนามแม่เหล็ก ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของการหมุน ซึ่งอาจจะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือกระแสตรงก็ได้
10. **เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานเสียง** ได้แก่ เครื่องรับวิทยุ เครื่องบันทึกเสียง และเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. **เครื่องรับวิทยุ** รับคลื่นจากสถานีส่งแล้วใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าขยายสัญญาณไฟฟ้าให้แรงขึ้น ส่งไปยังลำโพง ซึ่งเกิดอำนาจแม่เหล็ก ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเป็นเสียง
12. **เครื่องบันทึกเสียง** ใช้ไมโครโฟนเปลี่ยนเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ขยายสัญญาณแล้วบันทึกลงบนแถบบันทึกเสียในรูปสัญญาณแม่เหล็ก ซึ่งขณะเล่นสัญญาณแม่เหล็กจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าขยายให้แรงขึ้น เพียงพอที่จะให้เกิดอำนาจแม่เหล็กในลำโพง เกิดการสั่นสะเทือนเป็นเสียงอีกครั้งหนึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนก จันทร์ขจร และคณะ. 2538. **คู่สร้างแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

ชุลี ชัยพิพัฒน์ และคณะ. 2538. **วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

นภัทร วัจนเทพินทร์ และอร่ามศรี อาภาอดุล. 2531. **ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : เจริญธรรม.

ปรีชา สุวรรณพินิจ และคณะ. **คู่มือวิทยาศาสตร์ ม.3. ม.ป.ป.** กรุงเทพฯ : Science Center.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. ม.ป.ป. **กิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟ แมเนจเม้นท์.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. กองส่งเสริมมาตรฐาน. ม.ป.ป. **คู่มือการซื้อและการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน.** กรุงเทพฯ : เอกสารแผ่นพับ.

รัตนาภรณ์ อิทธิไพสิฐพันธ์ และสุภาภรณ์ ทรินทรนิตย์. ม.ป.ป. **วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : นิยมวิทยา.

ระวิ สงวนทรัพย์. 2529. **พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ลิขิต ฉัตรสกุล และคณะ. 2529. **แบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วินัย วิทยาลัย. ม.ป.ป. **แบบฝึกหัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.3.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2536. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2535. **คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ว 306.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2514. **แบบเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเล่ม 2 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

สมาน แก้วไวยุทธ และสถาพร ทัพพะกุล. ม.ป.ป. วิทยาศาสตร์ ม.3 เล่ม 6 ว 306. กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2535. **คู่มือตรวจซ่อม รักษาเครื่องใช้ไฟฟ้า.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : รุ่งวัฒนา.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2536. **ศัพท์วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น ม.1-ม.6.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2533. **สารานุกรมวิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชนชุดที่ 1.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

Mac Intyre, James. 2533. **ศัพท์เทคนิค.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารประกอบการเรียน

รายวิชา

ว 306

วิทยาศาสตร์

หน่วยที่ 3

เรื่อง กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

โดย

นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร

หมวดวิชาวิทยาศาสตร์

โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในการจัดทำเอกสารประกอบการเรียนแต่ละหน่วย ผู้สอนได้จัดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) และจัดกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ และฝึกด้านมโนทัศน์เกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจ และการนำความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ผู้สอนหวังว่าเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ แต่ละหน่วยจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในด้านการคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาได้ และสามารถดำรงชีวิตในสังคมยุคโลกาภิวัตน์ หรือยุคการสื่อสารไร้พรมแดนได้อย่างมีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
วิธีการศึกษา	250
แผนการสอนประจำหน่วยที่ 3	254
ตอนที่ 3.1 กำลังไฟฟ้า	256
เรื่อง 3.1.1 กำลังไฟฟ้า	257
แบบฝึกหัด เรื่องกำลังไฟฟ้า	261
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องกำลังไฟฟ้า	264
ตอนที่ 3.2 พลังงานไฟฟ้า	267
เรื่องที่ 3.2.1 พลังงานไฟฟ้า	268
วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	274
แบบฝึกหัด เรื่องพลังงานไฟฟ้า	277
เฉลยแบบฝึกหัด เรื่องพลังงานไฟฟ้า	280
บทสรุปหน่วยที่ 3	283
บรรณานุกรม	284

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 ตัวเลขกำหนดค่าความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าบนเครื่องใช้ไฟฟ้า 257
3.2 มาตรไฟฟ้า 269
3.3 ตัวอย่างใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า 270

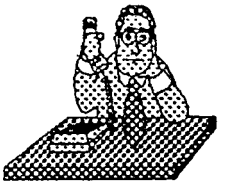
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยประมาณ 259
3.2 แสดงอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นรายเดือน (สำหรับที่อยู่อาศัย) 271

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีการศึกษา

การศึกษาเอกสารประกอบการเรียนรายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับนักเรียนศึกษาด้วยตนเอง มีวิธีการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาแผนการสอนประจำหน่วย มโนทัศน์ จุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละตอน แล้วจึงศึกษารายละเอียดของเนื้อหาในแต่ละตอนจนจบ

2. ในกรณีที่ตอนใดมีใบงาน ให้นักเรียนศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติตามใบงาน ซึ่งเป็นกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตรขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ดังนี้

1. การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน สมมติฐานหรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้ามักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (ตัวแปรอิสระ) กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบได้ภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้ สมมติฐานที่ดีจะเป็นแนวทางในการออกแบบการทดลอง เนื้อหา คำตอบของปัญหา หรือแก้ปัญหาอันจะได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ

2. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ) ให้เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดได้ ทักษะนี้มีเป้าหมายให้เข้าใจความหมาย ความสำคัญของการให้นิยมปฏิบัติการของตัวแปร

3. การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ

ตัวแปร หมายถึง สิ่งที่เปลี่ยนแปลงหรือแตกต่างไปจากที่เป็นอยู่เดิมเมื่ออยู่ในสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่ง ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองในทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

3.1 ตัวแปรต้น หมายถึง สิ่งที่เป็นเหตุที่ทำให้เกิดผลต่างๆ หรือสิ่งที่เราต้องการทดลองดูว่าเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่

3.2 ตัวแปรตาม หมายถึง สิ่งที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นหรือสิ่งที่เป็นสาเหตุเปลี่ยนไป ตัวแปรตามหรือสิ่งที่เป็นผลจะเปลี่ยนตามไปด้วย

3.3 ตัวแปรควบคุม หมายถึง สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรที่มีผลต่อการทดลองด้วย ซึ่งจะต้องควบคุมให้เหมือน ๆ กัน มิเช่นนั้นอาจทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบ หรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

4.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริง เพื่อกำหนดวิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนด และควบคุมตัวแปร) อุปกรณ์และ/หรือสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง

4.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง

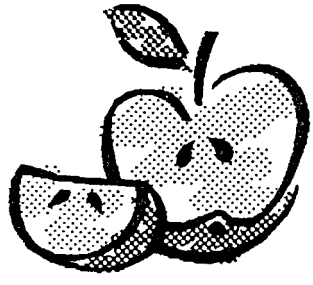
4.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลการสังเกต การวัด และอื่นๆ ได้อย่างคล่องแคล่ว และถูกต้อง การบันทึกผลการทดลองอาจอยู่ในรูปตารางหรือการเขียนกราฟ ซึ่งโดยทั่วไปจะแสดงค่าของตัวแปรต้นบนแกนนอน และค่าของตัวแปรตามบนแกนตั้ง โดยเฉพาะในแต่ละแกนต้องใช้สเกลที่เหมาะสม

5. การตีความหมายและลงข้อสรุป

การตีความหมาย หมายถึง การแปลความหมาย หรือการอธิบายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่

การลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่าง	(ปัญหา)	ลูกไก่เจริญเติบโตด้วยข้าวชนิดใด
	(สมมติฐาน)	รำข้าวมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกไก่มากกว่าปลายข้าว
	(นิยมเชิงปฏิบัติการ)	การเจริญเติบโตของลูกไก่ หมายถึง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการชั่งน้ำหนักครั้งแรก
	(ตัวแปรต้น)	ชนิดของข้าว คือ รำข้าว และปลายข้าว
	(ตัวแปรตาม)	การเจริญเติบโตของลูกไก่
	(ตัวแปรควบคุม)	อายุของลูกไก่ น้ำหนักของลูกไก่ พันธุ์ของลูกไก่ สถานที่เลี้ยง ปริมาณน้ำ ระยะเวลาในการเลี้ยง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปขั้นตอนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

การตั้งสมมติฐาน → การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ → การกำหนดและควบคุมตัวแปร

↓

การทดลอง → การตีความหมายและลงข้อสรุป

3. เมื่อจบการศึกษาแต่ละตอนให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อเป็นการทบทวนด้านมโนทัศน์ต่าง ๆ

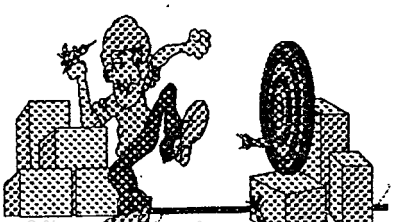
มโนทัศน์ หมายถึง การสรุปความคิด ความเข้าใจ เกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้รับจากการสังเกต จากความรู้เดิมเชื่อมกับความรู้ใหม่ นำมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันอย่างมีความหมาย

กิจกรรมแบบฝึกหัดด้านมโนทัศน์วัดด้านพุทธิพิสัยซึ่งมีความสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2538 : 3-16) ตามแนวคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer : 1971) จำนวน 3 ข้อ ใน 4 ข้อ ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์ นิยาม มโนทัศน์ ข้อตกลง การจัดประเภท เทคนิค วิธีการ หลักการ กฎ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญๆ ทางด้านวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย แปลความ ตีความ สร้างข้อสรุป ขยายความ เปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ อธิบาย ชี้แจง จำแนกจัดเข้าหมวดหมู่ ยกตัวอย่าง ให้เหตุผล จับใจความ เขียนภาพประกอบ ตัดสินเลือก แสดงความคิดเห็น จัดเรียงลำดับ อ่านกราฟแผนภูมิและแผนภาพได้

3. การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานความรู้ และนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินค่า ตลอดจนใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาได้ (ส่วนข้อที่ 4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แยกศึกษารายละเอียดดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

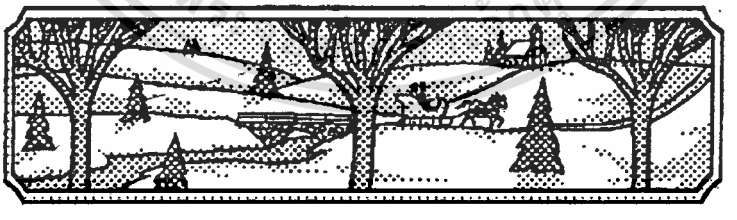
ทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแบบฝึกหัดด้านมโนทัศน์ จะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนสามารถนำความรู้ ความเข้าใจ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตได้

4. ผู้เรียนต้องศึกษาเอกสารประกอบการเรียนด้วยความตั้งใจ และซื่อสัตย์ต่อตนเอง เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมแต่ละเรื่องจบแล้ว นักเรียนสามารถตรวจสอบความถูกต้องจากเฉลยที่อยู่หน้าถัดไป โดยนักเรียนต้องไม่เปิดเฉลยล่วงหน้าก่อนทำกิจกรรม

5. กิจกรรมแต่ละตอนสำหรับวัดความเข้าใจ ความรู้ การนำไปใช้และทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนเท่านั้น เมื่อไม่เข้าใจหรือทำผิดให้กลับไปทบทวนศึกษาแต่ละตอนอีกครั้ง

6.เมื่อนักเรียนศึกษาและทำกิจกรรมแต่ละตอนจบแล้ว นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายซักถามเพื่อสรุปความรู้ ความเข้าใจ และเชื่อมความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ โดยผู้สอน จะเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มเติมและปรับปรุงแก้ไข

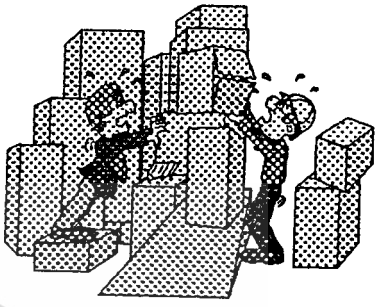
7. เมื่อนักเรียนศึกษาทั้ง 3 หน่วยจบแล้ว นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยคาดว่านักเรียนจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 2 ด้านสูงขึ้นกว่าการเรียนตามปกติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการสอนประจำหน่วย	จำนวน 3 คาบ

ชุดวิชา วิทยาศาสตร์ (ว 306)
หน่วยที่ 3 กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า
ตอนที่ 3.1 กำลังไฟฟ้า
3.2 พลังงานไฟฟ้า



มโนทัศน์

1. กำลังไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับ ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า ดังนี้
   กำลังไฟฟ้า = ความต่างศักย์ X กระแสไฟฟ้า
2. พลังงานไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับ กำลังไฟฟ้า และเวลา ดังนี้
   พลังงานไฟฟ้า = กำลังไฟฟ้า X เวลา
3. การเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าเหมาะสม จะทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 3 จบแล้ว นักเรียนสามารถ
คำนวณหากำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้า ตลอดจนรู้จักวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

กิจกรรมระหว่างเรียน

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน
2. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียน ตอนที่ 3.1 - 3.2
3. ซักถามและอภิปรายร่วมกัน
4. ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองตามที่มอบหมายในใบงาน โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยกระบวนการกลุ่ม
5. ปฏิบัติกิจกรรมแบบฝึกหัดตามที่มอบหมายในใบงาน
6. ร่วมกันอภิปรายใบงานและแบบฝึกหัดเพื่อเพิ่มเติม และปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียน รายวิชา ว306 วิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่องกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า
2. ใบงานกิจกรรมการทดลองโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. กิจกรรมแบบฝึกหัด

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายและการตอบคำถาม
2. จากใบงานกิจกรรมการทดลอง
3. จากแบบฝึกหัด

เมื่อนักเรียนอ่านแผนการสอนจบแล้ว ให้ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3.1
กำลังไฟฟ้า

ให้นักเรียนอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 3.1 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง 3.1.1

กำลังไฟฟ้า

มโนทัศน์

1. กำลังไฟฟ้าคือ พลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ไปในเวลา 1 วินาที
2. สูตรกำลังไฟฟ้า = ความต่างศักย์ X กระแสไฟฟ้า
3. วิธีเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าเหมาะสมกับการใช้งาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

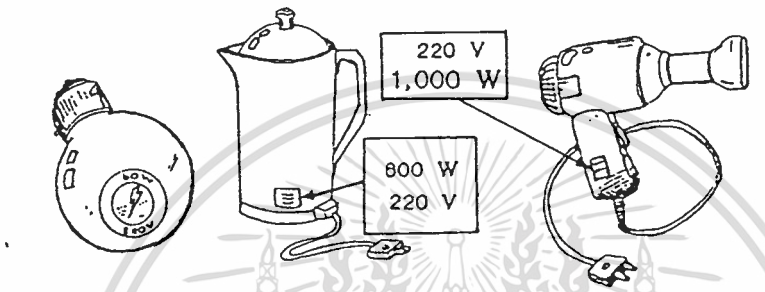
เมื่อศึกษาตอนที่ 3.1 จบแล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของกำลังไฟฟ้าได้
2. สรุปความสัมพันธ์และคำนวณหากำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดได้
3. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้าเหมาะสมกับการใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 3.1.1 กำลังไฟฟ้า

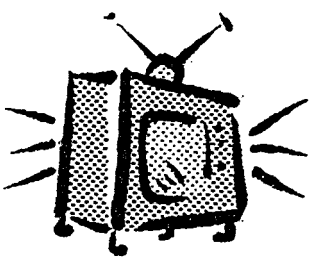
เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านจะมีตัวเลขกำกับที่ตัวเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อบอกค่าความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น



ภาพที่ 3.1 ตัวเลขกำหนดค่าความต่างศักย์และกำลังไฟฟ้าบนเครื่องใช้ไฟฟ้า

เช่น หลอดไฟฟ้ามีตัวเลขกำกับว่า 220 V 60 W มีความหมายดังนี้ คือ หลอดไฟฟ้านี้ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ และจะให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 60 วัตต์ หรือใช้พลังงานไฟฟ้า 60 จูล ใน เวลา 1 วินาที หลอดไฟนี้จะใช้กระแสไฟฟ้า 60/220 แอมแปร์

กำลังไฟฟ้า (electric power) หมายถึง กำลังที่ได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าไปในเวลา 1 วินาที
กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 จูล ในเวลา 1 วินาที
หน่วยของกำลังไฟฟ้า คือ วัตต์ (watt) หรือ จูล/วินาที (joule/second)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า

1. กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = $\frac{\text{พลังงานไฟฟ้า (จูล)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$

$$P = \frac{W}{t}$$

หรือ

$$W = Pt$$

$$W = VIt$$

2. กำลังไฟฟ้า = ผลคูณระหว่างความต่างศักย์กับกระแสไฟฟ้า

$$P = VI$$

กำหนดให้ P = กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น วัตต์ (W) หรือ จูล/วินาที (J/s)

V = ความต่างศักย์มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I = กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

ความสำคัญของกำลังไฟฟ้า

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดต้องการกระแสไฟฟ้าต่างกัน
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดเดียวกัน แต่ขนาดต่างกัน ก็ใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน
3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูงเป็นเวลานาน พลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะมากขึ้น
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้ความร้อน หรืออุปกรณ์เครื่องทำความเย็น เช่น เครื่องปรับอากาศ จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น
5. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้ามาก แสดงว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้กำลังไฟฟ้ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยประมาณ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
1. พัดลมตั้งพื้น	25-75
2. พัดลมเพดาน	70-100
3. หม้อหุงข้าว	450-800
4. เตารีดไฟฟ้า	750-1,200
5. เครื่องทำน้ำร้อนในห้องน้ำ	900-4,800
6. เครื่องปิ้งขนมปัง	800-1,000
7. เครื่องเป่าผม	400-1,000
8. เครื่องซักผ้า	400-1,400
9. กระทะไฟฟ้า	1,050
10. ตู้เย็น 4-10 คิว	70-145
11. เครื่องปรับอากาศ	1,200-2,300
12. เครื่องดูดฝุ่น	750-1,200
13. เตาไฟฟ้า (เดี่ยว)	300-1,500
14. โทรทัศน์ (ขาว-ดำ)	28-150
15. โทรทัศน์สี	80-180
16. วีดีโอ	25-50

ตัวอย่าง เครื่องสูบน้ำเครื่องหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 2,200 วัตต์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 220 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าไร

วิธีทำ เครื่องสูบน้ำใช้กำลังไฟฟ้า P = 2,200 วัตต์

ความต่างศักย์ของเครื่องสูบน้ำ V = 220 โวลต์

จากสูตร $P = VI$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $2,200 = 220 \times I$

$$I = \frac{2,200}{220} = 10 \text{ แอมแปร์}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องสูบน้ำ = 10 แอมแปร์

ตัวอย่าง กระแสไฟฟ้าที่ผ่านพัดลมเครื่องหนึ่งวัดได้ 0.02 แอมแปร์ เมื่อพัดลมต่อกับความต่างศักย์ 220 โวลต์ พัดลมนี้จะใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ กระแสไฟฟ้าผ่านพัดลม $I = 0.20$ แอมแปร์

พัดลมต่อกับความต่างศักย์ $V = 220$ โวลต์

จากสูตร $P = VI$

ดังนั้น $P = 220 \times 0.20$

$= 44$ วัตต์

พัดลมนี้ใช้กำลังไฟฟ้า 44 วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง กำลังไฟฟ้า

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

<u>คำสั่ง</u> จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่าให้ได้ใจความสมบูรณ์หรือถูกต้อง

1. กำลังไฟฟ้าหมายถึงอะไร

.....

.....

2. กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ หมายถึงอะไร

.....

.....

3. ตัวเลขที่กำกับบนเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น กระทะไฟฟ้า 220 โวลต์, 1,050 วัตต์ หมายความว่าอย่างไร

.....

.....

4. จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้ากับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า

.....

.....

5. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตู้เย็นเครื่องหนึ่งได้ 0.5 แอมแปร์ เมื่อตู้เย็นต่อความต่างศักย์ 220 โวลต์ ใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วิทยุเครื่องหนึ่งใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ 9 โวลต์ และวิทยุเครื่องนี้ใช้กำลังไฟฟ้า 3 วัตต์ กระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ไหลผ่านวงจรของวิทยุเป็นเท่าใด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. หลอดไฟฟ้าดวงหนึ่งใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 110 โวลต์ หลอดไฟฟ้าดวงนี้ใช้กำลังไฟฟ้า 40 วัตต์ จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าใด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. กระบอกไฟฉายอันหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 1.2 วัตต์ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 0.2 แอมแปร์ จะใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์กี่โวลต์

วิธีทำ.....

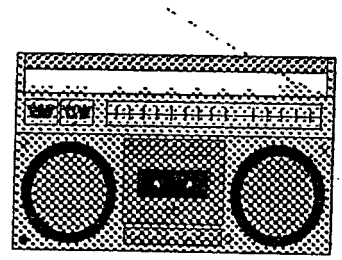
.....

.....

.....

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

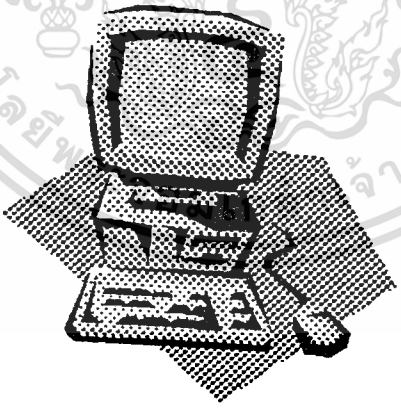
9. ให้นักเรียนสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 3 ชนิด เพื่อบันทึกกำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้สูตร P = VI

ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความต่างศักย์ (โวลต์)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า (แอมแปร์)
1.	.....	.....	.....
2.	.....	.....	.....
3.	.....	.....	.....

10. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดในบ้าน (ข้อ 9) ที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด และน้อยที่สุด

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง กำลังไฟฟ้า

1. กำลังไฟฟ้าหมายถึงอะไร

   (หมายถึงกำลังที่ได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าไปในเวลา 1 วินาที)

2. กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ หมายถึงอะไร

   (การใช้พลังงานไฟฟ้า 1 จูล ใน 1 วินาที)

3. ตัวเลขที่กำกับบนเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น กระทะไฟฟ้า 220 โวลต์, 1,050 วัตต์ หมายความว่าอย่างไร

   (กระทะไฟฟ้านี้ใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ และใช้พลังงานไฟฟ้า 1,050 จูล ในเวลา 1 วินาที)

4. จงเขียนความสัมพันธ์ระหว่างไฟฟ้ากับความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้า

   ($P = VI$

   เมื่อ P = กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ หรือจูล/วินาที

   V = ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็นโวลต์

   I = กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ **)**

5. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตู้เย็นเครื่องหนึ่งได้ 0.5 แอมแปร์ เมื่อตู้เย็นต่อความต่างศักย์ 220 โวลต์ ใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด

   วิธีทำ **(กระแสไฟฟ้าผ่านตู้เย็นได้** $I = 0.5$ **แอมแปร์**

   ความต่างศักย์ $V = 220$ โวลต์

   สูตร $P = VI$

   $P = 220 \times .05$

   $= 110$ วัตต์

   ตู้เย็นใช้กำลังไฟฟ้า 110 วัตต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. วิทยุเครื่องหนึ่งใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ 9 โวลต์ และวิทยุเครื่องนี้ใช้กำลังไฟฟ้า 3 วัตต์ กระแสไฟฟ้าทั้งหมดที่ไหลผ่านวงจรของวิทยุเป็นเท่าใด

วิธีทำ (ความต่างศักย์ V = 9 โวลต์

กำลังไฟฟ้า P = 3 วัตต์

สูตร P = VI

$3 = 9 \times I$

$I = \frac{3}{9} = \frac{1}{3} = 0.33$ แอมแปร์

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรของวิทยุเป็น 0.33 แอมแปร์

7. หลอดไฟฟ้าดวงหนึ่งใช้กับกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 110 โวลต์ หลอดไฟฟ้าดวงนี้ใช้กำลังไฟฟ้า 40 วัตต์ จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าใด

วิธีทำ (ความต่างศักย์ V = 110 โวลต์

กำลังไฟฟ้า P = 40 วัตต์

สูตร P = VI

$40 = 110 \times I$

$I = \frac{40}{110} = 0.33$ แอมแปร์

จะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 0.36 แอมแปร์)

8. กระบอกไฟฉายอันหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 1.2 วัตต์ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 0.2 แอมแปร์ จะใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์กี่โวลต์

วิธีทำ (กำลังไฟฟ้า P = 1.2 วัตต์

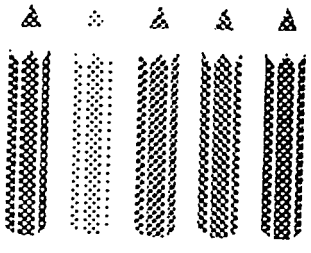
กระแสไฟฟ้า I = 0.2 แอมแปร์

สูตร P = VI

$1.2 = V \times 0.2$

$V = \frac{1.2}{0.2} = 6$ โวลต์

จะใช้แบตเตอรี่ที่มีความต่างศักย์ 6 โวลต์)

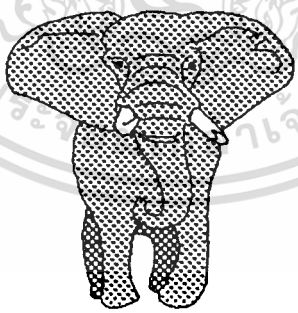


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ให้นักเรียนสำรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน 3 ชนิด เพื่อบันทึกกำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าโดยใช้สูตร P = VI

ชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความต่างศักย์ (โวลต์)	ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า (แอมแปร์)
1. (หม้อหุงข้าว)	(550)	(220)	(2.5)
2. (พัดลม)	(45)	(220)	(0.20)
3. (เตารีดไฟฟ้า)	(1,000)	(220)	(4.5)

10. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใดในบ้าน (ข้อ 9) ที่ใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด และน้อยที่สุด
(เตารีดไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้ามากที่สุด, พัดลมใช้กระแสไฟฟ้าน้อยที่สุด)

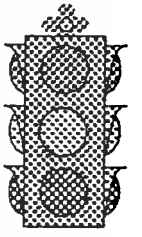


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3.2
พลังงานไฟฟ้า

ให้นักเรียอ่านหัวเรื่อง มโนทัศน์ และจุดประสงค์การเรียนรู้ตอนที่ 3.2 แล้วจึงศึกษารายละเอียดต่อไป

หัวเรื่อง 3.2.1



พลังงานไฟฟ้า

มโนทัศน์

1. พลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมงคือ การใช้พลังงนไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. พลังงานไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้าและเวลา ดังนี้

   พลังงานไฟ = พลังงานไฟฟ้า X เวลา
3. มาตรไฟฟ้าเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้า
4. วิธีเลือกและใช้ไฟฟ้าในบ้านเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาตอนที่ 3.2 จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของพลังงานไฟฟ้า และมาตรไฟฟ้าได้
2. สรุปความสัมพันธ์และคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วยเพื่อคำนวณเงินค่าไฟฟ้าได้
3. ตระหนักถึงความจำเป็นในการรู้จักเลือก รู้จักใช้ไฟฟ้าในบ้านเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องที่ 3.2.1 พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (electric energy) คือพลังงานที่เกี่ยวเนื่องกับประจุไฟฟ้า และการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็นวัตต์/วินาที (จูล) หรือกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย (ยูนิต-unit)

การคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้า มี 2 วิธี

1. ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นจูล เป็นการคำนวณหาปริมาณไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองไปอันเกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

   สูตรคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

   พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) x เวลา (วินาที)

   W = Pt จูล (วัตต์ - วินาที)

   กำหนดให้ W = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็นจูล (J) หรือวัตต์-วินาที
   P = กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
   t = เวลาที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวินาที (s)

2. ปริมาณวัดพลังงานไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ หน่วย (ยูนิต) โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้า เป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย หรือยูนิต (unit) เพื่อประโยชน์ในการจัดเก็บค่าไฟฟ้า

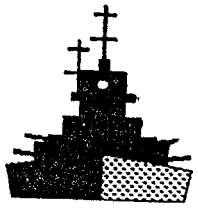
   พลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์. หรือ 1,000 วัตต์ เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง (1 กิโลวัตต์ = 1,000 วัตต์)

   สูตรคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้า

   พลังงานไฟฟ้า(กิโลวัตต์-ชั่วโมงหรือหน่วย) = กำลังไฟฟ้า(กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)

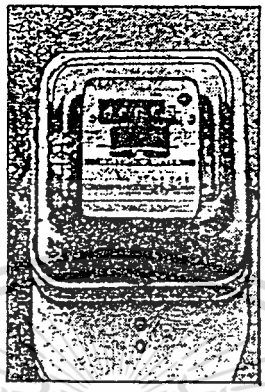
   จึงได้สูตรในลักษณะเดียวกับข้างต้น แต่มีหน่วยใหญ่กว่าดังนี้

   W = Pt กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย unit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรไฟฟ้า (kilowatt hour meter) คือ เครื่องมือที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารบ้านเรือน โดยวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย มาตรไฟฟ้าจึงอาจเรียกว่า กิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์ หรือมิเตอร์วัดไฟฟ้า หรือเรียกสั้น ๆ ว่ามิเตอร์ มีลักษณะดังรูป 3.2



ภาพที่ 3.2 มาตรไฟฟ้า

ขนาดของมาตรไฟฟ้า

มาตรไฟฟ้ามีขนาดต่าง ๆ กัน กำหนดตามปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านใน 1 วินาที เช่น มาตรไฟฟ้าขนาด 5, 10, 15, 50 แอมแปร์ เป็นต้น

บ้านที่อยู่อาศัยโดยทั่วไปใช้มาตรไฟฟ้าขนาด 5 หรือ 15 แอมแปร์ แต่ถ้าเป็นสถานที่ที่ต้องใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังไฟฟ้าสูงมาก ๆ ก็ต้องเลือกใช้มาตรไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น

การคิดเงินค่าไฟฟ้า

การคิดค่าไฟฟ้าจะคิดในอัตราก้าวหน้านั่นคือ เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้ามาก จะต้องเสียเงินค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยมากขึ้น

ในการเก็บเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้าน การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบ จะมีใบเสร็จแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป ดังรูป 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

ชื่อ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่อยู่ 926/1 บริเวณท้องฟ้าจำลอง สุขุมวิท เขตพระโขนง

ที่เครื่องวัดเลขที่	ประเภท	ตัวคูณ	ตามครั้งก่อน วันที่	เดือน	พ.ศ.	อ่านครั้งหลัง วันที่	เดือน	พ.ศ.	เลขอ่าน ครั้งก่อน	เลขอ่าน ครั้งหลัง
AY/107-022408	1		11	6	33	12	7	33	4902	4976

จำนวนหน่วย	พลังงานไฟฟ้า บาท	สต.	พลังไฟฟ้าสูงสุด กิโลวัตต์	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าธรรมเนียม บาท	สต.	ใบเสร็จรับเงินเลขที่
74	94	32					7483856

ส่วนลดค่าพลังงานไฟฟ้า บาท	สต.	ที่เงินรายได้	เงินเพิ่มตามกฎหมาย (ถ้ามี) บาท	รวมเงิน บาท	สต.
				94	32

การไฟฟ้านครหลวง

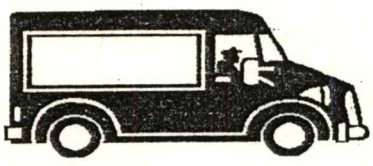
19 ก.ค. 2533

พนักงานการเงิน วันที่รับเงิน

(โปรดดูคำเตือนด้านหลัง)

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

ตัวเลขค่าพลังงานไฟฟ้าที่นำมาคิดเงินค่าไฟฟ้าได้จากผลต่างของตัวเลขพลังงานไฟฟ้าในเดือนหลังสุดกับในเดือนก่อนโดยคิดในอัตราก้าวหน้า ดังแสดงในตารางที่ 3.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

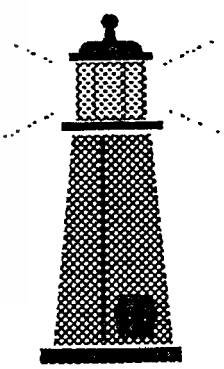
ตารางที่ 3.2 แสดงอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นรายเดือน (สำหรับที่อยู่อาศัย)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	ค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ (บาท)
5 หน่วยแรก หรือน้อยกว่า	5.00
10 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 6 - 15)	0.70
10 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 16 - 25)	0.90
10 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 26 - 35)	1.17
65 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 36 - 100)	1.58
50 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 101 - 150)	1.68
150 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 151 - 300)	1.76
100 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 301 - 400)	2.02
400 หน่วย ต่อไป (หน่วยที่ 401 - 800)	2.11
เกินกว่า 800 หน่วยขึ้นไป (หน่วยที่ 801 เป็นต้นไป)	2.43

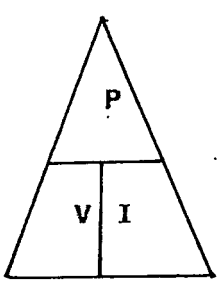
<u>หมายเหตุ</u> ค่าไฟฟ้าต่ำสุดเดือนละ 5 บาท

การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านจะสิ้นเปลืองพลังงานมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

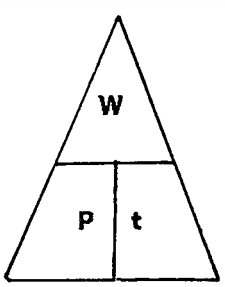
1. จำนวนและชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. กำลังไฟฟ้าที่กำกับบนเครื่องใช้ไฟฟ้า
3. ระยะเวลาที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า



สรุปสูตรกำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า



สูตรกำลังไฟฟ้า



สูตรพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ถ้า W เป็นจูล P เป็นวัตต์ t ต้องเป็นวินาที

ถ้า W เป็นหน่วยหรือกิโลวัตต์-ชั่วโมง P เป็นกิโลวัตต์ t ต้องเป็นชั่วโมง

วิธีเปลี่ยนหน่วย 1. วัตต์เป็นกิโลวัตต์ = $\frac{\text{จำนวนวัตต์}}{1,000}$

2. วินาทีเป็นชั่วโมง = $\frac{\text{จำนวนวินาที}}{3,600}$

ตัวอย่าง หลอดไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้า 60 วัตต์ ถ้าเปิดไว้นาน 2 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานกี่จูล

วิธีทำ หลอดไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้า P = 60 วัตต์

เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง t = 2 x 60 x 60 วินาที = 7,200 วินาที

จากสูตร **W = P x t**

ดังนั้น W = 60 x 7,200 = 432,00 จูล

จะสิ้นเปลืองพลังงาน 432,000 จูล

ตัวอย่าง เตารีดใช้กำลังไฟฟ้า 1,500 วัตต์ ถ้าใช้รีดเสื้อผ้าเป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานกี่หน่วย

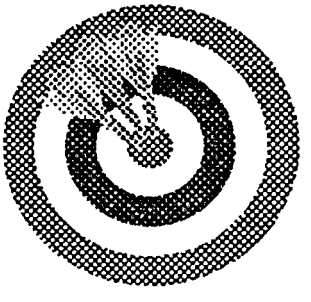
วิธีทำ เตารีดใช้กำลังไฟฟ้า = $\frac{1,500}{1,000}$ = 1.5 กิโลวัตต์

ใช้เวลา t = 2 ชั่วโมง

จากสูตร **W = P x t**

ดังนั้น W = 1.5 x 2 = 3 หน่วย

จะสิ้นเปลืองพลังงาน 3 หน่วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง หลอดไฟ 40 วัตต์ 3 ดวง หลอดไฟ 60 วัตต์ 2 ดวง หลอดไฟ 100 วัตต์ 2 ดวง ถ้าเปิดพร้อมกันจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมกันกี่กิโลวัตต์ และถ้าเปิดอยู่นาน 5 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานกี่หน่วย ถ้าไฟฟ้าหน่วยละ 1.50 บาท จะเสียเงินรวมเท่าไร

วิธีทำ หลอดไฟ 40 วัตต์ 3 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้ารวมกัน = 40 x 3 = 120 วัตต์

หลอดไฟ 60 วัตต์ 2 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้ารวมกัน = 60 x 2 = 120 วัตต์

หลอดไฟ 100 วัตต์ 2 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้ารวมกัน = 100 x 2 = 200 วัตต์

หลอดไฟทั้งหมด 7 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้ารวมกัน = 120+120+200 = 440 วัตต์

หลอดไฟฟ้าทั้งหมดมีกำลังไฟฟ้า $P = \frac{440}{1,000} = 0.44$ กิโลวัตต์

ใช้เวลาเปิดอยู่นาน $t = 5$ ชั่วโมง

จากสูตร $W = P \times t$

$W = 0.44 \times 5 = 2.20$ หน่วย

จะสิ้นเปลืองพลังงาน 2.2 หน่วย เสียค่าไฟฟ้าหน่วยละ 1.50 บาท

จะเสียเงินค่าพลังงานรวม 2.2 x 1.5 = 3.3 บาท

ดังนั้นการเปิดหลอดไฟ 7 ดวง เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะเสียเงินรวม 3.30 บาท

ตัวอย่าง จากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้าของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าไปทั้งสิ้น 74 หน่วย ให้แสดงวิธีการคำนวณเงินค่าพลังงานตามใบเสร็จ โดยคิดอัตราก้าวหน้า ตามตารางแสดงอัตราส่วน ค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นรายเดือน

วิธีทำ ค่าพลังงานไฟฟ้า 5 หน่วยแรก = 5 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 5-15 จำนวน 10 หน่วย หน่วยละ 0.70 บาท = 0.7 x 10 = 7 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 16-25 จำนวน 10 หน่วย หน่วยละ 0.90 บาท = 0.9 x 10 = 9 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 26-35 จำนวน 10 หน่วย หน่วยละ 1.17 บาท = 1.17 x10 = 11.70

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ 36-74 จำนวน 39 หน่วย หน่วยละ 1.58 บาท = 1.58 x 39 = 61.62

รวมเงินค่าไฟฟ้าใน 1 เดือน = 5 + 7 + 9 + 11.70 + 61.62 = 94.32 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1. หลอดไฟฟ้า

1.1 ควรปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง

1.2 เลือกใช้หลอดไฟฟ้าที่มีกำลังวัตต์เหมาะสมกับการใช้งาน

1.3 สำหรับบริเวณที่ต้องการความสว่างมาก ภายในอาคารควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนภายนอกอาคารควรเลือกใช้หลอดไอโซเดียม และไอปรอท

1.4 ควรแต่งห้องและใช้เฟอร์นิเจอร์สีอ่อน จะทำให้สะท้อนแสงดูสว่าง และออกแบบอาคารหรือห้องให้มีช่องรับแสงสว่างธรรมชาติมากขึ้น

1.5 ควรใช้ฝาครอบดวงโคมแบบใส หากไม่มีปัญหาเรื่องแสงจ้า และหมั่นทำความสะอาดอยู่เสมอ

1.6 พิจารณาใช้โคมไฟตั้งโต๊ะ สำหรับงานที่ต้องการแสงสว่างจุดเดียว

2. ตู้เย็น ตู้แช่

2.1 ตั้งอุณหภูมิพอสมควร

2.2 ไม่นำของที่ร้อนใส่ตู้เย็นหรือตู้แช่

2.3 ปิดประตูตู้เย็นให้สนิท

2.4 หากยางขอบประตูรั่วให้รีบแก้ไข

2.5 เลือกตู้เย็น หรือตู้แช่ชนิดมีประสิทธิภาพสูง

2.6 ปิดประตูตู้เย็นหรือตู้แช่ทันทีเมื่อนำของใส่หรือออก

2.7 ควรใช้ตู้เย็นขนาดเหมาะกับครอบครัว

2.8 ควรหมั่นทำความสะอาดแผงทำความร้อน

3. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

3.1 ใช้ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสมาชิกในครอบครัว

3.2 ควรดึงปลั๊กออกเมื่อข้าวสุกพอแล้ว

4. หม้อต้มน้ำ หม้อต้มกาแฟ

4.1 ใส่น้ำให้มีปริมาณตามระดับที่กำหนด

4.2 ควรปิดฝาให้สนิทขณะต้ม

4.3 ควรปิดสวิตช์ทันทีที่น้ำเดือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุ

5.1 ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อไม่ได้ดู

5.2 ควรถอดปลั๊กเมื่อไม่ใช้เป็นเวลานาน

6. เตาไฟฟ้า

6.1 ควรหรี่ไฟ และปิดฝาหม้อในกรณีที่ต้องเคี่ยว

6.2 ควรเตรียมเครื่องปรุงให้พร้อมก่อนใช้เตา

6.3 ควรใช้เตาชนิดมองไม่เห็นขดลวด ซึ่งไม่เสียความร้อนสูญเปล่า และปลอดภัยกว่า

6.4 ควรใช้ภาชนะก้นแบน มีขนาดพื้นที่ก้นเหมาะกับพื้นที่หน้าเตา และใช้ภาชนะที่มีเนื้อโลหะรับความร้อนได้ดี หากเป็นไปได้ให้ใช้หม้อที่ออกแบบสำหรับใช้กับเตาไฟฟ้าเท่านั้น

7. เครื่องทำน้ำร้อน

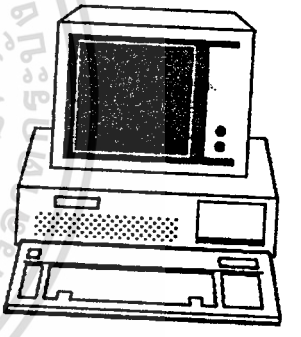
7.1 ใช้เครื่องขนาดพอสมควร

7.2 ปรับปุ่มความร้อนไม่ให้ร้อนเกินความจำเป็น

7.3 ปิดก๊อกทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน

7.4 ในฤดูร้อนไม่จำเป็นต้องใช้น้ำร้อนหรือน้ำอุ่น

7.5 ควรใช้น้ำอุ่นที่ได้จากแสงอาทิตย์



8. เครื่องเป่าผม

8.1 เช็ดผมก่อนใช้เครื่อง

8.2 ควรขยี้และสางผมไปด้วยขณะเป่า

9. เตารีด

9.1 ควรพรมน้ำเสื้อผ้าที่จะรีดพอสมควร อย่าให้เปียกเกินไป

9.2 ถอดปลั๊กออกเมื่อรีดผ้าเสร็จแล้วและเมื่อไม่ได้ใช้

9.3 ควรรีดผ้าคราวละมาก ๆ ติดต่อกันจนเสร็จ

9.4 ควรเริ่มรีดผ้าบาง ๆ ก่อน ขณะเตารีดยังไม่ร้อน

9.5 ควรดึงปลั๊กออกก่อนรีดเสร็จเพราะยังร้อนอีกนาน

9.6 ควรซักและตากผ้าโดยไม่ต้องบิด จะทำให้รีดง่ายขึ้น และใช้เวลาในการรีดน้อยลง

10. พัดลม

10.1 เปิดความเร็วลมพอสมควร

10.2 เปิดเฉพาะเวลาใช้งาน

10.3 ควรเปิดหน้าต่างให้ลมธรรมชาติแทนถ้าทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. เครื่องปั๊มน้ำ

11.1 ควรติดตั้งอุปกรณ์อัตโนมัติควบคุมระดับน้ำในถังและหมั่นปรับตั้งให้ถูกต้องเสมอ

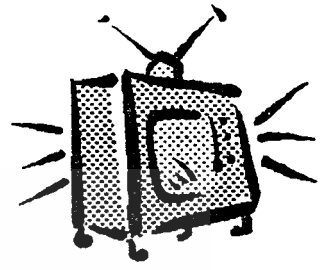
11.2 ติดตั้งท่อน้ำให้มีขนาดพอเหมาะกับขนาดปั๊ม

11.3 ควรใช้น้ำอย่างประหยัด

11.4 ควรติดตั้งถังเก็บน้ำในตำแหน่งที่ไม่สูงเกินไป

11.5 ควรตรวจแก้ไขจุดรั่วในระบบส่งน้ำสม่ำเสมอ

11.6 ควรปิดปั๊มเมื่อไม่มีการใช้น้ำ



12. มอเตอร์ไฟฟ้า

12.1 ควรตรวจสอบแก้ไข และอัดจาระบีตามวาระ

12.2 ปรับปรุงสายพานมอเตอร์ เช่น ปรับความตึงสายพาน หรือเปลี่ยนสายพานใหม่

12.3 พิจารณาเปลี่ยนระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์ เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์

13. เครื่องดูดฝุ่น

1.1 ควรอ่านคู่มือการใช้และปฏิบัติตามทุกขั้นตอน

1.2 ควรเอาฝุ่นในถุงทิ้งทุกครั้งที่ใช้แล้ว จะได้มีแรงดูดดีไม่เปลืองไฟ

14. เครื่องซักผ้า

14.1 ควรใส่ผ้าแต่พอเหมาะไม่น้อยเกินไป และไม่มากจนเกินกำลังเครื่อง

14.2 ควรใช้น้ำเย็นซักผ้า ส่วนน้ำร้อนให้ใช้เฉพาะกรณีที่มีรอยเปื้อนไขมันมาก

15. เครื่องปรับอากาศ

15.1 ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อไม่อยู่

15.2 ปิดประตู หน้าต่างให้มิดชิดไม่ให้ความเย็นรั่วไหล และใช้ผ้าม่านกันความร้อนจากภายนอก

15.3 ตั้งอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียส

15.4 ควรใช้เครื่องขนาดเหมาะสมกับขนาดของห้อง

15.5 ควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง

15.6 ควรติดตั้งเครื่องระดับสูงพอเหมาะ และให้อากาศร้อนระบายออกด้านหลังเครื่องได้สะดวก

15.7 ควรบุผนังห้องและหลังคาด้วยฉนวนกันความร้อน

15.8 ควรบำรุงรักษาเครื่องให้มีสภาพดีตลอดเวลา

15.9 ควรหมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ และแผงระบายความร้อน

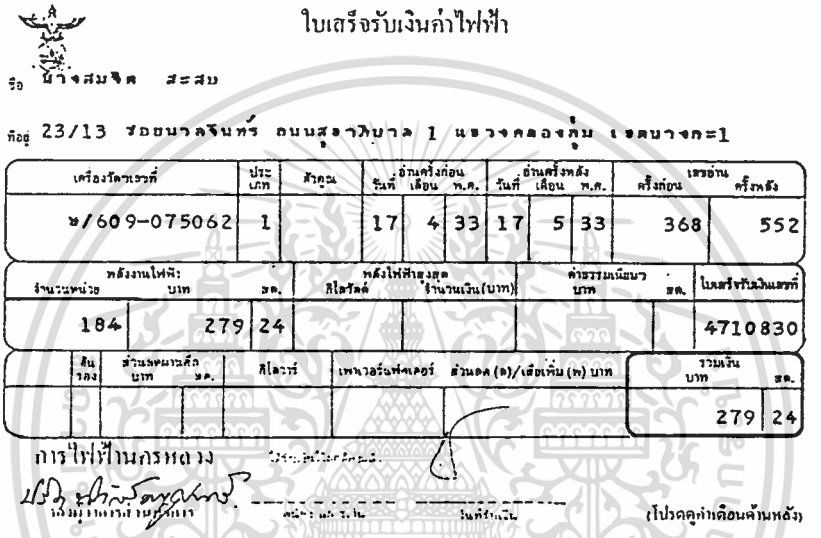
15.10 ในฤดูหนาวขณะที่อากาศไม่ร้อนเกินไป ไม่ควรเปิดเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัด
เรื่อง พลังงานไฟฟ้า

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่มที่.....

คำสั่ง จงเติมคำหรือข้อความลงในช่องว่างให้ได้ใจความสมบูรณ์หรือถูกต้อง



ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า

รอ นางสมจิต สะสม

ที่อยู่ 23/13 ซอยนวลจันทร์ ถนนสุขาภิบาล 1 แขวงคลองกุ่ม เขตบางกะ=1

เครื่องวัดหมายเลขที่	ประเภท	ตัวคูณ	อ่านครั้งก่อน วันที่	เดือน	พ.ศ.	อ่านครั้งหลัง วันที่	เดือน	พ.ศ.	เลขอ่าน ครั้งก่อน	ครั้งหลัง
ง/609-075062	1		17	4	33	17	5	33	368	552

พลังงานไฟฟ้า: จำนวนหน่วย	บาท	สต.	พลังไฟฟ้าสูงสุด กิโลวัตต์	จำนวนเงิน(บาท)	ค่าธรรมเนียม บาท	สต.	ใบเสร็จรับเงินเล่มที่
184	279	24					4710830

	ส่วนลด บาท	สต.	กิโลวาร์	เพาเวอร์แฟคเตอร์	ส่วนลด (ง)/เสียเพิ่ม (จ) บาท	รวมเงิน บาท	สต.
						279	24

การไฟฟ้านครหลวง

(โปรดดูด้านหลัง)

1. จากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ตัวเลข 184 ทางซ้ายมือแถวที่ 2 เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร

.....

.....

2. การคิดเงินค่าอัตราไฟฟ้า มีวิธีการอย่างไร และค่าไฟฟ้าต่ำสุดเดือนละกี่บาท

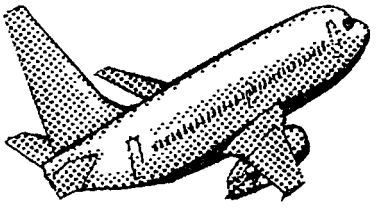
.....

.....

3. มาตรไฟฟ้าคืออะไร นิยมวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นอะไร

.....

.....



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า 1,200 วัตต์ โดยเปิดตั้งแต่เวลา 21.00 น. ถึง 06.00 น. จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

5. หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ถ้าใช้งานอยู่ครึ่งชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

6. หลอดไฟ 40 วัตต์ จำนวน 4 ดวง หลอดไฟ 60 วัตต์ จำนวน 5 ดวง ถ้าเปิดพร้อมกันจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมกี่กิโลวัตต์ และถ้าเปิดอยู่นาน 8 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย และเสียเงินรวมเท่าไร ถ้าไฟฟ้าหน่วยละ 0.50 บาท

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

7. จงแสดงวิธีการคำนวณเงินค่าพลังงานไฟฟ้าตามใบเสร็จซึ่งใช้พลังงาน 79 หน่วย โดยคิดในอัตราก้าวหน้า ตามตารางแสดงอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นรายเดือน

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 4 ดวง ใช้พร้อมกัน 5 ชั่วโมง กับไฟบ้าน 220 โวลต์ จะสิ้นเปลืองไฟฟ้ากี่ยูนิต

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

9. เตาไฟฟ้า 1,000 วัตต์ ใช้เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จะเปลืองไฟฟ้ากี่ยูนิต

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

10. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 400 โวลต์ ให้กำลังไฟฟ้า 100 กิโลวัตต์ จะให้กระแสไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ.....

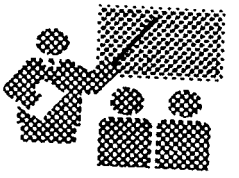
.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เฉลยแบบฝึกหัด
เรื่อง พลังงานไฟฟ้า

1. จากใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ตัวเลข 184 ทางซ้ายมือแถวที่ 2 เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร
   (พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นหน่วย)
2. การคิดเงินค่าอัตราไฟฟ้า มีวิธีการอย่างไร และค่าไฟฟ้าต่ำสุดเดือนละกี่บาท
   (คิดในอัตราก้าวหน้าคือ เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้ามาก จะต้องเสียเงินค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยมากขึ้น โดยกำหนดค่าไฟฟ้าต่ำสุดเดือนละ 5 บาทต่อหน่วยแรก)
3. มาตรไฟฟ้าคืออะไร นิยมวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นอะไร
   (เครื่องมือที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้า ที่ใช้ในอาคารบ้านเรือน โดยวัดพลังงานเป็นหน่วย)
4. ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า 1,200 วัตต์ โดยเปิดตั้งแต่เวลา 21.00 น. ถึง 06.00 น. จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย
   วิธีทำ (เครื่องปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้า $P = \frac{1,200}{1,000} = 1.2$ **กิโลวัตต์**

   ระยะเวลาที่เปิดเครื่องปรับอากาศ $t = 9$ **ชั่วโมง**

   สูตร $W = P \times t$

   $= 1.2 \times 9$

   $= 10.8$ **หน่วย**

   จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 10.8 หน่วย)
5. หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ถ้าใช้งานอยู่ครึ่งชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย
   วิธีทำ (หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า $P = 800$ **วัตต์**

   $= \frac{800}{1,000} = 0.8$ **กิโลวัตต์**

   เวลาที่ใช้ $t = 0.5$ **ชั่วโมง**

   สูตร $W = P \times t$

   $= 0.8 \times 0.5 = 0.40$ **หน่วย**

   จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 0.4 หน่วย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หลอดไฟ 40 วัตต์ จำนวน 4 ดวง หลอดไฟ 60 วัตต์ จำนวน 5 ดวง ถ้าเปิดพร้อมกันจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมกี่กิโลวัตต์ และถ้าเปิดอยู่นาน 8 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย และเสียเงินรวมเท่าไร ถ้าไฟฟ้าหน่วยละ 0.50 บาท

วิธีทำ (หลอดไฟ 40 วัตต์ จำนวน 4 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้า = 40 x 4 = 160 วัตต์

หลอดไฟ 60 วัตต์ จำนวน 5 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้า = 60 x 5 = 300 วัตต์

หลอดไฟทั้งหมด 9 ดวง ใช้กำลังไฟฟ้ารวม = 160 + 300 = 460 วัตต์

$$P = \frac{460}{1,000} = 0.46 \text{ ชั่วโมง}$$

หลอดไฟทั้งหมดเปิดอยู่นาน $t = 8$ ชั่วโมง

$$W = P \times t$$

$$= 0.46 \times 8 = 3.68 \text{ หน่วย}$$

.. จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า 3.68 หน่วย

.. จะเสียเงินรวม 3.68 x 0.5 = 1.84 บาท)

7. จงแสดงวิธีการคำนวณเงินค่าพลังงานไฟฟ้าตามใบเสร็จซึ่งใช้พลังงาน 79 หน่วย โดยคิดในอัตราก้าวหน้า ตามตารางแสดงอัตราส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าเป็นรายเดือน

วิธีทำ (5 หน่วยแรกเป็นเงิน 5 บาท

10 หน่วยต่อไป หน่วยละ 0.70 บาท = 10 x 0.70 = 7 บาท

10 หน่วยต่อไป หน่วยละ 0.90 บาท = 10 x 0.90 = 9 บาท

10 หน่วยต่อไป หน่วยละ 1.17 บาท = 10 x 1.17 = 11.70 บาท

44 หน่วยต่อไป หน่วยละ 1.58 บาท = 44 x 1.58 = 69.52 บาท

.. รวมเงินค่าไฟฟ้าเป็นรายเดือนทั้งหมด 5+7+9+11.70+69.52 = 102.22 บาท)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 4 ดวง ใช้พร้อมกัน 5 ชั่วโมง กับไฟบ้าน 220 โวลต์ จะสิ้นเปลืองไฟฟ้ากี่ยูนิต

วิธีทำ (กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ 60 วัตต์ 4 ดวง $P = 60 \times 4 = 240$ วัตต์

$$= \frac{240}{1,000} = 0.24 \text{ กิโลวัตต์}$$

เวลา $t = 5$ ชั่วโมง

สูตร $W = P \times t$

$= 0.24 \times 5$

$= 1.20$ ยูนิต

จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไป 1.20 ยูนิต)

9. เตาไฟฟ้า 1,000 วัตต์ ใช้เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จะเปลืองไฟฟ้ากี่ยูนิต

วิธีทำ (เตาไฟฟ้า $P = 1,000$ วัตต์

$$= \frac{1,000}{1,000} = 1 \text{ กิโลวัตต์}$$

เวลา $t = 2$ ชั่วโมง

สูตร $W = P \times t$

$= 1 \times 2 = 2$ ยูนิต

จะสิ้นเปลืองไฟฟ้า 2 ยูนิต)

10. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 400 โวลต์ ให้กำลังไฟฟ้า 100 กิโลวัตต์ จะให้กระแสไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ (เครื่องกำเนิดไฟฟ้า $V = 400$ โวลต์

กำลังไฟฟ้า $P = 100,000$ วัตต์

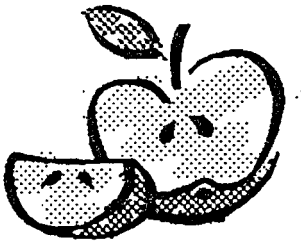
สูตร $P = VI$

$100,000 = 400 \times I$

$$I = \frac{100,000}{400} = 250 \text{ แอมแปร์}$$

จะให้กระแสไฟฟ้า 250 แอมแปร์)

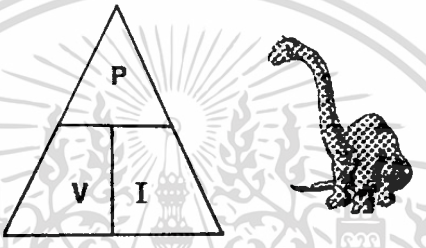
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทสรุป
หน่วยที่ 3
เรื่อง กำลังและพลังงานไฟฟ้า

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจะใช้กำลังไฟฟ้าต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งสังเกตได้จากตัวเลขแสดงจำนวน วัตต์ (W) ที่กำกับบนเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. กำลังไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็นจูลต่อวินาทีหรือวัตต์ (W)
3. สูตรกำลังไฟฟ้า $P = VI$

   หรือ

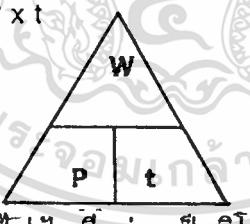


   P คือ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์

   V คือ ความต่างศักย์มีหน่วยเป็นโวลต์

   I คือ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์
4. พลังงานไฟฟ้า 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิต หมายถึง พลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง
5. สูตรพลังงานไฟฟ้า $W = P \times t$

   หรือ



   W คือ พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือ หน่วย หรือ ยูนิต

   P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (กิโลวัตต์ = $\frac{\text{จำนวนวัตต์}}{1,000}$)

   t คือ เวลา มีหน่วยเป็นชั่วโมง
6. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบ้าน อ่านได้จากเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า ที่เรียกว่า มาตรไฟฟ้า ซึ่งวัดพลังงานเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือหน่วย มาตรไฟฟ้ามีหลายขนาด ขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านมาตรไฟฟ้า
7. การคิดเงินค่าไฟฟ้า จะคิดตามปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอัตราก้าวหน้า คือ เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้น ราคาต่อหน่วยจะมากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนก จันทร์ขจร และคณะ. 2538. **คู่สร้างแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. ม.ป.ป. **กิจกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์.**กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟ แมเนจเม้นท์.

รัตนาภรณ์ อิทธิไพสิฐพันธ์ และสุภาภรณ์ หรินทรนิตย์. ม.ป.ป. **วิชาวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : นิยมวิทยา.

ระวี สงวนทรัพย์. 2529. **พจนานุกรมศัพท์วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ลิขิต ฉัตรสกุล และคณะ. 2537. **แบบฝึกหัดวิทยาศาสตร์ ว 306.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วินัย วิทยาลัย. แบบฝึกหัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ม.3. ม.ป.ป. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซนเตอร์.

ศึกษาธิการ, กระทรวง, 2536. **หนังสือเรียน ว306 วิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. 2536. **คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 6 ว 306.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : องค์การค้าของคุรุสภา.

สมาน แก้วไวยุทธ และสถาพร ทัพพะกุล. ม.ป.ป. **วิทยาศาสตร์ ม.3 เล่ม 6 ว 306.** กรุงเทพฯ : ภูมิบัณฑิต.

อำนาจ เจริญศิลป์. 2536. **ศัพท์วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น ม.1-ม.6** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

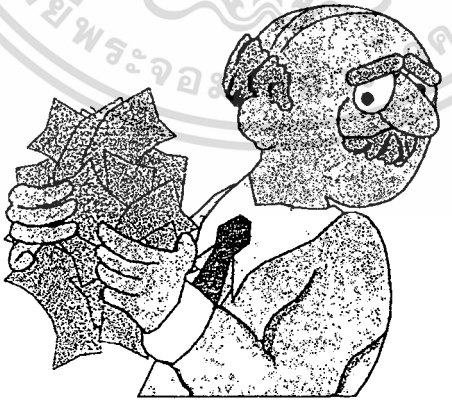
ภาคผนวก ข
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 40 ข้อ จำนวน 11 หน้า
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
4. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว
5. ห้ามขีด ฆ่า หรือทำเครื่องหมาย หรือเขียนตัวอักษรใดๆ ลงในแบบทดสอบ
6. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 30 นาที
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้อย่างเต็มความสามารถ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ข้อใดคืออุปกรณ์ที่ใช้ส่งพลังงานไฟฟ้าจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

ก. ฟิวส์

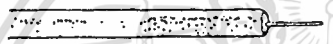
ข. สายไฟ

ค. สะพานไฟ

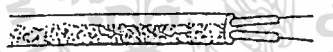
ง. เต้ารับ-เต้าเสียบ

2. ข้อใดคือสายไฟที่ใช้สำหรับเดินในบ้าน

ก.

ข. 

ค.

ง. 

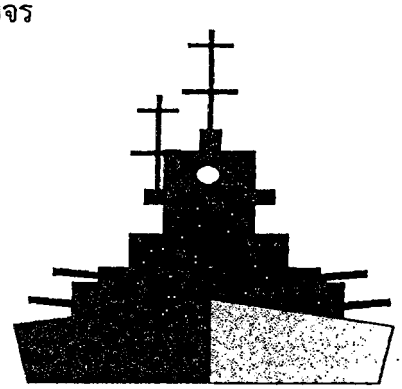
3. ข้อใดเป็นปรากฏการณ์ที่ทำให้ความสว่างของหลอดไฟลดลง

ก. ไฟดูด

ข. ไฟตก

ค. ไฟรั่ว

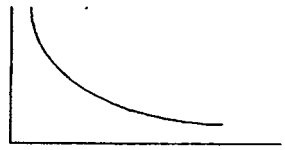
ง. ไฟฟ้าลัดวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

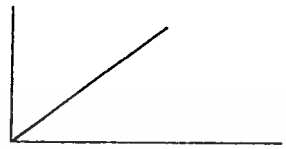
4. ข้อใดเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับความยาวของลวดตัวนำ

ก. ความยาว



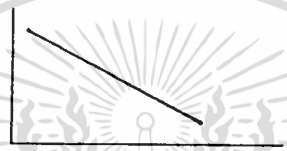
ความต้านทาน

ข. ความยาว



ความต้านทาน

ค. ความยาว



ความต้านทาน

ง. ความยาว

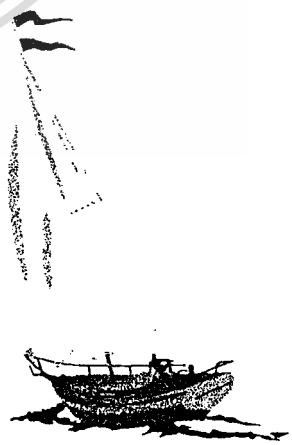
ความต้านทาน

5. ข้อใดเป็นสมบัติของฟิวส์ที่มีความต้านทานไฟฟ้าและจุดหลอมเหลวเรียงตามลำดับได้ถูกต้อง

ก. สูง , สูง
ข. สูง , ต่ำ
ค. ต่ำ , สูง
ง. ต่ำ , ต่ำ

6. สายไฟแรงสูงทำจากโลหะชนิดใด

ก. เงิน
ข. นิเกิล
ค. โครเมียม
ง. อลูมิเนียม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ในวงจรไฟฟ้าถ้าปลดฟิวส์จากสะพานไฟออก 1 เส้น จะมีความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าอย่างไร

ก. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านในวงจรได้น้อย
ข. ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในวงจรทั้งหมด
ค. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านในวงจรได้มากขึ้น
ง. กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านในวงจรได้เท่าเดิม

8. ถ้าคันโยกของสะพานไฟไม่แนบสนิทกับที่รองรับจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามข้อใด

ก. มีจุดหลอมเหลวสูง
ข. มีจุดหลอมเหลวต่ำ
ค. มีความต้านทานไฟฟ้าสูง
ง. มีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ

9. ข้อใดเป็นการใช้เต้ารับ-เต้าเสียบที่ถูกวิธีที่สุด

ก. ถอดเต้ารับโดยดึงที่สายไฟ
ข. ถอดเต้ารับโดยดึงที่เต้าเสียบ
ค. เสียบเต้าเสียบหลายอันบนเต้ารับอันเดียว
ง. เสียบเต้าเสียบให้ขาเต้าเสียบห่างจากช่องเต้าเสียบเล็กน้อย

10. เหตุการณ์ใดที่จะทำให้เกิดไฟไหม้บ้านได้ถ้าไม่ยกสะพานไฟลงทันที

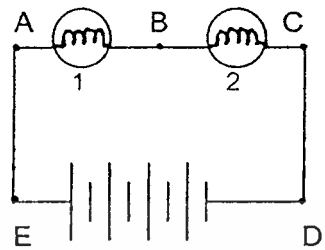
ก. ไฟรั่ว
ข. ไฟตก
ค. ไฟช้อต
ง. ถูกทุกข้อ

11. บริเวณที่เกิดไฟฟ้าลัดวงจร เกี่ยวข้องกับพลังงานประเภทใด

ก. พลังงานกล
ข. พลังงานแสง
ค. พลังงานเคมี
ง. พลังงานความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ถ้าหลอดไฟฟ้าหลอดที่ 1 อยู่ที่ตำแหน่งเดิม ต้องถอดหลอดไฟฟ้าหลอดที่ 2 ไปต่อระหว่างจุดใดจึงจะทำให้หลอดไฟฟ้าทั้ง 2 ดวงสว่างมากขึ้นกว่าเดิม



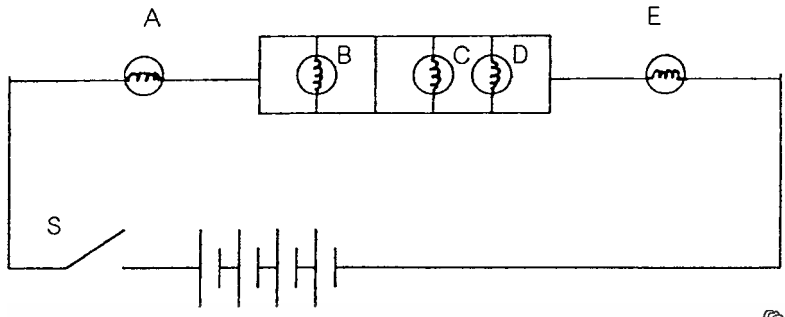
ก. คร่อมระหว่าง A B
ข. คร่อมระหว่าง B C
ค. คร่อมระหว่าง C D
ง. คร่อมระหว่าง A E

13. การใช้สะพานไฟภายในบ้าน ควรคำนึงถึงข้อใดมากที่สุด
ก. จำนวนผู้อยู่อาศัย
ข. จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า
ค. ปริมาณกระแสไฟฟ้า
ง. ปริมาณความต่างศักย์

14. ถ้าเปลี่ยนความยาวของสายไฟให้สั้นลง แต่ขนาดของสายไฟและหลอดไฟเท่าเดิม หลอดไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
ก. หลอดไฟฟ้าจะไม่สว่าง
ข. หลอดไฟฟ้าสว่างเหมือนเดิม
ค. หลอดไฟฟ้าสว่างมากกว่าเดิม
ง. หลอดไฟฟ้าสว่างน้อยกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. เมื่อกดสวิตช์ S หลอดไฟดวงใดจะสว่างบ้าง



ก. A, E
ข. A, B, C
ค. B, C, D
ง. A, B, C, D, E

16. หลอดไฟฟ้าธรรมดาจะมีพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งสูญเสียไปเป็นพลังงานอะไร

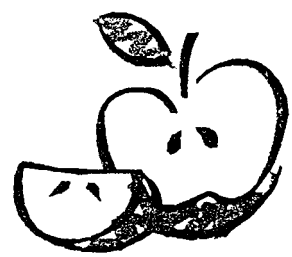
ก. กล
ข. แสงสว่าง
ค. ความร้อน
ง. ความร้อนและแสงสว่าง

17. ปัจจุบันใช้โลหะอะไรทำไส้หลอดไฟฟ้าธรรมดาและหลอดเรืองแสง

ก. ทังสเตน
ข. คาร์บอน
ค. นิโครม
ง. อลูมิเนียม

18. ไอปรอทที่บรรจุในหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีหน้าที่อะไร

ก. ยืดอายุไส้หลอด
ข. ทำให้เกิดแสงสีขาว
ค. เพิ่มแสงสว่างให้หลอด
ง. สร้างรังสีอัลตราไวโอเลต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ข้อใดเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนน้อยที่สุด

ก. เตาไฟฟ้า
ข. เตารีดไฟฟ้า
ค. หลอดไฟฟ้า
ง. เครื่องเป่าผม

20. การทำงานของเครื่องซักผ้าเปลี่ยนพลังงานอย่างไร

ก. ไฟฟ้า ---> เสียง
ข. ไฟฟ้า ---> กล
ค. ไฟฟ้า ---> แม่เหล็ก
ง. ไฟฟ้า ---> ความร้อน

21. เครื่องใช้ไฟฟ้าข้อใดที่มีหลักการเปลี่ยนรูปพลังงานเหมือนกัน

ก. พัดลม เตารีด ตู้เย็น
ข. เครื่องซักผ้า วิทยุ เตาไฟฟ้า
ค. เครื่องตัดหญ้า เครื่องดูดฝุ่น พัดลม
ง. เครื่องทำน้ำอุ่น หลอดเรืองแสง หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

22. ถ้าต้องการตรวจเครื่องใช้ไฟฟ้าว่ามีไฟรั่วหรือไม่ ควรปฏิบัติอย่างไร

ก. ใช้ไขควงสำหรับตรวจไฟ
ข. ตรวจดูมิเตอร์ไฟฟ้า
ค. ใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้า
ง. ตรวจดูความสว่างของหลอดไฟ

23. หลอดไฟฟ้าชนิดใดที่นิยมใช้ในการโฆษณาสินค้า

ก. หลอดนีออน
ข. หลอดเรืองแสง
ค. หลอดแสงจันทร์
ง. หลอดไฟฟ้าธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24. ข้อใดเป็นการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์เป็นส่วนประกอบ

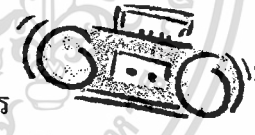
ก. เตารีดไฟฟ้า
ข. เครื่องเป่าผม
ค. เครื่องขยายเสียง
ง. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า

25. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

ก. ตู้เย็น
ข. พัดลม
ค. ไดนาโม
ง. เตาไฟฟ้า

26. เครื่องใช้ไฟฟ้าข้อใดที่ไม่มีลำโพงเสียง

ก. เครื่องรับวิทยุ
ข. เครื่องขยายเสียง
ค. เครื่องบันทึกเสียงขณะเล่น
ง. เครื่องบันทึกเสียงขณะบันทึก



27. คลื่นเสียงที่บันทึกไว้ในแถบบันทึกเสียงอยู่ในรูปของอะไร

ก. สัญญาณเสียง
ข. สัญญาณไฟฟ้า
ค. สัญญาณแม่เหล็ก
ง. ถูกทั้ง ก และ ข

28. ในการเลือกซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จะให้ประหยัดไฟ ควรพิจารณาสิ่งใดเป็นอันดับแรก

ก. กำลังไฟฟ้า
ข. กระแสไฟฟ้า
ค. ความต่างศักย์
ง. ความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. เครื่องใช้ไฟฟ้าข้อใด ควรต่อสายดินเพื่อป้องกันอันตรายจากไฟรั่วมากที่สุด

ก. ตู้เย็น
ข. พัดลม
ค. โทรทัศน์
ง. เครื่องดูดฝุ่น

30. ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

ก. ใช้ฟิวส์ที่มีขนาดใหญ่
ข. ต่อสายดินเครื่องใช้ไฟฟ้า
ค. เดินสายไฟและเต้ารับให้สูง
ง. เปลี่ยนสายไฟฟ้าทันทีเมื่อเกิดชำรุด

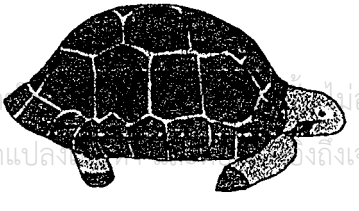
<u>คำชี้แจง</u> ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 31-32

บ้านหลังหนึ่งมีเครื่องใช้ไฟฟ้าดังตารางต่อไปนี้

เครื่องใช้ไฟฟ้า	จำนวนและปริมาณกระแสไฟฟ้า
ตู้เย็น	1 หลัง ๆ ละ 1.5 แอมแปร์
เตารีด	1 เครื่อง ๆ ละ 4 แอมแปร์
หลอดไฟ	6 ดวง ๆ ละ 0.5 แอมแปร์
เครื่องรับโทรทัศน์	3 เครื่อง ๆ ละ 1 แอมแปร์

31. บ้านหลังนี้ควรเลือกฟิวส์ขนาดกี่แอมแปร์ต่อกับสะพานไฟ

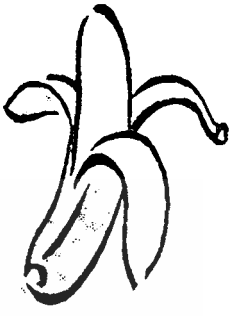
ก. 7 แอมแปร์
ข. 10 แอมแปร์
ค. 11.5 แอมแปร์
ง. 15 แอมแปร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32. ถ้าซื้อเครื่องปรับอากาศมาอีก 1 เครื่อง ต้องใช้กระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ และขายเครื่องรับโทรทัศน์ออกไป 2 เครื่อง จะต้องเลือกใช้ฟิวส์ขนาดใดต่อในสะพานไฟ

ก. 5 แอมแปร์
ข. 10 แอมแปร์
ค. 15 แอมแปร์
ง. 20 แอมแปร์



33. ข้อใดเป็นเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า

ก. แอมมิเตอร์
ข. โวลต์มิเตอร์
ค. โอห์มมิเตอร์
ง. กิโลวัตต์-ชั่วโมงมิเตอร์

34. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 110 โวลต์ มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 2 แอมแปร์ เครื่องใช้ไฟฟ้านี้มีตัวเลขกำกับอย่างไร

ก. 220 V 100 W
ข. 220 V 5 A
ค. 110 V 5 A
ง. 110 V 220 W

35. บริษัทแห่งหนึ่งติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาด 2,000 วัตต์ และเปิดใช้วันละ 8 ชั่วโมง จงหาว่าจะต้องเสียค่าไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศในเดือนมิถุนายนกี่บาท ถ้าค่าไฟฟ้ายูนิตละ 2 บาท

ก. 32 บาท
ข. 64 บาท
ค. 480 บาท
ง. 960 บาท

36. ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยตรงกับข้อใด

ก. วัตต์
ข. โวลต์
ค. โอห์ม
ง. แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

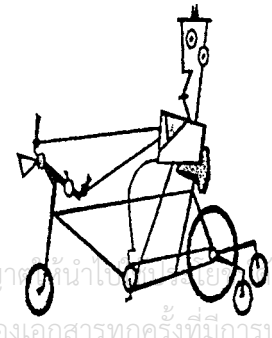
<u>คำชี้แจง</u> ตารางแสดงอัตราส่วนค่าไฟฟ้าเป็นรายเดือนที่ทางการไฟฟ้ากำหนดใช้ในการตอบข้อ 37

5 หน่วยแรกหรือน้อยกว่าเป็นเงิน 5.00 บาท
หน่วยที่ 6-15 หน่วยละ 0.70 บาท
หน่วยที่ 16-25 หน่วยละ 0.90 บาท
หน่วยที่ 26-35 หน่วยละ 1.17 บาท
หน่วย่ที่ 36-100 หน่วยละ 1.58 บาท

37. ใน 1 เดือน บ้านหลังหนึ่งใช้ไฟฟ้า 100 หน่วย จะต้องเสียเงินค่าไฟฟ้าเท่าใด
ก. 133.82 บาท
ข. 135.40 บาท
ค. 158.00 บาท
ง. 210.70 บาท

38. ปัจจัยใดที่มีความสัมพันธ์กับพลังงานไฟฟ้า
1. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ความต่างศักย์ที่เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นต่ออยู่
3. ระยะเวลาที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า
ก. 1, 2
ข. 1, 3
ค. 2, 3
ง. 1, 2 และ 3

39. ถ้าต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ควรเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดใด และต่อแบบใด
ก. แอมมิเตอร์ต่อแบบขนาน
ข. โวลต์มิเตอร์ต่อแบบขนาน
ค. แอมมิเตอร์ต่อแบบอนุกรม
ง. โวลต์มิเตอร์ต่อแบบอนุกรม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40. หลอดไฟฟ้า A และ B เป็นหลอดไฟฟ้าชนิดเดียวกันที่ใช้กับความต่างศักย์ไฟฟ้า 220V เท่ากัน เพราะเหตุใดหลอดไฟฟ้า A จึงสว่างกว่าหลอดไฟฟ้า B

ก. หลอดไฟฟ้า B มีพลังงานไฟฟ้ามากกว่าหลอดไฟฟ้า A

ข. หลอดไฟฟ้า B มีกำลังไฟฟ้ามากกว่าหลอดไฟฟ้า A

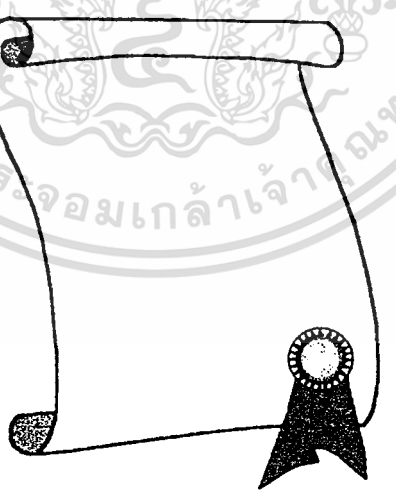
ค. หลอดไฟฟ้า A ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าหลอดไฟฟ้า B

ง. หลอดไฟฟ้า A มีความต้านทานน้อยกว่าหลอดไฟฟ้า B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. ข	11. ง	21. ค	31. ง
2. ง	12. ก	22. ก	32. ค
3. ข	13. ค	23. ก	33. ง
4. ข	14. ค	24. ข	34. ง
5. ข	15. ก	25. ค	35. ง
6. ง	16. ค	26. ง	36. ก
7. ข	17. ก	27. ค	37. ข
8. ค	18. ง	28. ก	38. ง
9. ข	19. ค	29. ก	39. ค
10. ง	20. ข	30. ก	40. ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ ชั้น เลขที่ ลงในกระดาษคำตอบ
2. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 20 ข้อ จำนวน 8 หน้า
3. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก
4. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย x ลงในกระดาษคำตอบเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว
5. ห้ามขีด ฆ่า หรือทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใดๆ ลงในแบบทดสอบ
6. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 40 นาที
7. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบฉบับนี้อย่างเต็มความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ในการใช้ตาชั่งสปริงดึงถุงทรายบนพื้นไม้กับพื้นทราย ปรากฏว่าใช้แรงดึงถุงทรายไม่เท่ากันทั้ง ๆ ที่ใช้ระยะทางเท่ากัน

ข้อใดเป็นสมมติฐานของข้อมูลนี้

ก. พื้นผิวสัมผัสที่ต่างกัน มีผลต่อแรงดึงถุงทราย

ข. ระยะทางที่ต่างกัน มีผลต่อแรงดึงถุงทรายต่างกัน

ค. น้ำหนักของการดึง มีผลต่อการเคลื่อนที่ของถุงทราย

ง. ขนาดของถุงทรายที่ต่างกัน มีผลต่อการเคลื่อนที่ของถุงทราย

2. การแปรรูปเนื้อมะม่วงด้วยการดองด้วยเกลือ และการเชื่อมด้วยน้ำตาล สามารถเก็บรักษาเนื้อมะม่วงได้นานต่างกัน

ข้อใดเป็นสมมติฐานของข้อมูลนี้

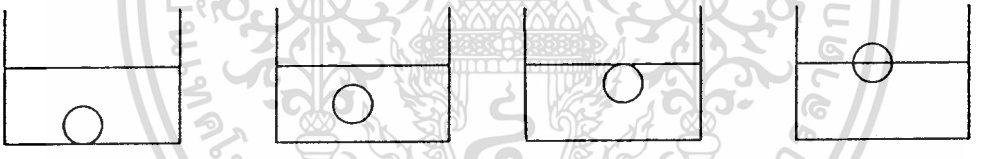
ก. ชนิดของเกลือและน้ำตาลมีผลต่อการดองมะม่วง

ข. ปริมาณเกลือและน้ำตาลมีผลต่อเนื้อมะม่วง

ค. ระยะเวลามีผลต่อการดองมะม่วงด้วยเกลือและน้ำตาล

ง. การดองด้วยเกลือสามารถเก็บรักษาเนื้อมะม่วงได้นานกว่าการเชื่อมด้วยน้ำตาล

3.



จากภาพ 1, 2, 3, 4 เป็นภาชนะที่บรรจุของเหลว A, B, C และ D ตามลำดับ เมื่อหย่อนวัตถุชนิดเดียวกันขนาดเท่ากันลงในภาชนะทั้ง 4 พร้อมกัน ปรากฏว่าก้อนวัตถุตกลงไปในของเหลวด้วยความเร็วแตกต่างกัน

ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้

ก. รูปทรงของวัตถุ มีความสัมพันธ์กับชนิดของของเหลว

ข. น้ำหนักของวัตถุมีความสัมพันธ์กับชนิดของของเหลว

ค. ขนาดของวัตถุมีผลต่อความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลว

ง. ความหนาแน่นของของเหลวมีผลต่อความเร็วของวัตถุที่ตกลงไปในของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากการทดลองนำตะปูเหล็กสอดเข้าไปในขดลวดที่มีจำนวนรอบต่างกัน โดยปลายขดลวดทั้งสองต่อกับแบตเตอรี่ ปรากฏผลว่าตะปูเหล็กถูกอำนาจแม่เหล็กดูดได้ต่างกัน ข้อใดเป็นสมมติฐานของการทดลองนี้

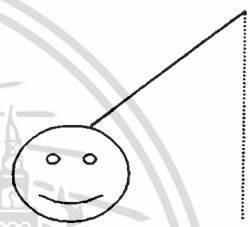
ก. การใช้ตะปูเหล็กเป็นการเพิ่มอำนาจแม่เหล็ก

ข. จำนวนรอบของขดลวดมีผลต่อการดูดตะปูเหล็ก

ค. การใช้ตะปูเหล็กที่มีขนาดต่างกัน มีผลต่อจำนวนรอบของขดลวด

ง. การเคลื่อนที่ของตะปูเหล็กที่ต่างกัน ทำให้อำนาจแม่เหล็กแตกต่างกัน

5. การศึกษาความเร็วของลูกตุ้มขนาดเท่ากันที่ระดับความสูงต่าง ๆ กัน วิธีใดที่จะเหมาะสมในการวัดความเร็วของลูกตุ้ม



ก. มวลของลูกตุ้ม

ข. เวลาในการแกว่ง

ค. ความยาวของเชือก

ง. ความแรงในการปล่อย

6. การที่เรือเหล็กสามารถลอยน้ำได้ทั้ง ๆ ที่เหล็กมีน้ำหนักมาก เพราะมีการออกแบบเรือให้มีปริมาตรพอเหมาะจนเรือมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ เรือจึงสามารถลอยน้ำได้ ข้อใดเป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการของความหนาแน่น

ก. เนื้อสารที่มีน้ำหนักสามารถจมน้ำหรือลอยน้ำได้

ข. การแทนที่น้ำของวัตถุแล้ววัดปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมา

ค. ผลที่ได้จากการหามวลวัตถุซึ่งมีหน่วยเป็นกิโลกรัมในปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร

ง. ขนาดของปริมาตรซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างของวัตถุ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรต่อน้ำหนักของวัตถุที่มีหน่วยเป็นกรัม

7. ขณะที่นักเรียนยืนอยู่บนรถประจำทาง เมื่อรถแล่นออกไปอย่างรวดเร็ว นักเรียนจะเอนตัวไปข้างหลัง และถ้ารถประจำทางหยุดกระทันหัน นักเรียนจะเอนไปข้างหน้า เพราะนักเรียนมีความเฉื่อย ข้อใดเป็นคำนิยามเชิงปฏิบัติการของความเฉื่อยในการนี้

ก. การรักษาสภาพนิ่งของวัตถุ

ข. การรักษาสภาพเดิมของวัตถุ

ค. การรักษาความเร็วของวัตถุ

ง. การรักษาแรงที่กระทำต่อวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ในปัจจุบันพ่อค้าที่เอารัดเอาเปรียบเห็นแก่ได้ มักจำหน่ายปุ๋ยเคมีประเภทปุ๋ยปลอม ปุ๋ยด้อยมาตรฐาน หรือปุ๋ยเสื่อมคุณภาพให้แก่เกษตรกร ถ้านักเรียนเป็นเกษตรกร จะทราบได้อย่างไรว่าปุ๋ยชนิดใดเป็นปุ๋ยปลอม

ก. ปุ๋ยที่ไม่มีธาตุอาหารหลัก
ข. ปุ๋ยที่ถูกกระทบกระเทือนด้วยปัจจัยต่าง ๆ
ค. ปุ๋ยที่ได้จากสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์
ง. ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักแต่มีปริมาณน้อยกว่าที่กำหนดไว้

<u>คำชี้แจง</u> จากข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 9-10

เมื่อนำกระดาษลิตมัสทดสอบน้ำฝนและน้ำสบู่เจือจาง แล้วนำน้ำทั้ง 2 ชนิดมาเลี้ยงปลา เพื่อศึกษาความอยู่รอดของปลา โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้เหมือนกัน

9. ข้อใดคือตัวแปรต้น

ก. ชนิดของน้ำ
ข. กระดาษลิตมัส
ค. ความอยู่รอดของปลา
ง. ความเป็นกรด-เบสของน้ำ

10. ข้อใดคือตัวแปรควบคุม

ก. ชนิดและจำนวนปลา ชนิดและปริมาณอาหาร ปริมาณน้ำ
ข. ชนิดและปริมาณน้ำ ชนิดและจำนวนปลา ชนิดอาหาร
ค. ชนิดและปริมาณอาหาร ชนิดและปริมาณน้ำ จำนวนปลา
ง. ชนิดและปริมาณน้ำ ชนิดและจำนวนปลา ชนิดและปริมาณอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ[illegible]นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อห[illegible]ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำชี้แจง</u> จากข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 11-12

จากการศึกษาน้ำหนักของลูกไก่ที่มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณใบกระถินแห้ง นำลูกไก่พันธุ์เดียวกัน อายุเท่ากัน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตัว ในแต่ละวันลูกไก่แต่ละกลุ่มจะได้รับปริมาณใบกระถินแห้งแตกต่างกัน หลังจากเลี้ยงลูกไก่ได้ 4 สัปดาห์ นำลูกไก่แต่ละตัวของแต่ละกลุ่มมาชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกข้อมูล

11. ข้อใดคือตัวแปรต้น

ก. พันธุ์ของลูกไก่

ข. น้ำหนักของลูกไก่

ค. ระยะเวลาในการเลี้ยง

ง. ปริมาณใบกระถินแห้ง

12. ข้อใดคือตัวแปรตาม

ก. พันธุ์ของลูกไก่

ข. น้ำหนักของลูกไก่

ค. ระยะเวลาในการเลี้ยง

ง. ปริมาณใบกระถินแห้ง

<u>คำชี้แจง</u> จากข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 13-14

จากการทดลองเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ว่า ดอกกุหลาบที่แช่ในสารละลายจุนสีผสมกับน้ำตาลทราย จะสวยสด ทนนานกว่าดอกกุหลาบที่แช่ในน้ำธรรมดา

13. ข้อใดเป็นการออกแบบการทดลองของข้อมูลได้สมบูรณ์

ก. นำดอกกุหลาบสีเดียวกัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 แช่ดอกกุหลาบในน้ำธรรมดา กลุ่มที่ 2 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายจุนสี ผสมกับน้ำตาลทราย

ข. นำดอกกุหลาบสีเดียวกัน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายจุนสี กลุ่มที่ 2 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายน้ำตาลทราย

ค. นำดอกกุหลาบสีเดียวกัน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 แช่ดอกกุหลาบในน้ำธรรมดา กลุ่มที่ 2 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายจุนสี กลุ่มที่ 3 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายน้ำตาลทราย

ง. นำดอกกุหลาบสีเดียวกัน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายจุนสี กลุ่มที่ 2 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายน้ำตาลทราย กลุ่มที่ 3 แช่ดอกกุหลาบในสารละลายจุนสีผสมกับสารละลายน้ำตาลทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ข้อใดเป็นการออกแบบตารางบันทึกผลการทดลองได้เหมาะสม

ก.

ชนิดของสาร	ลักษณะการเปลี่ยนแปลง

ข.

ลักษณะการเปลี่ยนแปลง	ชนิดของสาร

ค.

ชนิดของสาร	กลุ่มที่		
	1	2	3

ง.

ลักษณะการเปลี่ยนแปลง	วันที่		
	1	2	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. เมื่อตั้งสมมติฐานว่า การแกว่งของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับความยาวของเชือก ข้อใดเป็นอุปกรณ์ในการทดลองเพื่อตอบสมมติฐานนี้

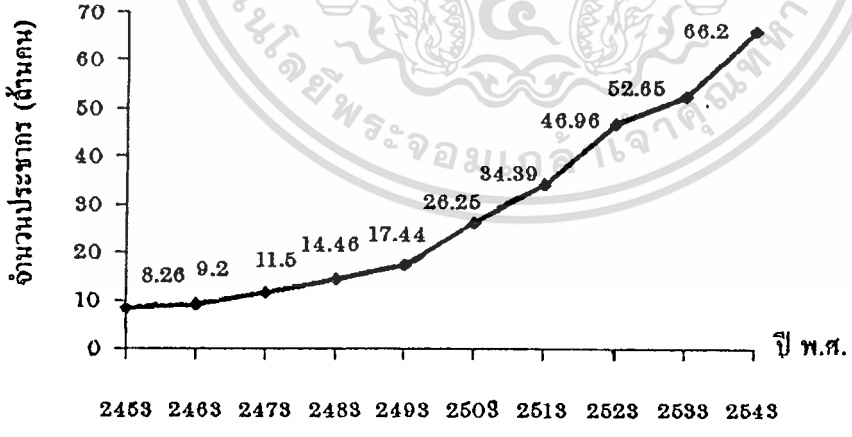
ก. ขนาดของลูกตุ้มเท่ากัน	ความยาวของเชือกเท่ากัน
ข. ขนาดของลูกตุ้มเล็กและใหญ่	ความยาวของเชือกเท่ากัน
ค. ขนาดของลูกตุ้มเท่ากัน	ความยาวของเชือกสั้นและยาว
ง. ขนาดของลูกตุ้มเล็กและใหญ่	ความยาวของเชือกสั้นและยาว

16. เด็กชายชวลิตต้องการทดสอบสมมติฐานว่า "แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช" โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ให้เหมือนกัน
ข้อใดเป็นการออกแบบการทดลองเพื่อตอบสมมติฐานนี้

ก. พืชกระถางที่ 1 และพืชกระถางที่ 2 ตั้งไว้กลางแจ้ง
ข. พืชกระถางที่ 1 และพืชกระถางที่ 2 ใช้ถุงกระดาษคลุม
ค. พืชกระถางที่ 1 ตั้งไว้ในที่ร่ม พืชกระถางที่ 2 ใช้ถุงกระดาษคลุม
ง. พืชกระถางที่ 1 ตั้งไว้กลางแจ้ง พืชกระถางที่ 2 ใช้ถุงกระดาษคลุม

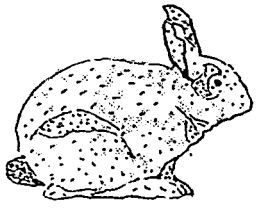
<u>คำชี้แจง</u> จากกราฟที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 17

จากกราฟแสดงประชากรของประเทศไทย ปี พ.ศ.2454-2543



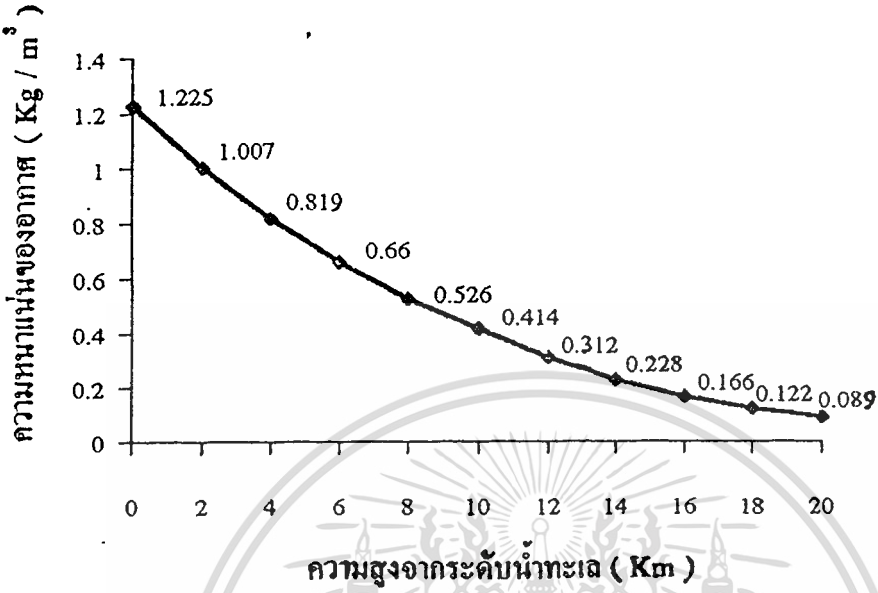
17. ในปี พ.ศ.2540 ประเทศไทยมีจำนวนประชากรเท่าใด

ก. 56.633 ล้านคน
ข. 60.256 ล้านคน
ค. 62.135 ล้านคน
ง. 65.371 ล้านคน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>คำชี้แจง</u> จากกราฟที่กำหนดให้ ตอบคำถามข้อ 18-19



18. เมื่อสูงจากระดับน้ำทะเล 15 กิโลเมตร ความหนาแน่นของอากาศจะมีค่าเท่าใด

ก. 0.025 Kg/m^3

ข. 0.175 Kg/m^3

ค. 0.225 Kg/m^3

ง. 0.375 Kg/m^3

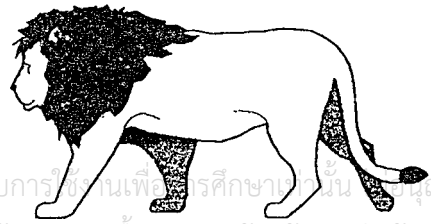
19. ข้อใดเป็นการสรุปข้อมูลจากกราฟได้ถูกต้อง

ก. ความหนาแน่นของอากาศจะมาก เมื่ออยู่สูงจากระดับน้ำทะเล

ข. ความหนาแน่นของอากาศจะน้อยลง เมื่ออยู่สูงจากระดับน้ำทะเลมากขึ้น

ค. ความหนาแน่นของอากาศแปรโดยตรงกับระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล

ง. ความหนาแน่นของอากาศมีความสัมพันธ์กับระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. เมื่อสำรวจและบันทึกกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ดังนี้

ชื่อเครื่องใช้ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความต่างศักย์ (โวลต์)	จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
1. A	240	220	1	1.14
2. B	1,100	220	1	5
3. C	700	220	1	3.18
4. D	30	220	2	0.27
5. E	100	220	5	2.27
6. F	850	220	1	3.86

ข้อใดเป็นการสรุปข้อมูลในตารางได้ถูกต้อง

ก. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีกำลังไฟฟ้ามาก จะใช้กระแสไฟฟ้ามาก

ข. เครื่องใช้ไฟฟ้า D ใช้กระแสไฟฟ้า 0.27 แอมแปร์

ค. เครื่องใช้ไฟฟ้า B ใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า F และ A รวมกันคือ 5 แอมแปร์

ง. กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ และจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลย
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1. ก
2. ง
3. ง
4. ข
5. ข
6. ค
7. ข
8. ง
9. ง
10. ก
11. ง
12. ข
13. ก
14. ก
15. ค
16. ง
17. ค
18. ค
19. ข
20. ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 3.1 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ ของนักเรียน 100 คน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.69	.33	29	.65	.26
2	.61	.41	30	.80	.41
3	.63	.44	31	.83*	.19*
4	.59	.37	32	.30	.37
5	.81*	.15*	33	.52	.44
6	.31	.33	34	.20	.11*
7	.30	.30	35	.07*	-.07*
8	.39	.48	36	.70	.30
9	.59	.59	37	.63	.44
10	.61	.63	38	.39	.04*
11	.44	.52	39	.80	.33
12	.30	.15*	40	.80	.33
13	.78	.37	41	.46	.26
14	.81*	.22	42	.69	.41
15	.80	.26	43	.50	.26
16	.22	-.15*	44	.28	.04*
17	.54	.33	45	.44	.37
18	.39	.33	46	.63	.37
19	.30	.52	47	.39	.33
20	.30	.07*	48	.37	.30
21	.37	.37	49	.37	.44
22	.61	.26	50	.15*	.15*
23	.17*	-.04*	51	.15*	.30
24	.67	.30	52	.37	.30
25	.85*	.30	53	.37	.30
26	.56	.44	54	.20	.04*
27	.56	.59	55	.50	.11*
28	.57	.26			

หมายเหตุ * ข้อที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกไม่ได้ตามเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 3.2 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ ของนักเรียน 50 คน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.52	.46	21	.60	.46
2	.38	.25	22	.33	.25
3	.65	.21	23	.54	.25
4	.23	.21	24	.60	.29
5	.44	.21	25	.65	.29
6	.44	.46	26	.40	.21
7	.50	.42	27	.52	.46
8	.33	.25	28	.38	.42
9	.63	.33	29	.63	.25
10	.44	.46	30	.58	.25
11	.60	.21	31	.27	.29
12	.25	.33	32	.35	.54
13	.44	.21	33	.23	.29
14	.42	.25	34	.21	.25
15	.25	.25	35	.21	.25
16	.42	.25	36	.48	.38
17	.35	.38	37	.21	.33
18	.29	.25	38	.48	.21
19	.44	.29	39	.31	.46
20	.35	.38	40	.46	.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวก 3.3 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 100 คน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	.57	.63	16	.30	.44
2	.65	.33	17	.56	.30
3	.57	.70	18	.48	.52
4	.43	.19*	19	.44	.52
5	.56	.52	20	.43	.56
6	.61	.70	21	.46	.19*
7	.31	.13*	22	.59	.67
8	.65	.41	23	.35	.41
9	.57	.56	24	.83*	.19*
10	.41	.37	25	.13*	.04*
11	.30	.37	26	.43	.41
12	.52	.59	27	.56	.74
13	.48	.37	28	.54	.78
14	.57	.56	29	.35	.11*
15	.24	.11*	30	.26	.15*

หมายเหตุ * ข้อที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกไม่ได้ตามเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก 3.4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน 50 คน

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก
1	.80	.40	11	.60	.40
2	.58	.44	12	.68	.40
3	.74	.36	13	.62	.44
4	.72	.40	14	.66	.28
5	.74	.28	15	.78	.48
6	.32	.24	16	.70	.28
7	.30	.44	17	.42	.28
8	.46	.28	18	.40	.24
9	.66	.28	19	.56	.32
10	.44	.80	20	.26	.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่ 124 /2541
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อ
และเค้าโครงวิทยานิพนธ์ของ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร

เพื่อให้การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ของ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ จึงแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อควบคุมและพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ดังต่อไปนี้

1. คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.พรรณี	ลีกิจวัฒนะ	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ดร.อนันต์	จันทร์กวี	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม
อาจารย์จิตต์ใส	ผดุงรัตน์	ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2. คณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รวีวรรณ	ชินะตระกูล	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.พรรณี	ลีกิจวัฒนะ	กรรมการประจำสาขาวิชา
ดร.วิไลพร	วรจิตตานนท์	กรรมการประจำสาขาวิชา
ดร.อนันต์	จันทร์กวี	กรรมการ
อาจารย์จิตต์ใส	ผดุงรัตน์	กรรมการ

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 18 พฤษภาคม 2541

(รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์)
คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อ และเค้าโครงวิทยานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการ ดังนี้

ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2541

1. นางอิสรา ชัยพันธ์วิริยาพร ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" โดยมี ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ดร.อนันต์ จันทร์กวี และ อาจารย์จิตต์ใส ผดุงรัตน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ.2541

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. รศ.ดร.ศรีนวล ถนอมกุล	ตำแหน่งรองศาสตราจารย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ดร. สมศรี ตั้งมงคลเลิศ	ตำแหน่งนักวิชาการ 7 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. ดร.ไสว ด่านชัยวิจิตร	ตำแหน่งอาจารย์ ภาควิชาโลหะการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อาจารย์ พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์	ตำแหน่งหัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. อาจารย์ โฉมศรี บางพระ	ตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8 หมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2234

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ศรีนวล ถนอมกุล

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนของนักศึกษาชื่อ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2235

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบั
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.สมศรี ตั้งมงคลเลิศ

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนของนักศึกษาชื่อ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2236

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ไสว ด่านชัยวิจิตร

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนของนักศึกษาชื่อ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2237

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนของนักศึกษาชื่อ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2236

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 พฤษภาคม 2541

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์โฉมศรี บางพระ

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้พิจารณาเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถและประสบการณ์ที่จะช่วยตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนที่ใช้เป็นเครื่องมือการวิจัยให้กับนักศึกษาปริญญาโทได้

จึงเรียนมาเพื่อขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบทดสอบและเอกสารประกอบการเรียนของนักศึกษาชื่อ นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร ซึ่งจะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หวังในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2531

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบ
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 กรกฎาคม 2541

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

ด้วย นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร เป็นนักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดพิจารณาอนุญาตให้นักศึกษา ได้ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่าน

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

งานบัณฑิตศึกษา
โทร.3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร 3268503-4 ต่อ 205

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม
รับที่ ๖๑๙/๒๕๔๑
วันที่ 30 ก.ย. 2541
เวลา ๑๓.๒๐ น. 327

ที่ ทม 1504/ 3391

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กันยายน 2541

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. เค้าโครงวิทยานิพนธ์
2. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

ด้วย นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ กำลังทำการวิจัยเพื่อเรียบเรียงวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลการสอนโดยใช้เอกสารประกอบการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านมโนทัศน์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3" ซึ่งได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2541

ในการทำวิจัยเรื่องนี้นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่าน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาอนุญาตให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาต และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผศ.ดร.พรรณี ลีกิจวัฒนะ)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ผู้อำนวยการ
รักษาราชการแทน
รองผู้อำนวยการ
ปฏิบัติราชการแทน
30 ก.ย. 2541
งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 3266052-6101 ต่อ 2663,2642
โทรสาร. 3268503 - 4 ต่อ 205

☑ ทราบ
☑ ดำเนินการตามเสนอ
☑ มอบ.....

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางอิศรา ชัยพันธ์วิริยาพร เกิดเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2498 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต (เคมี) จากจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2519

ปี พ.ศ. 2520 เข้ารับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนตาคลีประชาสรรค์ อำเภอตาคลี นครสวรรค์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2535 จึงย้ายมารับราชการที่โรงเรียนลาดปลาเค้าพิทยาคม อำเภอลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร จนถึงปัจจุบัน

ปี พ.ศ. 2540 ได้รับการเลื่อนและแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้