

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียน ป.กศ.ต้นที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ
และที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

ปริญญานิพนธ์
ของ
บัณฑิต กลิ่นเกษร

ขอเสนอ
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

๑๐ มีนาคม ๒๕๑๙

การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียน ป.๔.๕.๖.๗.๘.๙.๑๐.๑๑.๑๒ ที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ
และที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

บทคัดย่อ
ของ
บัณฑิต กิตินเกษตร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษากามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาบริหารบัณฑิต

๑๑ มีนาคม ๒๕๑๙

การศึกษาทดลองครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ทั่วไป ระหว่างการเรียนรู้จากชุดปฏิบัติการทดลอง กับการเรียนโดยครูสอน
และสาธิตประกอบ

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ใช้นักเรียนป.กค. จำนวน 120 คน โดยแบ่ง
เป็นสองกลุ่ม ให้มีความสามารถและจำนวนเท่า ๆ กัน กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง เรียน
จากชุดปฏิบัติการทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมเรียนโดยครูสอนและสาธิตประกอบ

จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้พบว่า การเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองกับการเรียน
โดยครูสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากัน

A COMPARATIVE STUDY OF POGOSO STUDENT LEARNING ACHIEVEMENT
IN GENERAL SCIENCE BETWEEN CONVENTIONAL LEARNING
AND LEARNING BY EXPERIMENTAL PACKAGE

ABSTRACT

BY

BUNDIT GLINGESORN

Presented in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Master of Education Degree

at Srinakharinwirot University

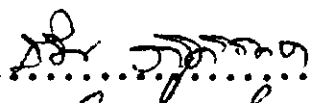
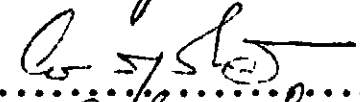
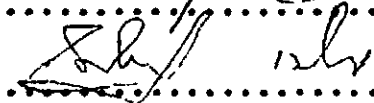
March 11, 1976

The purpose of this study was to compare Learning Achievement in General Science; between Learning through Experimental - package and conventional Learning (Lectured and Demonstration)

120 Pogoso students were the subjects of this study, divided into 2 groups by the equated Technique. One was a experimental Group Learned Through Experimental - Package. The Other was a control Group Learned by conventional Learning.

The result, of this study showed that learning through Experimental-Package and conventional Learning were equal Learning Achievement.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปัญหานี้จนบัดนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

..........ประธาน
..........กรรมการ
..........กรรมการ

ประกาศคุณประการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ เพราะผู้เขียนได้รับคำแนะนำช่วยเหลืออย่าง
ดียิ่งจาก อาจารย์ ชม ภูมิภาค อาจารย์ ไพโรจน์ เบาใจ อาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา และอาจารย์ โช สาลัดัน อาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ยังได้รับความช่วยเหลือ แนะนำอย่างดีในค่านสัณติจาก อาจารย์บุญชุม
ศรีสะอาด อาจารย์แผนกวิศัลการศึกษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม
ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์มหาวิทยาลัย และนักศึกษา วิทยาลัยครู
มหาสารคามทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี.

บันทึก กลิ่นเกษร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
คำนำ	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาวิจัย	7
ความสำคัญในการศึกษาวิจัย	7
สมมุติฐานในการวิจัย	7
ขอบเขตของการวิจัย	7
คำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย	8
2 เอกสาร การวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับ การศึกษาครั้งนี้ว่า	9
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอน	
แบบรายบุคคลและบทเรียนโปรแกรม	9
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการทดลอง	
และชุดการสอน	10
เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์	
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	14
3 วิธีดำเนินการ	18
การจัดกลุ่มตัวอย่าง	18
เรื่องที่ใช้ในการทดลอง	18
เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	20
การสร้างแบบทดสอบ	20
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	22
วิธีดำเนินการและการรวบรวมข้อมูล	24
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	24

บทที่	หน้า
4 การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล	26
การวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง	26
การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	31
การวิเคราะห์ผลการเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง และการเรียนโดยครูสอนปกติ	38
5 บทสรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	41
ความมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้	41
วิธีดำเนินการศึกษา	41
การวิเคราะห์ข้อมูล	42
สรุปผลการศึกษาครั้งนี้	43
อภิปรายผล	43
ขอเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	46
ภาคผนวก	๑
ภาคผนวก ก.	๒
ภาคผนวก ข.	๕
ภาคผนวก ค.	๖๘

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงค่า p , r , และ Δ ของข้อทดสอบแต่ละข้อ	21
2 จำนวนนักเรียนชายหญิงในกลุ่มตัวอย่าง	26
3 ค่าสถิติพื้นฐาน ในการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	27
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	28
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มเก่งของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มเก่งของกลุ่มควบคุม	29
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มปานกลาง ของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุม	29
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง กับกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม	30
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง	30
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่าง กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม	31
10 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมในการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียน	32
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งหมดระหว่างการทดสอบก่อน เรียนและการทดสอบหลังเรียน	33
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียนและการสอบ หลังเรียนของกลุ่มเก่งของกลุ่มทดลอง	33
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียนและการสอบ หลังเรียนของกลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลอง	34

ตาราง	หน้า
14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียนของกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง	34
15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียนของกลุ่มเก่งของกลุ่มควบคุม	35
16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียนของกลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุม	35
17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียนและ การสอบหลังเรียนของกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม	36
18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบหลังเรียนของ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง	36
19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบหลังเรียน ของกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม	37
20 คาสติติพื้นฐานในการสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	38
21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม หลังจากเรียนแล้ว	39
22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มเก่งของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว	39
23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มปานกลางของกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว	40
24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว	40

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

ในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์และวิธีการใหม่ ๆ ขึ้นมากมาย สิ่งประดิษฐ์และวิธีการใหม่ ๆ นี้เป็นผลจากการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ทั้งสิ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ ต้องผูกพันกับวิทยาศาสตร์มากขึ้นทุกที ดังที่ซาร์มอส (N.S.S.E, 1960:2) ได้กล่าวไว้ว่า "ถึงแม้วิทยาศาสตร์สมัยใหม่จะมีอายุเพียง 3 ศตวรรษเท่านั้น กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ในปัจจุบันต่างก็ต้องอาศัยแนวคิดของวิทยาศาสตร์แขนงต่าง ๆ ทั้งสิ้น..." เมื่อมนุษย์มีความจำเป็นจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ทำให้วิทยาศาสตร์ได้กลายเป็นวิชาพื้นฐานในการจัดการศึกษา เซาน์เดอร์ส (Suanders, 1955:11) ได้ให้ความเห็นว่า "การจัดการศึกษาโดยเอาวิชาวิทยาศาสตร์ไปไว้ในหลักสูตรนั้น มีใจเพียงแต่ว่าวิทยาศาสตร์มีอิทธิพลอันยิ่งใหญ่ต่ออารยธรรมปัจจุบันเท่านั้นแต่เป็นวิชาที่สอนระเบียบวิธีให้มนุษย์สามารถสรุปรวมหลักทั่วไปจากข้อมูลจำนวนมากได้ ซึ่งเป็นการใช้เวลาและความกตัญญูของมนุษย์อย่างประหยัดและได้ประโยชน์ที่สุด"

ดร. พิชักษ์ รัชผลเดช (2513:12) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ไว้ว่า "การศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญมากในโลกปัจจุบัน ควรจัดให้นักเรียนได้มีโอกาสเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตั้งแต่ชั้นประถมต้นเป็นต้นไป เพื่อให้นักเรียนได้รับความรู้ ทักษะ ระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้เป็นพลเมืองที่สามารถ" ดังนั้นเราจะเห็นว่าการให้การศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างได้ผลจะทำให้เกิดผลดีต่อผู้เรียน และโดยทางอ้อมจะทำให้ประเทศชาติก้าวไปสู่ความเจริญในที่สุด ดังที่เฮสส์ (Heiss, 1956:22) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เด็กในยุคปัจจุบันนี้คุ้นเคยกับคำว่า "เราอยู่ในยุคของวิทยาศาสตร์และทุกคนอยู่ท่ามกลางความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ดังนั้นสิ่งที่จะทำให้เด็กมีประสบการณ์และช่วยเสริมสร้างความคิดของเด็กคือ "วิทยาศาสตร์"

นอกจากนี้ เฮสส์ (Heiss, 1956:16)

ยังได้เน้นถึงความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์

ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลสามารถปรับตัวเองได้หลายประการคือ

1. วิทยาศาสตร์ช่วยในการพัฒนาสมรรถภาพทางสังคมของบุคคล
2. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลเข้าใจแนวอาชีพ
3. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลมีสุขภาพทางร่างกายและจิตใจดีขึ้น
4. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลเป็นผู้ใช้ที่มีสมรรถภาพ
5. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลเป็นผู้ผลิตที่มีสมรรถภาพ
6. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลรู้จักใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลรู้จักพัฒนาปรัชญาแห่งการดำรงชีวิตได้ดีขึ้น
8. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลรู้จักรักษาความปลอดภัย
9. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลรู้จักการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างฉลาด
10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลรู้จักการแก้ปัญหา
11. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลรู้จักพัฒนาทัศนคติอันพึงประสงค์
12. วิทยาศาสตร์ช่วยให้บุคคลมีความเข้าใจแบบแผนแห่งความงามหรือสุนทรียภาพ

ด้วยเหตุที่วิทยาศาสตร์เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษย์เป็นอันมาก วิทยาศาสตร์จึงเป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งของการให้การศึกษาทั่วไป ที่มนุษย์จำต้องเรียนรู้ และศึกษาให้กว้างขวางทันเหตุการณ์ เพื่อการศึกษาวิทยาศาสตร์เป็นไปตามแบบแผน สมาคมเพื่อการศึกษาแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Society for the study of Education) ได้จัดตั้งจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปในระดับพื้นฐานดังนี้ (N.S.S.E., 1947:28-29)

1. ให้นักเรียนได้รู้ข้อเท็จจริงต่างๆ
2. ให้นักเรียนมีความคิดรวบยอด
3. ให้รู้หลักวิทยาศาสตร์
4. ให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ

5. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา
6. ให้นักเรียนมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
7. ให้นักเรียนมีความซาบซึ้งและพอใจผลงานทางวิทยาศาสตร์
8. ให้นักเรียนมีความสนใจทางวิทยาศาสตร์

สำหรับในประเทศไทยกระทรวงศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาของไทย ได้พยายามอย่างเต็มที่ที่จะส่งเสริมและสนับสนุนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ เช่น ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และในระดับฝึกหัดครู ให้เป็นไปอย่างไค่ผล และได้วางจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับฝึกหัดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) ไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2508:2)

1. ให้มีความรู้ทั่วไปทางวิทยาศาสตร์
2. ให้มีความเข้าใจในสิ่งแวดล้อมและหลักการของวิทยาศาสตร์ที่มีประโยชน์ต่อชีวิตและความสงบสุขของสังคม
3. ปลุกฝังให้เกิดทักษะในการแก้ปัญหาโดยวิธีวิทยาศาสตร์
4. ให้มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
5. ฝึกฝนให้เกิดทักษะในการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้มีความคิดริเริ่มที่จะประดิษฐ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์อย่างง่าย ๆ
6. ให้รู้จักสงวนทรัพยากรธรรมชาติ
7. ให้สามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นประโยชน์แก่ชีวิตประจำวัน
8. ให้สามารถนำไปสอนในประโยคประถมศึกษาได้

สรุปแล้วกระทรวงศึกษามีความต้องการให้ผู้เรียนในระดับฝึกหัดครูประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา มีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจ ในหลักวิทยาศาสตร์
2. มีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์
3. มีความสนใจและพอใจในผลงานทางวิทยาศาสตร์

4. มีทักษะในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

5. นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้สอนและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

นอกจากนี้กระทรวงได้วางหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ประกาศนียบัตร
วิชาการศึกษา และปรับปรุงแก้ไขข้อบัญญัติ ในการปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อ พ.ศ. 2508 โดย
ถือเอาหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นหลักในการพิจารณาปรับปรุง โดยแบ่งเนื้อหาวิชา
วิทยาศาสตร์ออกเป็น 5 หน่วยดังนี้ คือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2508 : 3)

1. วิทยาศาสตร์ทั่วไป 1

2. วิทยาศาสตร์ทั่วไป 2

3. วิทยาศาสตร์ทั่วไป 3

4. วิทยาศาสตร์ทั่วไป 4

5. วิทยาศาสตร์ทั่วไป 5

สมนึก รณียพิบูล (2516 : 132 - 133) ได้วิจัยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ในระดับ ป.กค. ของวิทยาลัยครูในกรุงเทพมหานครปีการศึกษา 2515 ปรากฏ
ผลดังนี้

1. นักศึกษาในระดับป.กค. ในกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันมากนัก และโดยเฉลี่ยมีผลสัมฤทธิ์อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เมื่อ
พิจารณาคูผลสัมฤทธิ์ในแต่ละด้านพบว่า นักศึกษาในระดับ ป.กค. โดยเฉลี่ยมีความรู้เกี่ยวกับข้อ
ความจริงทางวิทยาศาสตร์อยู่ปานกลาง มีความรู้ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ต่ำกว่า
ระดับปานกลางเล็กน้อย และมีความรู้ความเข้าใจในหลักวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

2. เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทั้ง 3 ด้านแล้วจะพบว่า นักศึกษาระดับ ป.กค.
มีผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ความรู้ใน
ด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์และความรู้ความเข้าใจในหลักวิทยาศาสตร์ตามลำดับ

3. นักศึกษาในระดับ ป.กค. ชายมีแนวโน้มที่จะมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักศึกษา
ป.กค. หญิง แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้ยังพบว่านักศึกษาระดับ ป.ศ. ในวิทยาลัยครียังมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์น้อยมาก เพราะค่อนข้างจะเชื่อโชคลาง มีทักษะในการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง และมีทักษะในการแก้ปัญหาตามระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์น้อยที่สุด

สรุปแล้วจะเห็นว่า การสอนโดยใช้วิธีการบรรยายและการสาธิตประกอบยังไม่สามารถให้ความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ได้ตามความประสงค์ของกระทรวงศึกษาธิการ

ในปัจจุบันนักการศึกษามีความเห็นว่า นักเรียนแต่ละคนนั้นมีความสามารถในการเรียนแต่ละเนื้อหาวิชาต่างกัน นักเรียนบางคนอาจเรียนรู้ได้เร็ว บางคนอาจเรียนรู้ได้ปานกลาง และบางคนอาจเรียนได้ช้า ดังนั้นถ้าครูสอนเร็ว นักเรียนที่เรียนเร็วเท่านั้นจะเรียนรู้ได้ถ้าครูสอนช้า นักเรียนที่เรียนเร็วจะรู้สึกเบื่อหน่ายไม่สนใจการเรียนเท่าที่ควร จึงเป็นการยากที่จะสอนนักเรียนทั้งหมดให้เรียนรู้ได้ทุกคน นักการศึกษาจึงเห็นว่า การที่จะให้นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง จะขจัดปัญหาเหล่านี้ได้โดยนักเรียนที่เรียนเร็วก็สามารถเรียนบทเรียนต่าง ๆ ไปอย่างรวดเร็ว และนักเรียนที่เรียนช้าก็มีโอกาสได้ศึกษาบทเรียนได้นานจนกว่าจะเข้าใจไม่จำเป็นต้องรู้ให้ทันผู้ที่เรียนเร็ว จึงได้จัดการเรียนการสอนที่เรียกว่าการสอนแบบรายบุคคลขึ้นโดยผู้เรียนแต่ละคนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความรู้ด้วยตนเองตามความสนใจและความสามารถของแต่ละคน

ประสาธ บัณฑิต (2517 : 19) ได้กล่าวถึงการสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับผู้เรียนไว้ดังนี้

1. ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยการคิด และการแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้พูด ได้ทำ หรือให้การสื่อความหมายให้มากที่สุด
3. ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของเขา
4. ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมที่ถนัดที่สุด
5. ให้โอกาสผู้เรียนได้เลือกทำในสิ่งที่เขาชอบ

ซีเกลอร์ (Ziegler , 1974 : 39) ได้พูดถึงการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในการเรียนให้สนุกสนานยิ่งขึ้น โดยเปลี่ยนบทบาทของครูเสียใหม่ดังนี้

1. จากผู้แสดงเปลี่ยนเป็นนักเรียนทำเองเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ซึ่งมีผู้ยอมรับว่าจะได้ผลและมีแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าฟังจากครู

2. จากเป็นผู้บังคับให้เด็กอยู่ในระเบียบวินัย เปลี่ยนเป็นผู้แนะแนวทางในการหาประสบการณ์ในการเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนมีกิจกรรมในการเรียนอย่างกว้างขวาง และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อจำเป็น อนุญาตให้เด็กเป็นอิสระและปกครองตนเอง

3. จากการเป็นผู้กำหนดความสามารถของเด็กในการสอบ เปลี่ยนเป็นผู้วิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์อย่างกว้างขวาง ซึ่งไม่เป็นแบบแผนและยอมรับการเปลี่ยนแปลงของเด็กในการประเมินผล

4. จากการเป็นผู้ให้ความรู้ เปลี่ยนเป็นผู้พัฒนาวัสดุต่างๆเพื่อใช้ในวัตถุประสงค์เฉพาะ และเพิ่มแหล่งความรู้สำหรับผู้เรียนอย่างกว้างขวาง การใช้วัสดุต้องไม่ใช่เป็นอุปกรณ์การสอน แต่ใช้เป็นเครื่องมือที่เด็กสามารถใช้เพื่อไปสู่ความสำเร็จ

คัทเน (Dunn and Dunn , 1972 : 31) กล่าวถึงการสอนแบบรายบุคคลว่า การสอนแบบรายบุคคล เน้นถึงความแตกต่างของนักเรียนในขบวนการเรียนการสอนโดยเฉพาะเรื่องทักษะ, ความสามารถ, ความเข้าใจ, วิธีการเรียน, แรงจูงใจ, จุดมุ่งหมายปลายทาง, อัตราการเรียน, วินัยในตนเอง, ความสามารถในการแก้ปัญหา, ความสามารถในการจำ, การรวมในกิจกรรม, กำลังกาย, ความอ่อนแอ, และการคาดการณ์ของนักเรียน เพื่อเปลี่ยนแปลงขอบข่ายหลักสูตรและโครงการต่างๆครูจะมีหน้าที่ให้ความสะดวกในการเรียน, ผู้แนะนำ, ที่ปรึกษา, ผู้วิเคราะห์, และผู้กำหนดแหล่งการเรียน, กิจกรรม, การประเมินผล, และการรวบรวมผลการเรียนของนักเรียนแต่ละคน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยมีความเห็นว่า ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง น่าจะทำให้นักเรียน ป.กค. ได้บรรลุถึงความมุ่งหมายที่กระทรวงได้จัดวางไว้ และทำให้นักเรียนมีทักษะในการที่จะใช้เครื่องมือเมื่อได้ปฏิบัติการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนที่เรียนด้วยตนเองอาจจะไม่สามารถเรียนข้อเท็จจริงต่างๆได้ละเอียดเท่าที่ฟังจากครูสอน ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยลงมือวิจัยเรื่องนี้

ความหมายของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยปฎิบัติการสอนกับที่เรียนจากทฤษฎีปฎิบัติการทดลอง
2. การสอนทั้งสองวิธีจะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันอย่างไร

ความสำคัญในการศึกษาวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดการสอนแบบรายบุคคลในวิชาวิทยาศาสตร์

สมมุติฐานในการวิจัย

1. การเรียนของกลุ่มที่เรียนจากทฤษฎีปฎิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูสอนตามปกติ
2. เฉพาะกลุ่มเก่ง การเรียนของกลุ่มที่เรียนจากทฤษฎีปฎิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับกลุ่มที่เรียนจากครูสอนตามปกติ
3. เฉพาะกลุ่มปานกลาง การเรียนของกลุ่มที่เรียนจากทฤษฎีปฎิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูสอนตามปกติ
4. เฉพาะกลุ่มอ่อน การเรียนของกลุ่มที่เรียนจากทฤษฎีปฎิบัติการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูสอนตามปกติ

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

การศึกษานี้จะกระทำขึ้นอยู่ในขอบเขตดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับ ป.ศ.ต้น วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จันทบุรี จำนวน 120 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม
 - 1.1 กลุ่มทดลอง (กลุ่ม ก.) มีนักเรียน 60 คน เรียนจากทฤษฎีปฎิบัติการทดลอง
 - 1.2 กลุ่มควบคุม (กลุ่ม ข.) มีนักเรียน 60 คน เรียนจากครูสอนตามปกติ

2. ตัวแปร

2.1 ตัวแปรอิสระคือแนวทางการสอน ระหว่างการเรียนรู้โดยมีครูสอน กับการเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วิธีการทดสอบเท่านั้น

กำนิยามศัพท์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการทดลอง หมายถึงชุดที่ครูจัดให้นักเรียนได้ใช้ศึกษาหาความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย

1.1 เครื่องมือที่ใช้ทดลองในเรื่องนั้น ๆ

1.2 หนังสือคู่มือการทดลองเป็นแบบเรียนแบบโปรแกรมที่ให้ความรู้เกี่ยวกับหลักการ, ข้อเท็จจริงและแนะนำวิธีปฏิบัติการทดลอง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.)

1.3 หนังสือความรู้พื้นฐานวิชาไฟฟ้าเป็นแบบเรียนโปรแกรมที่ให้หลักการและข้อเท็จจริงพื้นฐานก่อนที่เรียน เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้พื้นฐานพอเพียงที่จะปฏิบัติการทดลอง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.)

2. ครูสอนปกติ หมายถึงการสอนแบบบรรยายและมีการสาธิตการทดลอง ประกอบคำบรรยายโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองที่ใช้กับกลุ่มทดลองมาสาธิตให้นักเรียนดู

3. กลุ่มเก่ง หมายถึงกลุ่มนักเรียนในกลุ่ม ก. และ ข. ที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ได้สูงกว่า 75 ขึ้นไป ในการทดสอบก่อนเรียน

4. กลุ่มปานกลาง หมายถึงกลุ่มนักเรียนในกลุ่ม ก. และ ข. ที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ได้ระหว่าง 25 - 75 ในการทดสอบก่อนเรียน

5. กลุ่มอ่อน หมายถึงกลุ่มนักเรียนในกลุ่ม ก. และ ข. ที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ได้ต่ำกว่า 25 ลงมา ในการทดสอบก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสาร การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อด้วยกันคือ

1. เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนรายบุคคลและบทเรียนโปรแกรม
2. เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดปฏิบัติการทดลองและชุดการสอน
3. เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบรายบุคคลและบทเรียนโปรแกรม

ซีเกลอร์ (Ziegler , 1974: 38) ได้ให้คำแนะนำถึงสิ่งที่ควรปฏิบัติในการสอนแบบรายบุคคลไว้ 6 ประการ คือ

1. ให้นักเรียนตั้งวัตถุประสงค์เพื่อตนเอง
2. ให้นักเรียนรู้ความต้องการในการเรียนของตนเอง
3. นักเรียนทำงานอย่างอิสระหรือเป็นกลุ่มเล็กๆ
4. ให้นักเรียนมีโอกาสเลือก วัสดุพิมพ์ และวัสดุที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์อย่างกว้างขวางในการเรียน
5. ให้นักเรียนตั้งเป้าหมายของตนเอง
6. ให้นักเรียนสำรวจความก้าวหน้าของตนเอง

นอกจากนี้ครูจะต้องสำรวจสิ่งต่อไปนี้ก่อนจะสอนแบบรายบุคคล คือ

1. ค้นหาว่าเด็กทุกคนเรียนอย่างไร
2. รูปแบบการเรียนของเด็กเป็นอย่างไร
3. ควรมีวัสดุอะไร เมื่อนำมาใช้ในการเรียนจะเกิดประโยชน์อะไรบ้าง
4. จะใช้อาคารสถานที่อย่างไร เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่เด็กมากที่สุด
5. ทำอย่างไรที่จะให้เด็กทุกคนสนใจห้องสมุด

ขั้นตอนในการสอนแบบรายบุคคลมี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การตั้งเป้าหมาย ครูต้องดำเนินการดังนี้

1. ร่วมกันหาข้อมูลพื้นฐาน
2. กำหนดกิจกรรมและหน้าที่ของแต่ละคน
3. กำหนดกิจกรรมของนักเรียน
4. ตั้งเป้าหมาย
5. กำหนดระยะเวลาที่จะให้นักเรียนเรียน

ขั้นที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างต่อเนื่องและการป้อนกลับ การเก็บข้อมูลจะช่วยให้ครูถึงความสำเร็จของนักเรียน เพื่อคอยช่วยเหลือเด็กที่ไม่สามารถไปสู่ความสำเร็จได้ และให้ความสำเร็จขั้นต่อไปโดยวิธี

1. การชักชวน
2. การให้ประเมินผลด้วยตนเอง
3. การสังเกตและป้อนกลับของครู

ขั้นที่ 3 การทำการปรับปรุงในระหว่างที่ดำเนินการไปสู่เป้าหมายจะต้องมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อเกิดความจำเป็น

ขั้นที่ 4 แยกแยะว่านักเรียนผู้ใดจะต้องการความช่วยเหลือในด้านใดบ้าง

ดร.อรสา คิสสระ (2517 : 10) กล่าวถึงการเริ่มต้นโปรแกรมการสอนแบบให้เด็กมีโอกาสเลือกหน่วยดำเนินการดังนี้

1. คัดเลือกครูที่สนใจในเรื่องวิธีสอนชนิดนี้
2. ครูเลือกหน่วยของตน
3. กำหนดวันเวลา สำหรับหน่วยนั้นๆให้ชัดเจนแน่นอน
4. เมื่อครูเลือกหน่วยของตนเรียบร้อยแล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือก

5. จัดชั้นตามกลุ่มที่เด็กเลือกหน่วย
6. ลงมือสอน
7. เมื่อจบแล้วก็ให้เลือกหน่วยขึ้นมาใหม่

การสอนแบบรายบุคคลเป็นการสอนที่ยึดหลักจิตวิทยาที่ว่าบุคคลแต่ละคนย่อมมีความแตกต่างกันในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความแตกต่างกันในความสามารถ
2. ความแตกต่างกันในสติปัญญา
3. ความแตกต่างในความต้องการ
4. ความแตกต่างในค่านิยม
5. ความแตกต่างในค่านิยมร่างกาย
6. ความแตกต่างในค่านิยมอารมณ์
7. ความแตกต่างในค่านิยมสังคม

ลักษณะการสอนแบบรายบุคคลอาจมีได้หลายลักษณะเช่นการเรียนแบบIndependent Study, Individual study, Self Education ลักษณะเหล่านี้ถือว่าการสอนแบบรายบุคคลทั้งสิ้น เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถ ตามสติปัญญา ความถนัด และความสนใจของตนเอง

ข้อดีของการสอนแบบรายบุคคลสามารถแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1. สนองความต้องการของผู้เรียนตามลักษณะความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเพิ่มพูนความรู้แก่ตนเองตามความต้องการ
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้อย่างเต็มที่
6. ส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ดร. สุภา สุจริตพงศ์ (กรมวิชาการ, 2517: 195) ได้กล่าวถึงแบบเรียนโปรแกรมว่า

มีหลักใหญ่ ๆ 3 ประการคือ

1. อธิบายบทเรียนและให้นักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับบทเรียนนั้นหลาย ๆ ข้อ
2. มีวิธีทำให้นักเรียนทราบได้ทันทีว่าคำตอบของตนถูกหรือผิด
3. ให้นักเรียนมีโอกาสรียนด้วยตนเองและเวลาเรียนสำหรับบทเรียนหนึ่ง ๆ ขึ้นอยู่กับสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคน

ลักษณะของแบบเรียนโปรแกรมมีลักษณะดังนี้ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516:52 - 54)

1. ข้อความที่เป็นเรื่องราวจะต้องแจ่มแจ้งและชัดเจน และเรียงลำดับตาม

ความยากง่าย

2. มีวัตถุประสงค์ชัดเจน
3. แบ่งออกเป็นตอนย่อย ๆ และเป็นขั้น ๆ ตามลำดับโดยเริ่มตั้งแต่ ง่าย

ไปหายาก จนจบบทเรียน

4. มีการโต้ตอบด้วยตนเอง
5. วัสดุการตอบโต้ทันที
6. อัตราการเรียนขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียน
7. มีการวัดผลที่แน่นอน

บทเรียนโปรแกรมมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนดังนี้ (กรมวิชาการ, 2517:221)

1. นักเรียนมีโอกาสรียนด้วยตนเอง และดำเนินไปตามความสามารถของตนเอง คล้ายกับนักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนกับครูแบบตัวต่อตัว
2. ช่วยให้ครูทำงานน้อยลง เกี่ยวกับการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ เพื่อจะได้นำเวลาไปใช้ในการเตรียมบทเรียนอื่นที่ยังยากลึกซึ่งกว่าหน้ายิ่งไปอีก
3. ผู้เรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้อื่นเขาย้ำเย้ย เพราะไม่มีผู้อื่นเห็น เมื่อผิดแล้วก็สามารถจะแก้ความเข้าใจผิดได้ทันที
4. ส่งเสริมความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. เป็นการแก้วิธีการศึกษาในปัจจุบัน ที่นิยมการทำงานเป็นกลุ่ม และสนใจเนื้อหาวิชาน้อยเกินไป

6. แก้ไขปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวอาจจะคุมนักเรียนให้เรียนบทเรียนโปรแกรมโคคราวละหลายสิบคน

แบบเรียนโปรแกรมมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2518: 62 - 63)

1. Linear Program

2. Branching Program

หลักในการสร้างแบบเรียนโปรแกรมต้องทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ (มศว. ประสานมิตร, 2518: 61 - 62)

1. จะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายและเนื้อหาแน่นอน
2. จัดอันดับเนื้อหาวิชาให้เป็นไปตามลำดับขั้น
3. ศึกษาสถานะของผู้เรียนทั้งในด้านร่างกาย จิตใจและสังคม
4. กำหนดตัวบุคคลและเวลาที่จะต้องจัดทำบทเรียน
5. จัดทำบทเรียนแล้วนำไปทดลองกับนักเรียน
6. แก้ไขข้อบกพร่องแล้วนำมาทดลองใหม่
7. จัดพิมพ์
8. นำไปใช้ในโรงเรียนอื่น ๆ

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดปฏิบัติการทดลองและชุดการสอน

วชิระ ขาวหา (2514: 9 - 10) ได้ทำการวิจัย เรื่อง "การศึกษาหาวิธีการออกแบบ การทดลอง และสร้าง Experimental Kit เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเรื่องพลังงาน อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาทางเคมี" ได้กล่าวถึงหลักการออกแบบ และการสร้างหีบการทดลองไว้ว่า

1. ติดตั้ง ประกอบได้ง่ายและรวดเร็ว
2. เครื่องมือที่ใช้ต้องไม่ชำรุดเสียหายง่าย
3. เครื่องมือที่ใช้ต้องมีคุณภาพดีแต่ราคาถูก
4. เมื่อไม่อยู่ในการทดลองต้องแยกกันอยู่ แต่เมื่อทำการทดลองจะต้อง

ประกอบเข้าด้วยกันเป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ที่จะสามารถใช้ทำการทดลองได้

5. จะต้องมียุทธศาสตร์หรือวิธีการทดลองรวมอยู่ด้วย

ข้อดีของชุดการสอนคือ

1. ส่งเสริมการศึกษารายบุคคล
2. ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู
3. ช่วยในการจัดการศึกษานอกระบบ

ชุดการสอนสามารถใช้สอนในสถานต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ใช้ฝึกหัดทักษะของครูฝึกสอน
2. เพื่อให้เด็กและผู้ปกครองได้ศึกษา นอกจากการเรียนในโรงเรียนปกติ

สำหรับเด็กที่เรียนช้าไม่ทันเพื่อน

3. ใช้ในการฝึกวิชาชีพต่าง ๆ ด้วยตนเองที่บ้าน

มหาวิทยาลัยแห่งรัฐยูทาห์ ได้ทำการวิจัย โดยทำการวิจัย โดยใช้ชุดการเรียนให้ผู้ปกครองนำไปสอนบุตร ธิดาที่บ้าน เพิ่มเติมจากการสอนของครูในโรงเรียนปกติ ซึ่งชุดการเรียนนี้ผู้ปกครองสามารถหาซื้อด้วยตนเอง หรือซื้อทางไปรษณีย์ พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนจากชุดการสอน มีผลการเรียนดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เรียนชุดการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (มศว. ประสานมิตร, 2518:50 - 51)

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

มิชาลส์ (Michales, 1956:737) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝึกหัดครู เพื่อทำการสอนวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา โดยเปรียบเทียบผลการสอนนักเรียนฝึกหัดครู 3 กลุ่มในวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา ซึ่งใช้วิธีสอนต่าง ๆ ดังนี้

1. สอนโดยวิธีการจัดอภิปรายและจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม ๆ
2. เพิ่มเวลาในการอภิปรายและจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มมากขึ้น
3. สอนโดยวิธีบรรยายประกอบการสาธิตเป็นส่วนใหญ่

ผลการทดลองปรากฏว่า

1. สอนโดยวิธีจัดการอภิปรายและจัดกิจกรรมเป็นกลุ่มรวมทั้งให้คนคว่ำทำ
รายงานก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น

2. การเพิ่มเวลาขึ้นในการอภิปรายและจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์
สูงที่สุด

3. ผู้เรียนที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายและจัดกิจกรรมเป็นกลุ่ม สามารถนำ
เอาไปใช้ในการเตรียมการสอนได้ดีกว่า การสอนโดยวิธีบรรยายในหัวข้อเดียวกัน

โอเวนส์ (Owens, 1975:207 - 213) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยา-
ศาสตร์ที่ต่องไขความสามารถในการจำ และการนำไปใช้ของนักเรียนเคมี 166 คน และนักเรียน
ชีววิทยา 108 คน ที่มีระดับอายุและเชื้อชาติหลากหลายเท่า ๆ กันพบว่า

1. นักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการทดลองปฏิบัติจริง สามารถ
จดจำสิ่งที่ตนเรียนได้ดีกว่า นักเรียนที่เรียนโดยไม่มีการทดลอง และปฏิบัติจริง อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติ

2. นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนวิทยาศาสตร์ตก
ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับความสามารถในการจำและการนำไปใช้

จอห์น (John, 1966:994 - 995) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอน 2 วิธี ในชั้นปี
ที่ 8 โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มประกอบด้วย
นักเรียนชาย 29 คน นักเรียนหญิง 29 คน กลุ่มควบคุมสอนโดยวิธีบรรยายและสาธิต กลุ่ม
ทดลองสอนด้วยวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งมีคำแนะนำแจ่มให้ ปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะ
ในการแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ปาร์กส์ (Parks, 1969:3505) ได้ทำการศึกษาด้านการแก้ปัญหา พบว่า
นักเรียนฝึกหัดครูที่สอนโดยวิเคราะห์รายงานการวิจัยทางวิทยาศาสตร์นั้น มีความสามารถในการ
แก้ปัญหาคือว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการสอนดังกล่าว แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบอีกว่าความ
สามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนเมื่อปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ
กับความสามารถในการคิดหาเหตุผล

ดัทตัน (Dutton, 1963:2382)

ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนชั้นประถม

ปีที่ 4 ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องเสียง แสงสว่าง และความร้อน โดยการใช้บทเรียนแบบโปรแกรม สำเร็จรูปกับการสอนแบบเก่า ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบเก่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สกอตต์ (Scott, 1963:4229-4230) ได้ศึกษาว่าเด็กเรียนรู้ความคิดรวบยอดได้อย่างไร และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์กับเพศและอายุปรากฏผลดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ในด้านความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับระดับอายุและเพศ
2. เทคนิคในการสอนและการประเมินผลที่ใช้ในทางวิชาการศึกษาและจิตวิทยา จะทำให้เราเข้าใจกระบวนการรับรู้ของเด็ก
3. ความสัมพันธ์ระหว่างเพศ อายุ มีความสำคัญต่อการจัดกลุ่มนักเรียนเพื่อวัดกิจกรรมในการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ให้แก่เด็ก

อรพินท์ ทินวัฒน์ (2512:82) ได้ศึกษาคำนวณอุปกรณ์การสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มที่ทำการสอนโดยมีอุปกรณ์การสอน ทำให้นักเรียนมีทักษะการใช้เครื่องมือ ความอยากรู้อยากเห็นไม่เชื่อใครง่าย มีความสนใจและชื่นชมในวิทยาศาสตร์มากกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้อุปกรณ์การสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จรรยา สุวรรณทัต (2516:10 - 17) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในระดับชั้นต่าง ๆ พบว่า นักเรียนที่มีโอกาสในการปฏิบัติการทดลองมาก ๆ จะมีผลสัมฤทธิ์สูง นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความต้องการที่จะเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลอง แต่นักเรียนขาดโอกาสที่จะได้ทดลองเพื่อสัมผัสกับเนื้อหาวิชาจริง ๆ จึงทำให้นักเรียนขาดการติดตามความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

จากการวิจัยทั้งหลายจะเห็นผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับกระบวนกรปฏิบัติการทดลอง และการเรียนด้วยตนเอง นักเรียนที่มีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจะมีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนสูงกว่าการเรียนโดยเรียนจากครูผู้สอน นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ยังขึ้นอยู่กับอายุ เพศ และความสามารถในการเรียนวิทยาศาสตร์อีกด้วย ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนได้ศึกษา

หาความรู้และปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง น่าจะเป็นหนทางที่จะทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาดีขึ้น และยังเป็นการช่วยให้นักเรียนเข้าได้มีโอกาสใช้เวลาศึกษาได้นาน ๆ จนกว่าจะเข้าใจอีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

งานวิจัยนี้ทำการวิจัยกับนักเรียนระดับ ป.กศ.ศน. ปีการศึกษา 2516 วิทยาลัยครูมหาสารคาม โดยใช้ นักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 5 ในภาคเรียนที่ทำการทดลองเป็นกลุ่มตัวอย่าง

การจัดกลุ่มตัวอย่าง

นำนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป 5 รวม 4 ห้องเรียนมาจับฉลากเพื่อแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยข้อสอบที่วิเคราะห์แล้ว จับคู่ที่ได้คะแนนในการสอบก่อนเรียนใกล้เคียงกันจากทั้ง 2 กลุ่มมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มละ 60 คน ทดสอบกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนว่ามีพื้นฐานความรู้ในเนื้อหาที่จะทำการทดลองต่างกันหรือไม่ ถ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจะต้องทำการคัดเลือกใหม่จนกระทั่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แบ่งกลุ่มทั้งสองออกเป็นกลุ่มทดลอง (กลุ่มก.) และกลุ่มควบคุม (กลุ่มข.) โดยวิธีการจับฉลาก

กลุ่ม ก. เป็นกลุ่มที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบ และจัดชุดปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ในขณะที่เรียนจะมีอาจารย์คอยดูแล เพื่อความปลอดภัยและความเป็นระเบียบอยู่ 1 ท่าน โดยไม่สอนและไม่อธิบายให้แก่ผู้เรียนเลย

กลุ่ม ข. เป็นกลุ่มที่เรียนจากครูสอนตามปกติ โดยผู้วิจัยจะเป็นผู้สอนด้วยตนเอง และทำการสาธิตหรือทดลองประกอบ เครื่องมือที่ใช้กับกลุ่ม ก. และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสและดูเครื่องมืออย่างใกล้ชิดทุกคน

เรื่องที่ใช้ทำการทดลอง

เรื่องที่ใช้สอนในการวิจัยครั้งนี้คัดเลือกจากเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 5 โดยผู้วิจัยจะเลือกเฉพาะเรื่องที่เห็นว่าผู้วิจัยสามารถจะสอนได้เป็นอย่างดี และสามารถสร้างอุปกรณ์และแบบเรียนให้ผู้เรียนทดลองด้วยตนเองได้เป็นอย่างดีเท่านั้น เรื่องที่ใช้ทำการทดลองจะประกอบ

ด้วยเรื่องต่าง ๆ 6 เรื่องดังนี้

1. การต่อไฟฟ้าภายในบ้าน

- การไหลของกระแสไฟฟ้า
- การเกิดการลัดวงจร
- หลักการต่อไฟฟ้าภายในบ้าน
- การต่อหลอดไฟฟ้ากับสวิตช์
- การต่อปลั๊กไฟฟ้า
- การต่อหลอดไฟฟ้ากับสวิตช์สองทาง
- การต่อวงจรหลาย ๆ วงจรรวมกัน

2. หม้อแปลงไฟฟ้า

- ส่วนประกอบของหม้อแปลงไฟฟ้า
- หน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ
- การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
- การคำนวณอย่างง่าย ๆ เกี่ยวกับหม้อแปลงไฟฟ้า

3. หลอดไฟฟ้าและเตาไฟฟ้า

- ส่วนประกอบของหลอดไฟฟ้า
- หลักการทำงานของหลอดไฟฟ้า
- ส่วนประกอบของเตาไฟฟ้า
- หลักการทำงานของเตาไฟฟ้า

4. เตารีดไฟฟ้า

- ส่วนประกอบของเตารีดไฟฟ้า
- หน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในเตารีดไฟฟ้า
- ส่วนประกอบของเทอร์โมสแตต
- การทำงานของเทอร์โมสแตต

5. กระดิ่งไฟฟ้า

- ส่วนประกอบของกระดิ่งไฟฟ้า
- การทำงานของกระดิ่งไฟฟ้า
- ขอบกพร่องและการแก้ไขกระดิ่งไฟฟ้า

6. โทรเลข

- ส่วนประกอบของเครื่องรับและเครื่องส่งโทรเลข
- การทำงานของเครื่องรับ - ส่งโทรเลข
- รหัสของมอร์ส
- การรับส่งโทรเลข

เนื้อหาวิชา ยึดตามแบบเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป เล่ม 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2514:96 - 113) และแบบเรียนไฟฟ้ากระแสของ ดร. บุญพุกษ์ จาตุามระ (2517:228 - 231) เป็นหลักในการเขียนแบบเรียนโปรแกรมและการสอนตามปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลใช้แบบทดสอบ แบบเลือกตอบ โดยแต่ละข้อจะมีคำตอบให้เลือก 4 คำตอบ และคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แบบทดสอบจะมีเรื่องละ 10 ข้อเท่ากัน รวมเป็น 60 ข้อ

การสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยจะทำการสร้างข้อสอบขึ้นมาเรื่องละไม่น้อยกว่า 15 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป 5 ไปแล้ว นำผลของการทดสอบมาหาอ่านาจจำแนกความยากง่าย และความยากมาตรฐานของข้อทดสอบทุก ๆ ข้อ แล้วนำมาเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .80 และมีอ่านาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป เรื่องละ 10 ข้อเป็นเครื่องมือในการหาข้อมูล

จากการทดสอบนักเรียน 142 คน แล้วนำมาวิเคราะห์ได้ผลดังตารางที่ 1

พหุสัมพันธ์ทาง
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

24

ตาราง 1 แสดงค่า p, r และ Δ ของข้อทดสอบแต่ละข้อ

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
1	.62	.74	11.8	23	.75	.44	10.6
2	.55	.23	12.5	24	.72	.31	11.7
3	.27	.26	15.5	25	.71	.33	10.8
4	.58	.29	12.2	26	.40	.26	14.0
5	.59	.32	12.2	27	.38	.21	14.2
6	.53	.58	12.7	28	.62	.48	11.8
7	.46	.39	13.4	29	.27	.26	15.5
8	.24	.24	15.9	30	.27	.26	15.5
9	.62	.43	11.7	31	.33	.25	14.8
10	.69	.58	11.0	32	.80	.73	9.6
11	.77	.52	10.0	33	.72	.59	10.6
12	.56	.37	12.4	34	.71	.81	10.8
13	.44	.24	13.6	35	.61	.23	11.9
14	.45	.21	13.5	36	.24	.25	15.8
15	.44	.34	13.6	37	.71	.44	10.8
16	.51	.20	12.9	38	.56	.56	12.4
17	.54	.25	12.6	39	.58	.29	12.2
18	.27	.26	15.5	40	.33	.25	14.8
19	.52	.28	12.8	41	.78	.75	9.9
20	.72	.59	10.6	42	.55	.35	12.5
21	.78	.43	9.9	43	.77	.52	10.0
22	.75	.25	10.4	44	.74	.79	10.5

ข้อที่	p	r	Δ	ข้อที่	p	r	Δ
45	.62	.57	11.7	53	.61	.35	11.9
46	.61	.73	11.8	54	.64	.29	11.6
47	.61	.23	11.9	55	.75	.25	11.4
48	.37	.48	14.3	56	.64	.33	11.5
49	.41	.29	13.9	57	.58	.28	11.2
50	.46	.70	13.4	58	.63	.35	11.7
51	.65	.26	11.4	59	.37	.31	14.3
52	.51	.20	12.9	60	.67	.37	11.2

ตาราง 1 เป็นตารางแสดงค่าความยากง่าย(p)ของข้อทดสอบ อำนาจจำแนก(r)ของข้อทดสอบ และค่าความยากมาตรฐาน (Δ) ของข้อสอบ จากตาราง 1 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .24 - .80 ค่าความยากง่ายโดยเฉลี่ย .56 มีอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 20 - 81 อำนาจจำแนกโดยเฉลี่ย .38 และมีความยากมาตรฐานอยู่ระหว่าง 9.6-15.9 ความยากมาตรฐานโดยเฉลี่ย 12.35

การหาความเชื่อมั่นของข้อทดสอบโดยใช้สูตรของ คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน ได้ความเชื่อมั่นของข้อทดสอบ .7303

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย ชุดปฏิบัติการในเรื่องต่าง ๆ 6 ชุด ซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วย อุปกรณ์ และหนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลอง ดังต่อไปนี้

1. เรื่องการต่อไฟฟ้าภายในบ้าน

- สะพานไฟฟ้า 1 อัน
- หลอดไฟฟ้า 2 หลอด
- สวิตช์ธรรมดา 1 อัน
- สวิตช์สองทาง 2 อัน

-ปลั๊กไฟฟ้า 1 อัน

-สายไฟฟ้าพร้อมปากคีบ 1 ชุด

-หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องการต่อไฟฟ้าภายในบ้าน

-แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

2. เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

-หม้อแปลงไฟฟ้า 1 ชุด

-ชกวดคหุติยภูมิ 2 ชค

-แผนเหล็กออน 1 แผน

-หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

-แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

3. เรื่องหลอดไฟฟ้าและเตาไฟฟ้า

-หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 220 โวลต์ 1หลอด

-เตาไฟฟ้า 1 เตา

-หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องหลอดไฟฟ้าและเตาไฟฟ้า

-แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

4. เรื่องเตารีดไฟฟ้า

-เตารีดไฟฟ้า 1 เครื่อง

-หนังสือคู่มือปฏิบัติการเรื่องเตารีดไฟฟ้า

-แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

5. เรื่องกระดิ่งไฟฟ้า

-กระดิ่งไฟฟ้า 1 เครื่อง

-ถ่านไฟฉาย 2 กอน

-สวิทช์กระดิ่งไฟฟ้า 1 อัน

-แผนเหล็กออน 1 แผน

-หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องกระดิ่งไฟฟ้า

-แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

6. เรื่องโทรเลข

- เครื่องส่งโทรเลข (คันเคาะ)
- เครื่องรับโทรเลข
- ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน
- สายไฟฟ้า
- หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องโทรเลข
- แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

วิธีดำเนินการและการรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองนักเรียนกลุ่ม ก. แต่ละคนจะได้รับชุดปฏิบัติการทดลองชั่วโมงละ 1 ชุด รวม 6 ชั่วโมง นักเรียนแต่ละคนจะต้องศึกษาให้ครบ 6 ชุด ในเวลา 6 ชั่วโมง ส่วนนักเรียนกลุ่ม ข. ผู้วิจัยจะทำการสอนแบบบรรยาย และสาธิตประกอบด้วยเครื่องมือที่กลุ่ม ก. ใช้ในการทดลอง เป็นเวลา 6 ชั่วโมงเท่ากัน เมื่อครบ 6 ชั่วโมงแล้ว ทำการทดสอบกลุ่มก. และกลุ่มข. ทันที ด้วยข้อทดสอบที่ใช้สอบก่อนเรียน นำไปตรวจให้คะแนน โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดไม่ให้คะแนน คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะเป็นข้อมูลในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. วิเคราะห์หาความยากง่ายของข้อทดสอบ ค่าอำนาจจำแนก โดยใช้วิธีสถิติที่เรียกว่า High - Low 27 Percent Group Method of Item Analysis (Fan, 1952 3-32)
2. หาค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมโดยใช้สูตร (Gullford, 1965:44)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทนคะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทนจำนวนคนในกลุ่ม

3. การหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (Standard Deviation)

โดยใช้สูตร (Guilford, 1965:44)

$$s = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ s แทนค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $\sum X$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
 $\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 N แทนจำนวนคนในกลุ่ม

4. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากสูตรการคำนวณของ กูเคอร์-ริชาร์ดสัน

(Guilford, 1965 : 46)

$$r_{tt} = \frac{n \sigma_t^2 - M(n-M)}{\sigma_t^2(n_t - 1)}$$

เมื่อ r_{tt} แทนความเชื่อมั่นของข้อทดสอบ
 n แทนจำนวนของข้อสอบ
 σ_t^2 แทนค่าความแปรปรวนของคะแนนในการทดสอบ
 M แทนรายเฉลี่ยของคะแนนในการทดสอบ

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ของข้อมูลโดย

ใช้สูตร (Winer, 1962:67)

$$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{error}}$$

เมื่อ F แทนค่าความแปรปรวน
 MS_{treat} แทนรายเฉลี่ยกำลังสองของ Treatment
 MS_{error} แทนรายเฉลี่ยกำลังสองของ Experimental error

การวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล

1. การวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง

- กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยนักเรียน ป.ศ. ปีที่ 2 จำนวน 120 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 60 คน และกลุ่มควบคุมอีก 60 คน กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมยังแบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน โดยแบ่งตามคะแนนเปอร์เซ็นต์ของการสอบจนเรียน กลุ่มเก่งเป็นนักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นต์ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป ซึ่งจะมีอยู่กลุ่มละ 15 คน กลุ่มปานกลางมีคะแนนเปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 25 - 75 มีอยู่กลุ่มละ 30 คน และกลุ่มอ่อนมีคะแนนเปอร์เซ็นต์ต่ำกว่า 25 มีอยู่กลุ่มละ 15 คน ถ้าแบ่งตามเพศจะได้ดังตาราง 2
- ตาราง 2 จำนวนนักเรียนชายหญิงในกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่ม ตัวอย่าง	ความ สามารถ ในการ เรียน	เพศ				รวม	
		ชาย	ร้อยละ	หญิง	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
กลุ่ม ทดลอง	กลุ่มเก่ง	12	20.00	3	50.00	15	25
	กลุ่มปานกลาง	12	20.00	18	30.00	30	50
	กลุ่มอ่อน	3	5.00	12	20.00	15	25
	รวม	27	45.00	33	55.00	60	100
กลุ่ม ควบคุม	กลุ่มเก่ง	12	20.00	3	5.00	15	25
	กลุ่มปานกลาง	14	23.33	16	26.67	30	56
	กลุ่มอ่อน	4	6.67	11	18.33	15	25
	รวม	30	50.00	30	50.00	60	100

จากตาราง 2 จะปรากฏว่า ในกลุ่มทดลองมีนักเรียนชายอยู่ ร้อยละ 45 นักเรียนหญิงร้อยละ 55 ส่วนกลุ่มควบคุมมีนักเรียนชายและหญิงร้อยละ 50 เท่ากัน นอกจากนี้พบว่า นักเรียนชายร้อยละ 20 อยู่ในกลุ่มเก่ง ร้อยละ 21.67 อยู่ในกลุ่มปานกลาง และร้อยละ 5.83 อยู่ในกลุ่มอ่อน ส่วนนักเรียนหญิงร้อยละ 5 อยู่ในกลุ่มเก่ง ร้อยละ 28.33 อยู่ในกลุ่มปานกลาง และร้อยละ 19.17 อยู่ในกลุ่มอ่อน แสดงว่านักเรียนหญิงมีแนวโน้มที่จะมีพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่กลุ่มค่อนข้างอ่อน ส่วนนักเรียนชายมีพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างเก่ง

1.1 สถิติพื้นฐานของการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 3 สถิติพื้นฐานในการทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	ความสามารถในการเรียน	สถิติ					
		N	$\sum X$	$\sum X^2$	$\bar{X}$	s^2	S
กลุ่มทดลอง	กลุ่มเก่ง	15	458	14140	30.5333	11.1238	3.3352
	กลุ่มปานกลาง	30	663	14787	22.1000	4.6448	2.1551
	กลุ่มอ่อน	15	225	3453	15.0000	5.5714	2.3603
	รวม	60	1346	32380	22.4333	37.0284	6.0851
กลุ่มควบคุม	กลุ่มเก่ง	15	461	14355	30.7333	13.3524	3.6540
	กลุ่มปานกลาง	30	668	15000	22.2667	4.3402	2.0833
	กลุ่มอ่อน	15	226	3506	15.0667	7.2095	2.6850
	รวม	60	1355	32861	22.5833	38.3114	6.1898

จากตาราง 3 แสดงให้เห็นว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม กลุ่มเก่งกับกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางกับกลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อนกับกลุ่มอ่อน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีค่าใกล้เคียงกัน เพื่อให้ทราบแน่ชัดว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความรู้

ความสามารถในเนื้อหาวิชาที่ทดลองเท่า ๆ กัน จึงต้องวิเคราะห์หาความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในข้อ 1.2

1.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการสอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างแบบ

เนื้อหาความสามารถในวิชาวิทยาศาสตร์ เคมีของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ตาราง 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	0.5334	1	0.5334	0.0141
ภายในกลุ่ม	4453.4333	118	37.7410	

ระดับ .05 $F = 3.82$

จากตาราง 4 แสดงว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงพอสรุปได้ว่า กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีความรู้ความสามารถพื้นฐานเท่า ๆ กัน

เพื่อให้ทราบแน่ชัดลงไปอีกว่า นอกจากกลุ่มใหญ่แล้ว กลุ่มเก่งกับกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางกับกลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อนกับกลุ่มอ่อน ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมยังมีความรู้ความสามารถในเนื้อหาวิชาที่ใช้ในการทดลองเท่ากัน ผลการวิเคราะห์ได้แสดงในตาราง

ตาราง 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มเก่งของกลุ่มทดลองกับกลุ่มเก่ง
ของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	0.3001	1	0.3001	0.0245
ภายในกลุ่ม	342.6666	28	12.2381	

ระดับ .05 $F = 4.20$

จากตาราง 5 แสดงว่ากลุ่มเก่งของกลุ่มทดลองและกลุ่มเก่งของกลุ่มควบคุม มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลองกับ
กลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	0.4166	1	0.4166	0.0927
ภายในกลุ่ม	260.5667	58	4.492	

ระดับ .05 $F = 4.01$

จากตาราง 6 แสดงว่า กลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลองและกลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุม มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มอ่อน
ของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	0.0334	1	0.0334	0.0052
ภายในกลุ่ม	178.9333	28	6.3905	

ระดับ .05 $F = 4.02$

จากตาราง 7 แสดงว่ากลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลองและกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง กับกลุ่ม
อ่อนของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	1816.3000	2	908.1500	140.5000 **
ภายในกลุ่ม	368.4333	57	6.4637	

** ระดับ .01 $F = 5.09$

จากตาราง 8 แสดงว่าการแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน นั้น แต่ละกลุ่มมีความรู้พื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่ม
อ่อนของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	1846.8500	2	923.4250	** 127.2198
ภายในกลุ่ม	413.7333	57	7.2585	

* * ระดับ .01 , $F = 5.09$

จากตาราง 9 แสดงว่า การแบ่งกลุ่มควบคุมออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลางและอ่อน นั้น แต่ละกลุ่มมีความรู้พื้นฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

จากการวิเคราะห์กลุ่มตัวอย่าง ปรากฏว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความรู้พื้นฐาน ในเนื้อหาวิชาที่จะเรียนเท่า ๆ กันและการแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และ กลุ่มอ่อนนั้น แต่ละกลุ่มมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น .01

2. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เมื่อนักเรียนได้เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง และเรียนโดยครูสอนตามปกติแล้วเพื่อ ใหทราบว่่านักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ จึงต้องนำกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ดู ว่ามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่

2.1 ค่าสถิติพื้นฐานของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมและกลุ่มควบคุม

ตาราง 10 ค่าสถิติพื้นฐานของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการสอบก่อนเรียนและ
การสอบหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	ความสามารถ ในการ เรียน	$\bar{X}$		S^2		S	
		ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
กลุ่มทดลอง	กลุ่มเก่ง	30.5333	45.0000	11.1238	22.4286	3.3352	4.7358
	กลุ่มปานกลาง	22.1000	37.0000	4.6448	32.0000	2.1551	5.6568
	กลุ่มอ่อน	15.0000	34.4667	5.5714	43.1238	2.3603	6.5668
	รวม	22.4333	38.3667	37.0284	47.3416	6.0851	6.8805
กลุ่มควบคุม	กลุ่มเก่ง	30.7333	44.4000	13.3524	32.4000	3.6540	5.6920
	กลุ่มปานกลาง	22.2667	36.8000	4.3402	49.4096	2.0833	7.0290
	กลุ่มอ่อน	15.0667	33.6000	7.2095	27.5429	2.6850	5.2481
	รวม	22.5834	37.9000	38.3114	54.5657	6.1898	7.3868

จากตาราง 10 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในการสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในการสอบก่อนเรียน แสดงว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการยืนยันว่าผลลัพธ์ของผู้นเรียนสูงขึ้นจึงต้องทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน ดังแสดงการทดสอบในข้อ 2.2

2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างระหว่างการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียน

เมื่อนำผลการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนภายในกลุ่มต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของนักเรียนทั้งหมดระหว่างการทดสอบ
ก่อนเรียนและการทดสอบหลังเรียน

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	14337.6041	1	14337.6041	** 313.6871
ภายในกลุ่ม	10878.1917	238	45.7067	

* * ระดับ .01 $F = 6.74$

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่านักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่า
เดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้เพื่อให้ทราบแน่ชัดว่าในกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อนมีผลสัมฤทธิ์สูง
ขึ้นทุก ๆ กลุ่ม จึงได้ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้น ที่ละคู่ ดังแสดง
ในตาราง 12 - 17

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลัง
เรียนของกลุ่มเก่งของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	1569.6334	1	1569.6334	** 93.5631
ภายในกลุ่ม	469.7336	28	16.7762	

* * ระดับ .01 $F = 7.64$

จากตาราง 12 แสดงว่ากลุ่มเก่งของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
กว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียนของกลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	3330.1500	1	3330.1500	181.7529 ^{**}
ภายในกลุ่ม	1062.7000	58	18.3224	

** ระดับ .01 $F = 4.01$

จากตาราง 13 แสดงว่ากลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียนและการสอบหลังเรียนของกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	2842.1334	1	2842.1334	116.7316 ^{**}
ภายในกลุ่ม	681.7333	28	24.3476	

** ระดับ .01 $F = 7.64$

จากตาราง 14 แสดงว่ากลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียน
ของกลุ่มเก่งของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	1400.8334	1	1400.8334	** 61.2554
ภายในกลุ่ม	640.5333	28	22.8762	

** ระดับ .01 $F = 7.64$

จากตาราง 15 แสดงว่ากลุ่มเก่งของกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
กว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียน
ของกลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	3024.5999	1	3024.5999	** 111.6418
ภายในกลุ่ม	1571.3334	58	27.0920	

** ระดับ .01 $F = 4.01$

จากตาราง 16 แสดงว่ากลุ่มปานกลางของกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
สูงขึ้นกว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบก่อนเรียน และการสอบหลังเรียน
ของกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	2576.1334	1	2576.1334	** 148.2564
ภายในกลุ่ม	486.5533	28	17.3762	

** ระดับ .01 $F = 7.64$

จากตาราง 17 แสดงว่ากลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
กว่าเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้เพื่อให้ทราบว่า หลังจากเรียนทั้งสองวิธีแล้ว นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง
และกลุ่มอ่อน ยังมีความสามารถแตกต่างกันหรือไม่ จึงได้ทำการทดสอบความแตกต่างของกลุ่มย่อย
ดังแสดงไว้ในตาราง 18-19

ตาราง 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบหลังเรียน ของกลุ่มเก่ง
กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	944.2200	2	472.1100	** 14.5798
ภายในกลุ่ม	1845.7333	57	32.3813	

** ระดับ .01 $F = 5.09$

จากตาราง 18 แสดงว่าหลังจากเรียนแล้ว นักเรียนภายในกลุ่มทดลอง ยังมีผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนอย่างมีนัย
สำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการสอบหลังเรียน ของกลุ่มเก่ง
กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนของกลุ่มควบคุม

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	968.5500	2	484.2750	* 12.3302
ภายในกลุ่ม	2238.7000	57	39.2754	

* * ระดับ .01 $F = 5.09$

จากตาราง 19 แสดงว่าหลังจากเรียนแล้ว นักเรียนภายในกลุ่มควบคุม ยังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันระหว่างกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการวิเคราะห์พบว่า การสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลอง และการสอนตามปกติ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01 และผู้ที่มีความสามารถสูงยังคงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้ที่มีความสามารถต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น .01

3. การวิเคราะห์ผลของการเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองและการเรียนโดยครูสอนตามปกติ

เมื่อทราบว่าการสอนทั้งสองวิธีนี้ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างแน่นอน

(ระดับ .01) ต่อไปจะเป็นการวิเคราะห์ว่าผลของการสอนทั้งสองวิธีนี้มีความแตกต่างกันหรือไม่

3.1 คาสติพิพื้นฐานในการสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ตาราง 20 คาสติพิพื้นฐานในการสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง	ความสามารถในการเรียน	คาสติพิ					
		N	ΣX	ΣX^2	$\bar{X}$	S^2	S
กลุ่มทดลอง	กลุ่มเก่ง	15	675	30689	45.0000	22.4286	4.7358
	กลุ่มปานกลาง	30	1100	41998	37.0000	32.0000	5.6568
	กลุ่มอ่อน	15	571	18432	34.4667	43.1238	6.5668
	รวม	60	2356	91110	38.3667	47.3416	6.8805
กลุ่มควบคุม	กลุ่มเก่ง	15	666	30024	44.4000	32.4000	5.6920
	กลุ่มปานกลาง	30	1104	40260	36.8000	49.4096	7.0290
	กลุ่มอ่อน	15	504	17320	33.6000	27.5429	5.2481
	รวม	60	2274	87604	37.9000	54.5657	7.3868

จากตาราง 20 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมเล็กน้อย ดังนั้นจึงต้องทดสอบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันจริงหรือไม่ ซึ่งได้แสดงไว้ในข้อ 3.2

3.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว

เพื่อให้ทราบว่าการทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันหรือไม่ จึงต้องทดสอบด้วยวิธี

One Way Analysis of Variance

กับกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ดัง

ตาราง 21

ตาราง 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	12.0334	1	12.0334	0.2364
ภายในกลุ่ม	6005.6666	118	50.8955	

จากตาราง 21 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองทั้งหมดกับกลุ่มควบคุมทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าการสอนทั้งสองวิธีนี้ ให้ผลเท่าๆกัน

เพื่อวิเคราะห์ให้เห็นเด่นชัดลงไปว่าไม่มีกลุ่มใดในกลุ่มของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกัน จึงวิเคราะห์หาความแปรปรวน ระหว่างกลุ่มเอง กลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังตาราง 22 - 24

ตาราง 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มเองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว

แหล่งความแปรปรวน	ผลรวมยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	2.7000	1	2.7000	0.0985
ภายในกลุ่ม	767.6000	28	27.4143	

จากตาราง 22 แสดงว่ากลุ่มเองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มเองของกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ากลุ่มเอง สามารถเรียนจากการสอนทั้งสองวิธีนี้ได้เหมือนกัน

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลอง และ
กลุ่มควบคุมหลังจากเรียนแล้ว

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	0.2666	1	0.2666	0.0064
ภายในกลุ่ม	2417.4667	58	41.6805	

จากตาราง 23 แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มปานกลางของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ากลุ่มปานกลาง สามารถเรียนจากการสอน
ทั้งสองวิธีนี้ได้เท่า ๆ กัน

ตาราง 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มอ่อนของกลุ่มทดลองและกลุ่ม
ควบคุม หลังจากการเรียนแล้ว

แหล่งความแปรปรวน	ผลบวกยกกำลังสอง	df	รายเฉลี่ยยกกำลังสอง	F
ระหว่างกลุ่ม	4.8001	1	4.8001	0.1362
ภายในกลุ่ม	987.0666	28	35.2524	

จากตาราง 24 แสดงว่ารายเฉลี่ยของกลุ่มอ่อน ในกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม
ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จึงพอสรุปได้ว่า การเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง กับการเรียนโดยครูสอนตาม
ปกติ ทำให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้พอกัน

บทสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยมีครูสอนตามปกติ กับที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง
2. เพื่อที่จะทราบว่าคุณค่าของการสอนทั้งสองวิธีในข้อ 1 ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความสามารถต่างกันอย่างไรบ้าง
3. เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลในวิชาวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่นักเรียน ป.กศ. ปีที่ 2 หมู่ 8, หมู่ 9 หมู่ 10, และหมู่ 11 ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2518 โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

1.1 กลุ่มทดลอง ใช้นักเรียนหมู่ที่ 10 และหมู่ที่ 11 เป็นกลุ่มที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง มีจำนวน 60 คน เป็นชาย 27 คน และหญิง 33 คน

1.2 กลุ่มควบคุม ใช้นักเรียนหมู่ที่ 8 และหมู่ที่ 9 เป็นกลุ่มที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ มีจำนวน 60 คน เป็นชาย 30 คน และหญิง 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 การสร้างแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้น 90 ข้อ แล้วทำการทดสอบเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2518 กับนักเรียน ป.กศ. สูง ปีที่ 1 ปีการศึกษา 2518 54 คน เพื่อทำการปรับปรุงข้อทดสอบ แล้วนำมาสอบกับนักเรียน ป.กศ. ปีที่ 2 จำนวน 142 คน เมื่อ 21 พฤศจิกายน 2518 เพื่อหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อทดสอบแต่ละข้อ แล้วก็คัดเลือกข้อสอบไว้เพียง 60 ข้อ เพื่อเป็นแบบทดสอบในการวิจัย เรื่องละ 10 ข้อ

2.2 ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยเฉลี่ย .56 อำนาจจำแนกของแบบทดสอบโดยเฉลี่ย .38 ค่าความยากมาตรฐานโดยเฉลี่ย 12.35 และค่าความ

เชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.7303

3. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าทดลอง

3.1 ผู้วิจัยได้จัดหาอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการปฏิบัติการทดลองทั้ง 6 เรื่อง เรื่องละ 6 ชุด รวม 36 ชุด

3.2 การสร้างบทเรียนโปรแกรม ผู้วิจัยได้ทำการสร้างบทเรียนโปรแกรม ขึ้นเองทั้ง 6 เรื่อง เรื่องละ 6 ชุด รวม 36 ชุด

3.3 การปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลอง และทดลองใช้ชุดปฏิบัติการทดลอง ประกอบการสอน

ก่อนการทดลองจริง ได้ทดลองให้นักเรียนได้เรียนโดยชุดปฏิบัติการทดลอง ระหว่าง วันที่ 6 – 14 พฤศจิกายน 2518 เพื่อหาข้อบกพร่องและทำการแก้ไข และในระหว่างนั้น ผู้วิจัยก็ได้ทำชุดปฏิบัติการทดลองไปใช้สอนโดยการบรรยาย และสาธิตประกอบเพื่อหาวิธีการ ที่ดีที่สุด เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด

4. การทดลองและการรวบรวมข้อมูล

4.1 การทดลองได้กระทำขึ้นระหว่างวันที่ 5 – 13 กุมภาพันธ์ 2519 โดยให้กลุ่มทดลอง เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง และกลุ่มควบคุมผู้วิจัยได้ทำการสอนโดยวิธี บรรยายและสาธิตประกอบ

4.2 การทดสอบ การทดสอบก่อนเรียนได้กระทำระหว่างวันที่ 26-28 มกราคม 2519 และการทดสอบหลังเรียนได้กระทำเมื่อวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2519

การวิเคราะห์ข้อมูล

ได้ทำการคำนวณหาสิ่งต่อไปนี้

1. ผลรวมของคะแนนทั้งหมด (ΣX)
2. คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$)
3. ความแปรปรวน (s^2)
4. ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)

5. ผลบวกยกกำลังสอง (SS)
6. รายเฉลี่ยยกกำลังสอง (MS)
7. การทดสอบความแปรปรวน (F-test)

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง กับนักเรียนที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
2. เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มเก่ง การเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง กับนักเรียนโดยครูสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
3. เมื่อเปรียบเทียบ เฉพาะกลุ่มปานกลาง การเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลอง กับนักเรียนโดยครูสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
4. เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มอ่อน การเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองกับการเรียนโดยครูสอนตามปกติ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เมื่อนักเรียนเรียนจากชุดทดลองกับเรียนโดยครูสอนตามปกติ และได้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่านักเรียนที่เรียนจากชุดทดลองจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเรียนที่เรียนโดยครูสอนตามปกติ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับการวิจัย ของมิชาลส์ (Michales, 1966: 737)

โอเวนส์ (Owens, 1975: 207-213)

จอห์น (John, 1966: 991-955)

คัทตัน (Dutton, 1963: 2328)

และจรรยา สุวรรณทัต (2516: 10 - 17) ที่

ได้ศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการปฏิบัติการทดลองจริง หรือโดยทำกิจกรรมต่าง ๆ ในขณะเรียนหรือมีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการบรรยายของครูผู้สอน

ผลของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สรุปได้ว่าการเรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองซึ่งเป็นการเรียนแบบรายบุคคล สามารถให้ผลสัมฤทธิ์ได้พอ ๆ กันกับการเรียนโดยมีครูสอนแบบบรรยาย

และสาธิตประกอบ ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้เรียนไปหาเรียนแบบรายบุคคลมากเกินไป และนักเรียนส่วนมากไม่เคยเรียนโดยค้นคว้าหาความรู้เอง จึงทำให้ขาดประสบการณ์ในวิธีการเรียน ดังนั้นถ้าได้การสอนแบบรายบุคคลแพร่หลายอาจจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

นอกจากนี้บทเรียนโปรแกรมที่ร่างขึ้นยังไม่สมบูรณ์เพียงพอ เพราะมีเวลาในการปรับปรุงแก้ไขน้อย ถ้าทำการปรับปรุงบทเรียนโปรแกรมที่ดีขึ้น อาจทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองสูงขึ้นไปอีก

จากเหตุผลทั้งสองประการข้างต้น เมื่อมีการปรับปรุงบทเรียนโปรแกรมให้ถูกต้องยิ่งขึ้น และฝึกฝนให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในวิธีการเรียนแบบรายบุคคล น่าจะทำให้ผู้เรียนที่เรียนจากชุดปฏิบัติการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเกาะเป็นไปตามผลการวิจัยที่ว่า นักเรียนที่เรียนโดยปฏิบัติการทดลองจริง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการบรรยายของครู

จากผลการทดลองครั้งนี้ทำให้ทราบว่า การสอนโดยให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากชุดปฏิบัติการทดลอง จะเกิดความรู้ขึ้นแก่ผู้เรียนอย่างแน่นอน และผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง นั่นการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองจึงสามารถใช้แทนครูได้ ในกรณีที่ขาดแคลนครู หรือใช้เพื่อให้ครูมีเวลาว่างมากขึ้น เพื่อเพิ่มพูนพัฒนาการสอนแบบบรรยายอยู่ตลอดเวลา

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าผู้เขียนขอเสนอแนะดังนี้

1. ควรจัดการเรียนโดยใช้ชุดปฏิบัติการทดลองไว้ให้ผู้ที่ต้องการเรียนอาจจะเป็นในระบบโรงเรียน หรือนอกโรงเรียน เพราะชุดปฏิบัติการทดลองสามารถสอนได้ก็เท่า ๆ กับครูและชุดปฏิบัติการทดลองสามารถใช้สอนได้ โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

2. ชุมปฏิบัติการทดลองควรสร้างขึ้นเอง เพราะจะช่วยให้รากาถูกตรึงกับเป้าหมายที่ต้องการสอน และไปยังยากับข้อ

3. ในการเริ่มใช้ชุมปฏิบัติการทดลอง ในการระดมจะต้องแนะนำวิธีการเรียนให้แก่ผู้เรียนเสียก่อน เพราะผู้เรียนยังไม่เคยชินต่อการเรียนแบบนี้

4. การมีการทดลองจัดชุดการเรียนแบบรายบุคคล ในวิชาวิทยาศาสตร์แบบอื่น ๆ ที่ไปลงใจเครื่องมือในการทดลอง เช่น ใจบทเรียนไปรบบเพียงอย่างเดียว บิดผลการเรียนรู้อย่างกับชุมปฏิบัติการทดลองหรือไม่ ถ้ามีผลไปต่างกับ การใช้ชุดการเรียนแบบอื่น น่าจะลงทุนน้อยกว่าชุมปฏิบัติการทดลอง

5. การมีการทดลองดูว่าถ้ามีเครื่องมือโสทัศน์กันมาก เช่น เหย กับอีกเสียง ภาพยนตร์กลัประกอบอยู่ในชุมปฏิบัติการทดลอง จะทำให้ผลลัษณ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือไม่

6. การมีการทดลองจัดชุดปฏิบัติการทดลองในหลาย ๆ ระดับเพื่อหาผลดูว่าระดับใดจะเรียนจากชุมปฏิบัติการทดลองได้ดีที่สุด

7. การมีการสำรวจความสนใจของผู้เรียนระหว่าง การเรียนจากชุมปฏิบัติการทดลองกับการสอนปกติว่าผู้เรียนมีความสนใจต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จรรยา สุวรรณทัต "การวิจัยผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยระดับ
ชั้นต่าง ๆ" วารสารการวิจัยทางการศึกษา เล่มที่ 3 2516, 55 หน้า.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีทางการศึกษา เล่ม 1 คณะนิสิตปริญญาโท แผนก
โสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2518, 225 หน้า (อัดสำเนา)

ชวาล แพทย์กุล เทคนิคการวัดผล พิมพ์ครั้งที่ 3 วัฒนาพานิช พระนคร 2508,
452 หน้า.

บุญพิกุล จาตุมาระ คร. แบบเรียนไฟฟ้ากระแส ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย ๖
อักษรเจริญทัศน์ กรุงเทพมหานคร 2517, 245 หน้า.

วิชาการ, กรม ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา กระทรวง
ศึกษาธิการ 2515, 242 หน้า.

วชิระ ชาวหา การศึกษาวิธีถว้ออกแบบ การทดลอง และสร้าง , Experimental
K+T เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเรื่องพลังงาน อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมี
ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 195 หน้า.

ประสาธ บัณฑิตกุล "รูปแบบการสอนที่ดี" ศรีนครินทร์สาร ฉบับปฐมฤกษ์ มิถุนายน-
กันยายน 2517, 32 หน้า.

พิทักษ์ รัชพลเดช นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์ โรงพิมพ์โรงเรียนสตรีในศีกษา
(แผนกการพิมพ์) พระนคร 2513, 74 หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง แนะแนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปตามหลักสูตร ป.กศ. 2508,
165 หน้า.

ศึกษาธิการ, กระทรวง แบบเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป เล่ม 2 ประโยชน์มัธยมศึกษาตอนปลาย
คุรุสภา 2514, 435 หน้า.

ศรีนครินทร์วิโรฒ,มหาวิทยาลัย ประสานมิตร (มศว.ประสานมิตร) เทคโนโลยีทางการศึกษา
ฉบับนวัตกรรมทางการศึกษา คณะนิสิตปริญญาโทเทคโนโลยีทางการศึกษา 2518,
77 หน้า. (อัสสำเนา)

สุภา สุจริตพงศ์,ดร. "Programed Instruction" ประมวลบทความเกี่ยวกับ
นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ 2517,
250 หน้า.

สมนึก รณียพิกุล การประเมินผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และศึกษาสภาพการฝึกสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาวิทยาลัยครูใน
กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2515 ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร 2516, 152 หน้า.

อรพินท์ ทินวัฒน์ การทดลองสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมปีที่ 7 ที่โรงเรียนตรวค
สรสรเสริญ จังหวัดตรวค ปีการศึกษา 2511 โดยใช่และไม่ใช่อุปกรณ์ประกอบ
การสอน ปริญญาโท กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2512. 116 หน้า

อรสา คิสระ,ดร. "การสอนเป็นรายบุคคล" ศรีนครินทร์สาร ฉบับปฐมฤกษ์ มิถุนายน-กันยายน 2517, 32 หน้า.

Dunn, Rata and Stefford Dunn, Practical approaches individualizing instruction: Contracts and other effective teaching strategies, Parker, New York, 1972, 254 p.p.

Dutton, Sherman S., "A Experimental study in the Programming of Science Instruction for the Fourth Grade", Dissertation Abstracts., 24: 2382, December, 1963.

Fan, Chung - teh, Item Analysis Table, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey, 1952, 32 p.p.

Gulifors, J.P., Fundamental Statistic in Psychology and Education, Mc.Grow-Hill Book Co., New York, 1965, 633 p.p.

Heiss, Elwood D., Modern Science Teaching, Macmillan Company, New York, 1956, 462 p.p.

John, Kenneth W., "A comparison of Two Method of Teaching Eight Grade General Science: Traditional and Structured Problem Solving," Dissertation Abstracts., 27:994 - 995, October, 1966.

Michales, Bernard Earl, "The Preparation of Teachers to Teach in Elementary School Science," Dissertation Abstracts, 19:1956.

National Society for the Study of Education (N.S.S.E.), Rethinking Science Education, The University of Chicago, Illinois, 1965, 334 p.p.

National Society for the Study of Education, Science Education in American School (The Forth - Sixth Yearbook) National Society for the study of Education, Chicago, 1947, 306 p.p.

Owens, J.H., "Ability to Recognize and Apply Sciencetific Principle in New Situation in High School Biology and Chemistry", Science Education, 35. 207 - 213, October, 1957.

- Parks, Marshall Edwin, "Analysis of a Method for Improving Science Problem Solving Ability Possessed by Prespective Elementary Teachers, "Dissetation Abstracts, 10 (29)• 3505, April, 1969.
- Saunders, H.N., The Teaching of General Science in Tropical Secondary School, Oxford University Press, London, 1955, 379 p.p.
- Scott, Norral Co, "The Relationship of Inductive Reasoning and Cognitive styles in Catergorization Behavior to Science Concept Achievement in Elementary School Children", Dissertation Abstracts, 23;4229-4230, May, 1963.
- Winer, B.J., Statistical Principle in Experimental Design, Mc, Grow - Hill Book Co., New York, 1962, 672 p.p.
- Ziegler, Robert J., "Checking Out Instructional Change Teachers Vol 94- No. 5, January, 1974, 120 p.p.

ກາຄຜນວກ

ภาคผนวก ก.
สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่ารายเฉลี่ย

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

2. การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$S = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

3. การหาค่าความแปรปรวน

$$S^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

4. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ จากสูตรของ คูเคอร์-ริชาร์ดสัน

$$r_{tt} = \frac{n\sigma_t^2 - M(n-M)}{\sigma_t^2 (n-1)}$$

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวันเวย์ (One Way Analysis of Variance)

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	ผลบวกกำลังสอง (SS)	df	รายเฉลี่ยกำลังสอง (MS)	F
Treatment	SS_{treat}	$k-1$	MS_{treat}	MS_{treat}
Experimental error	SS_{error}	$kn-1$	MS_{error}	$F = \frac{MS_{treat}}{MS_{error}}$

$$\text{เมื่อ } SS_{treat} = \frac{\sum T_j^2}{n} - \frac{G^2}{kn}$$

$$SS_{error} = \sum (\sum x_j^2) - \frac{\sum T_j^2}{n}$$

$$MS_{treat} = \frac{SS_{treat}}{df_{treat}}$$

$$MS_{error} = \frac{SS_{error}}{df_{error}}$$

ภาคผนวก ข.
แบบเรียนที่ใช้ในการทดลอง

หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลอง

คำชี้แจง

หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลอง เรื่องต่าง ๆ ที่ใช้ในการค้นคว้าทดลองในจริง ๆ นั้น

1 กรอบ จะเป็น 1 หน้า และวงเล็บข้างล่างในแต่ละกรอบนั้นจะเป็นคำตอบของกรอบนั้น
ปกติจะอยู่ด้านหลังของหน้านั้น

หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลอง เรื่องการต่อไฟฟ้าภายในบ้าน

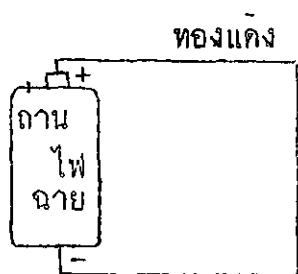
คำแนะนำ

ให้ท่านอ่านหนังสือเล่มนี้ไปที่ละหน้า จงทำตามคำสั่งและตอบคำถามที่มีอยู่ในแต่ละหน้า ไปที่ละหน้าจนจบ สำหรับคำตอบที่ถูกต้องจะอยู่ด้านหลังของแต่ละหน้าตามลำดับ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วโปรดนำสมุดแบบฝึกหัดของท่านไปส่งอาจารย์ผู้สอน

อนึ่งเมื่อท่านเห็นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ใหม่สำหรับท่าน ขอให้ท่านได้จดความรู้นั้นไว้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่านด้วย เพื่อใช้ในการทบทวนในโอกาสที่ท่านจะต้องนำความรู้นี้ไปใช้

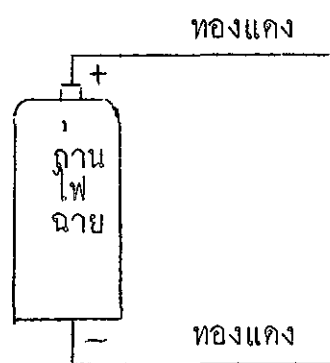
1

กระแสไฟฟ้าเป็นพลังงานชนิดหนึ่งซึ่งสามารถไหลไปในตัวนำไฟฟ้าได้ เช่น เงิน ทองแดง อลูมิเนียม เหล็ก ตะกั่ว เป็นต้น กระแสไฟฟ้าจะไหลได้ก็ต่อเมื่อมีตัวนำต่อถึงกัน ระหว่างขั้วทั้งสองของแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบ การที่ไฟฟ้าไหลจากขั้วหนึ่งไปยังขั้วหนึ่งได้ เราเรียกว่า การไหลครบวงจร



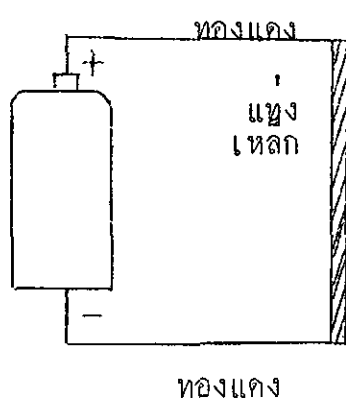
(กระแสไฟฟ้าจะไหลได้ ครบวงจร)

ในรูปที่ท่านเห็นอยู่นี้กระแสไฟฟ้าไหลได้หรือไม่ เรียกว่าครบวงจรหรือไม่



ในรูปนี้กระแสไฟฟ้าไหลได้หรือไม่
เรียกว่าครบวงจรหรือไม่

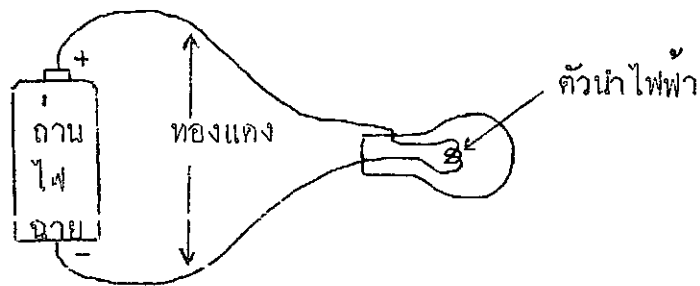
(กระแสไฟฟ้าไหลไม่ได้ เพราะต่อระหว่างขั้วไม่ถึงกัน ไม่ครบวงจร)



ในรูปนี้กระแสไฟฟ้าไหลได้หรือไม่
เพราะเหตุใด เรียกว่าครบวงจรหรือไม่

(กระแสไฟฟ้าไหลได้ เพราะมีตัวนำไฟฟ้าต่อระหว่างขั้วถึงกัน ถึงแม้จะเป็นคนละชนิดก็ตาม ไฟฟ้าก็ไหลได้ ครบวงจร)

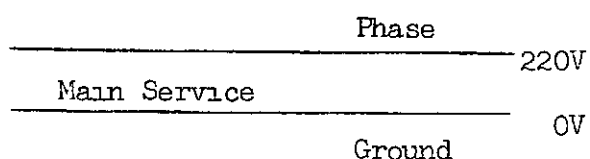
หลอดไฟฟ้ามืดจะมีตัวนำไฟฟ้าต่อเชื่อมถึงกันอยู่ภายใน ถ้าเรานำหลอดไฟฟ้ามืดมาต่อกับ
ลวดทองแดงสองเส้น แล้วนำไปต่อเข้ากับถ่านไฟฉายดังรูป ท่านว่ากระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน
หลอดไฟไหม้ และจะเกิดอะไรขึ้น



(กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านหลอดไฟ ทำให้เกิดแสงสว่าง)

การที่มีกระแสไฟฟ้าไหลมาก ๆ เพราะความต้านทานไฟฟ้า น้อยเกินไป เราเรียกว่า การลัดวงจร (Short Circuit) ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนสูง ทำให้เกิดไฟไหม้บ้านเรือน
เสียหายได้ ดังนั้นในการต่อไฟฟ้าเราจึงต้องพิถีพิถัน เพื่อเป็นตัวป้องกันมิให้กระแสไฟฟ้าไหลมาก
เกินไป เมื่อเกิดการลัดวงจรจะเกิดความร้อนขึ้นที่ตัวสวิตช์ แต่ตัวสวิตช์ลอมเหลวง่าย (จุดหลอมเหลว
ต่ำ) ก็จะละลายขาดออกจากกัน ทำให้วงจรขาดออกจากกัน กระแสไฟฟ้าก็จะหยุดไหล ท่าน
จงอธิบายเหตุที่เกิดการลัดวงจรลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านของเรา เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าอย่างหนึ่งประกอบด้วยสายไฟฟ้าสองเส้น ที่ต่อมาจากขั้วของโคนาโม ซึ่งเปรียบเสมือนขั้วทองถ่านไฟฉายที่มีสองขั้ว



สายทั้งสองสายนี้เรียกว่าสายเมน

(Main Service) สายหนึ่งจะเป็น

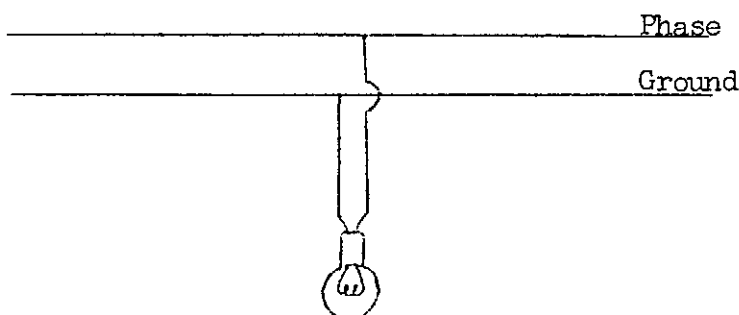
สายเฟส (Phase) อีกสายหนึ่งจะ

เป็นสายดิน (Ground)

ถ้าเราต่อตัวนำไฟฟ้าเข้าระหว่าง
สายทั้งสองจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัว
นำหรือไม่ เรียกว่าครบวงจรหรือไม่

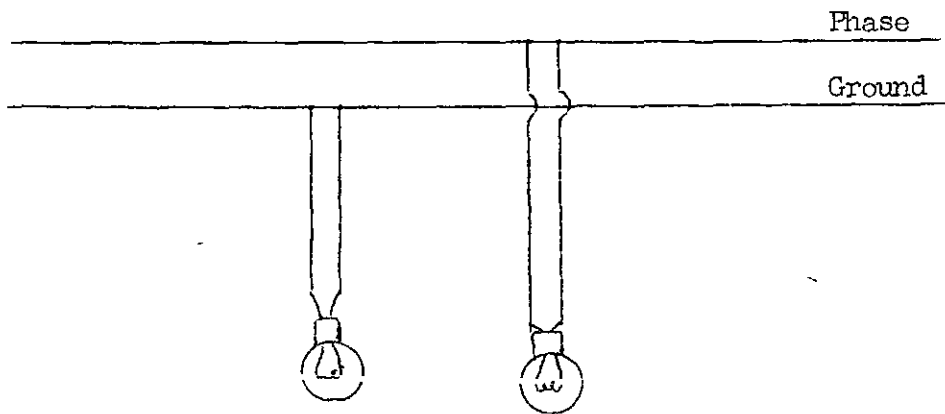
(มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ ครบวงจร)

ท่านจงนำหลอดไฟฟ้าที่เตรียมไว้ให้ต่อเข้ากับสายเมนดังรูป แล้วสังเกตดูว่าหลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่ กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรหรือไม่



(หลอดจะสว่าง ครบวงจร)

ท่านจงนำหลอดไฟฟ้า 2 หลอดแล้วต่อเข้ากับสายเมนดังรูปข้างล่างนี้ จงสังเกตดูว่า
หลอดไฟฟ้าสว่างหรือไม่ กระแสไฟฟ้าไหลครบวงจรหรือไม่

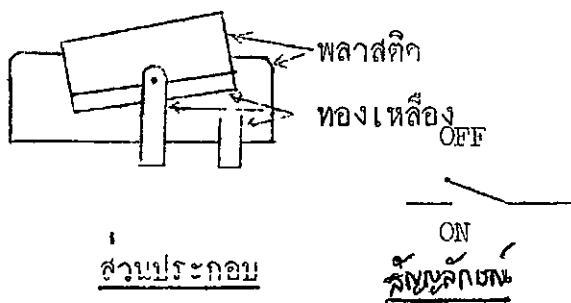


(หลอดไฟฟ้าไม่สว่าง ไม่ครบวงจร)

หลอดไฟฟ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ยังมีเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ อีกมากมาย เช่น
เตาไฟฟ้า เตาเร็กไฟฟ้า ตู้เย็น พัดลม ฯลฯ เวลาจะใช้จะต้องต่อเข้ากับสายเมน โดยเอา
เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นแทนหลอดไฟฟ้าที่ท่านต่อไปแล้ว

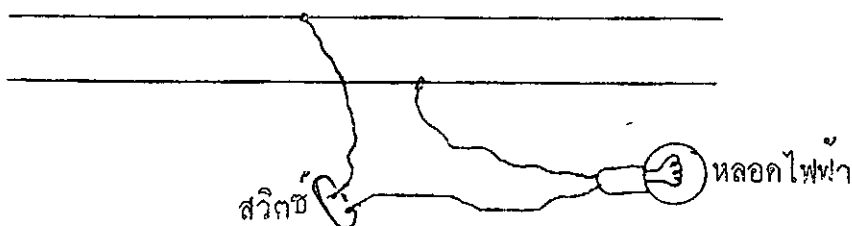
ท่านจงอธิบายลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่านว่า หลักการต่อไฟฟ้านั้นจะต้องต่ออย่างไร
เครื่องใช้ไฟฟ้าถึงจะทำงานให้เราได้ (ถ้าเป็นหลอดไฟฟ้าก็จะสว่างถือว่าทำงานให้เราได้)

ในการใช้ไฟฟ้าในบ้านเราจริง ๆ เราขอมไม่ให้หลอดไฟฟ้าสว่างในตอนกลางวันเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองไฟฟ้ามากกว่าที่จำเป็น ในตอนกลางวันเราจึงต้องปลดสายไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าออกเสียก่อน ซึ่งท่านจะเห็นว่ายุ่งยาก เราจึงจำเป็นต้องใช้สวิทช์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยในการปลดสาย ซึ่งจะทำให้เราใช้ไฟฟ้าได้สะดวกยิ่งขึ้น ไม่ต้องคอย ไม่ต้องปลดทุกวัน



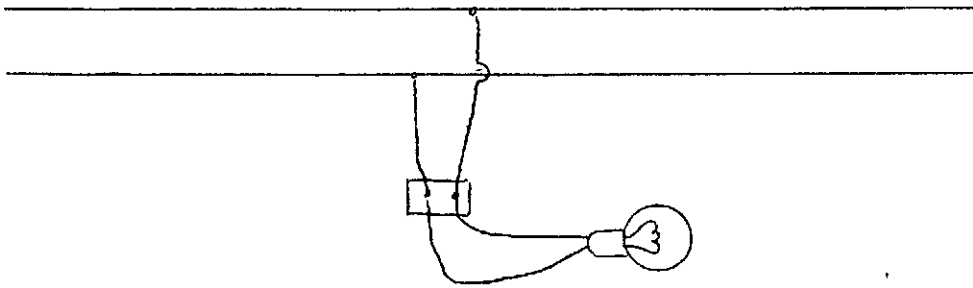
สวิทช์ (Switch) จะทำด้วยพลาสติก และมีแผ่นทองเหลือง สปริงและขั้วไฟฟ้า อยู่ภายในดังรูป

ท่านลองถอดหลอดไฟฟ้าและสวิทช์ เข้ากับสายเมนดังรูป แล้วกดสวิทช์ไปมาจะเกิดผลอย่างไร ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบายลงในสมุดของท่าน(พร้อมทั้งวาดรูป)



(เมื่อกดสวิทช์ไปมาหลอดไฟฟ้าจะติดและดับสลับกัน)

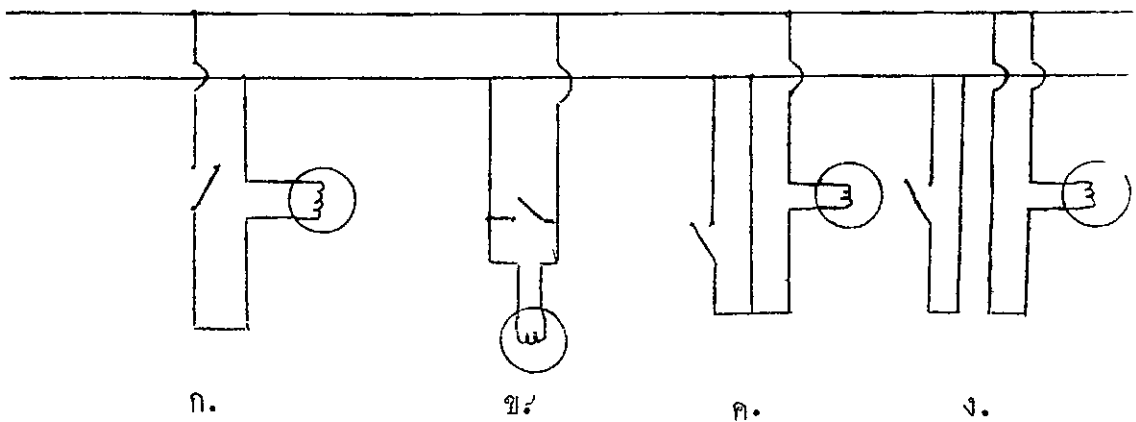
ถ้าถอดหลอดไฟฟ้าและสวิตช์ เข้ากับสายเมนดังรูป แล้วลองกดสวิตช์ไปมาจะได้ผล
อย่างไร ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น จงอธิบายลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน(พร้อมทั้งวาดรูป)



(เมื่อกดสวิตช์ไปมา จะเกิดการลัดวงจรเพราะมีกระแสไฟฟ้าส่วนมากไหลผ่านสวิตช์)

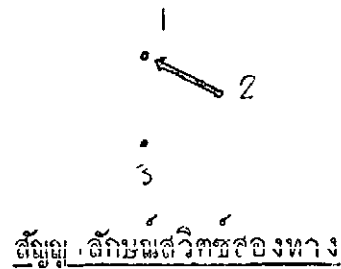
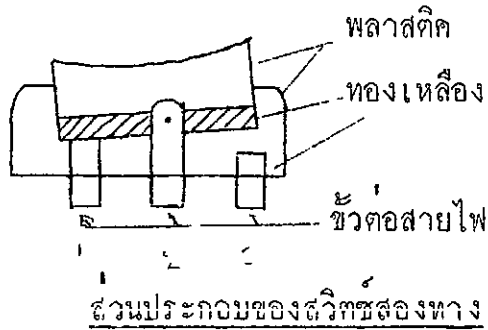
จากการทดลองต่อสวิตช์ทั้งลองครั้ง ท่านว่าแบบใดที่เรานำไปใช้ในการต่อไฟฟ้าใน
บ้านของเรา จงเขียนรูปและวงจรที่เรานำไปใช้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

จงเขียนวงจรข้างล่างนี้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่านและอธิบายด้วยว่า แต่ละวงจรเมื่อนำไปใช้จะให้ผลอย่างไร ใช้ได้หรือไม่

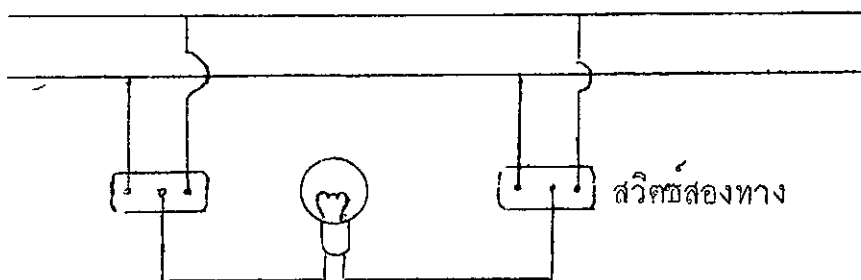


การใช้หลอดไฟฟ้านั้นในบางครั้งเราต้องการความสะดวกสบาย เช่น ไฟบันไดเมื่อเราลงจากบ้านเราก็เปิดไฟฟ้าที่ชั้นบน เมื่อเราลงมาถึงข้างล่าง เราก็มาปิดไฟบันไดที่ชั้นล่างแล้วถึงออกไปนอกบ้าน ในกรณีเช่นนี้ถ้าเราติดสวิตช์ที่ชั้นบนหรือชั้นล่างเพียงตัวเดียวจะทำให้เราต้องเปิดไฟฟ้าทั้งไว้ทั้งคืน หรือต้องเดินมืด ๆ ไปเปิดไฟ จึงเป็นการไม่สะดวกและสิ้นเปลืองไฟฟ้า เราจึงจำเป็นต้องใช้ สวิตช์สองทาง (Two Way Switch) เข้ามาช่วยในการต่อไฟฟ้าที่ให้แสงสว่างที่เกี่ยวกับทางเดินดังที่กล่าวมาแล้ว

สวิตช์สองทาง มีลักษณะคล้ายสวิตช์ธรรมดา แต่จะมีขั้วต่อไฟฟ้าถึง 3 ขั้วด้วยกันดังรูป เมื่อเรากดสวิตช์ แผ่นทองเหลืองจะต่อเชื่อมระหว่างขั้ว 1 กับขั้ว 2 เมื่อเรากดอีกตำแหน่งหนึ่งแผ่นทองเหลืองจะเชื่อมต่อระหว่างขั้ว 2 กับขั้ว 3



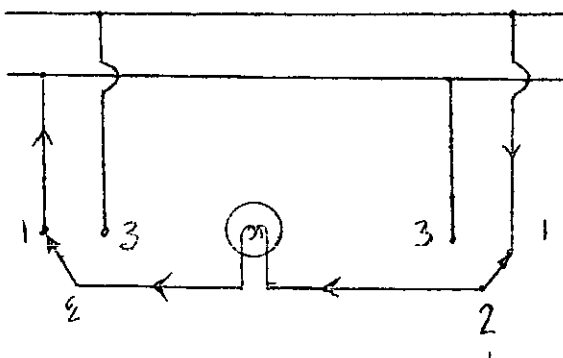
จงต่อสวิตช์สองทาง กับหลอดไฟฟ้าเข้าดังรูป แล้วท่านลองเปิดไฟฟ้าที่สวิตช์ตัวหนึ่ง แล้วไปปิดที่อีกตัวหนึ่ง จะไ้หรือไม่ แล้วลองเปิดปิดไฟฟ้าที่สวิตช์ตัวเดียวกันได้หรือไม่



(เราจะเปิดหรือปิดหลอดไฟฟ้าที่สวิตช์ตัวใดก็ได้)

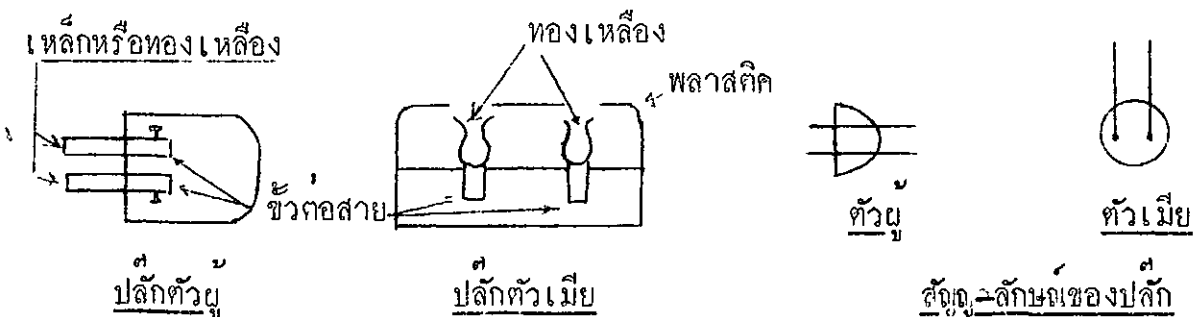
จงเขียนวงจรสวิตช์สองทางลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน โดยให้เขียนสวิตช์แต่ละตัว
อยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ วงจรใดที่กระแสไฟฟ้าไหลได้ให้เขียนการไหลของกระแสไฟฟ้าด้วยลูกศร
ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

วงจรที่ท่านจะต้องเขียนคือ

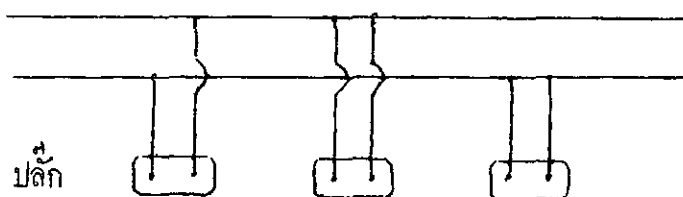


- ก. สวิตช์ตัวที่ 1 ต่อ 1-2 ตัวที่ 2
ต่อ 1-2
- ข. สวิตช์ตัวที่ 1 ต่อ 2-3 ตัวที่ 2
ต่อ 1-2
- ค. สวิตช์ตัวที่ 1 ต่อ 2-3 ตัวที่ 2
ต่อ 2-3
- ง. สวิตช์ตัวที่ 1 ต่อ 1-2 ตัวที่ 2
ต่อ 2-3

ปลั๊กไฟฟ้า (Plug) เครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนมากมักใช้ปลั๊กไฟฟ้าต่อเชื่อมเครื่องใช้ไฟฟ้า
เข้ากับสายเมน เช่น วิทยุ โทรทัศน์ พัดลม ฯลฯ ภายในของปลั๊กจะมีขั้วเสียบเข้าด้วยกัน
ดังรูป และมีอยู่ 2 แบบคือ ปลั๊กตัวผู้ และปลั๊กตัวเมีย



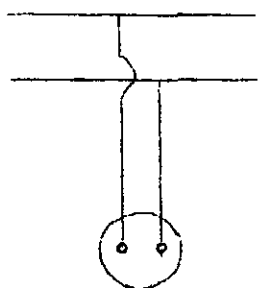
จงนำสายไฟฟ้าต่อเข้ากับขั้วปลั๊กทั้งสองของปลั๊กตัวเมีย แล้วต่อเข้ากับสายเมนดังรูปต่อไปนี้



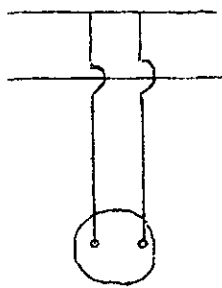
แล้วนำหลอดไฟฟ้าที่ต่อไว้กับปลั๊กมาเสียบคู่แต่ละแบบ และสังเกตว่าแบบใดหลอดไฟฟ้าสว่าง แบบใดหลอดไฟฟ้าไม่สว่าง แบบใดเป็นแบบที่ถูกตอ้งและนำไปใช้ได้

(แบบก. หลอดไฟฟ้าจะสว่าง แบบอื่นไม่สว่าง)

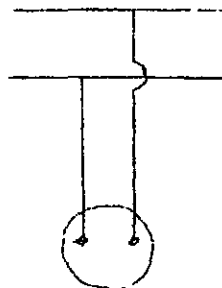
จงเขียนวงจรข้างล่างนี้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน และอธิบายด้วยว่าแบบใดถูกต้อง แบบใดไม่ถูกต้องเพราะอะไร



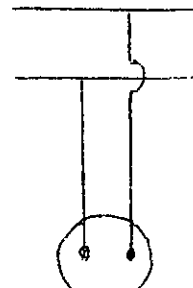
ก.



ข.

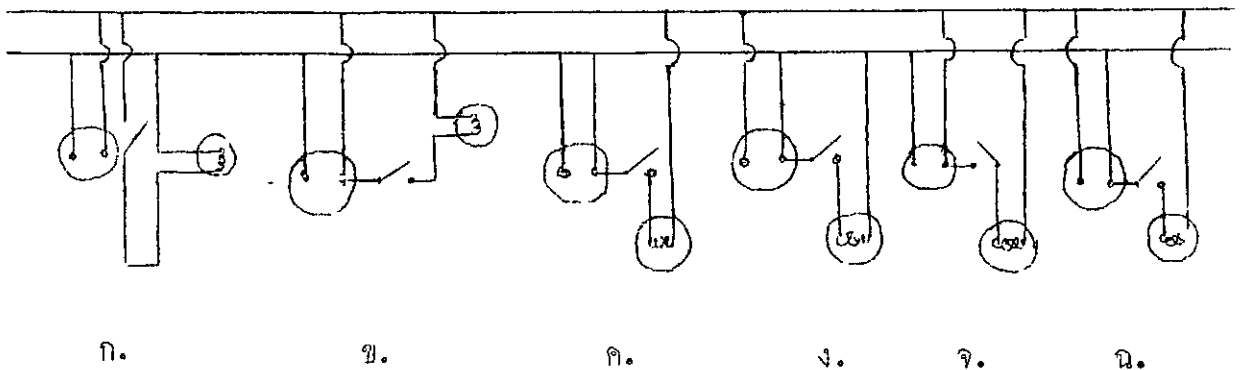


ค.



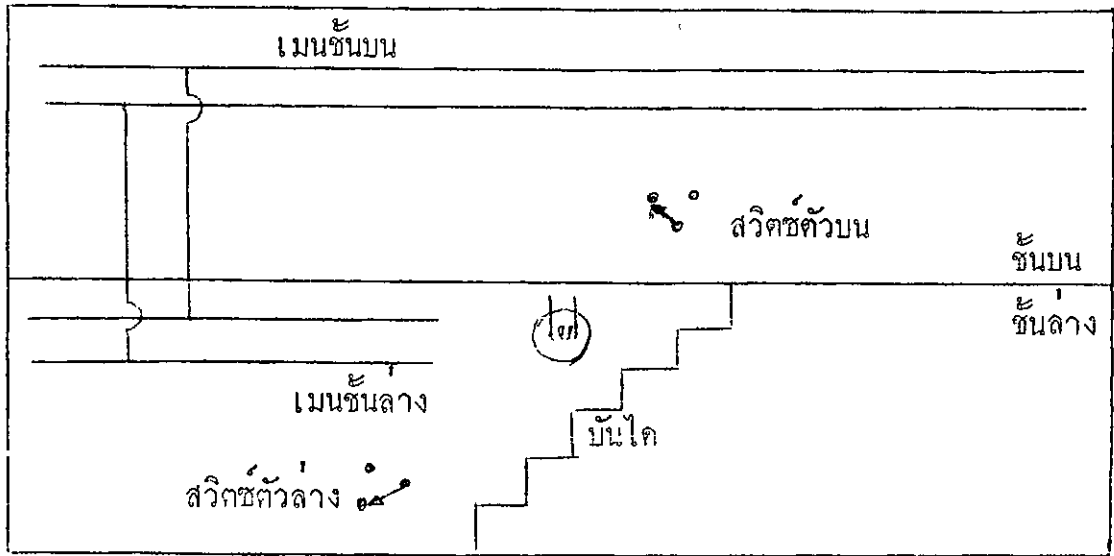
ง.

จงวิเคราะห์วงจรข้างล่างนี้ ว่าแบบใดถูกต้อง แบบใดไม่ถูกต้อง ถ้าท่านจะนำไปใช้ ท่านจะเลือกแบบใดถึงจะดีที่สุด เพราะอะไร จงเขียนวงจรที่ท่านเห็นว่าดีที่สุดลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่านพร้อมทั้งเหตุผล



จงตอบคำถามต่อไปนี้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

1. ถ้าเราต่อสายไฟฟ้าจากสายหนึ่งของสายเมน ไปสู่อีกสายหนึ่งโดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเลยจะเป็นอย่างไร กระแสไฟฟ้าจะไหลครบวงจรหรือไม่
2. ในการต่อหลอดไฟฟ้า 1 หลอด สวิตช์ไฟฟ้า 1 อัน กับปลั๊กไฟฟ้าอีก 1 ตัว ท่านจะต่ออย่างไรจึงจะใช้สายไฟฟ้าน้อยที่สุด จงเขียนวงจรมาให้ดู
3. จงเขียนวงจรไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าที่ติดบนโต๊ะ ในรูปข้างล่างนี้ให้ถูกต้อง และประหยัดสายไฟฟ้ามากที่สุด (รูปอยู่ด้านหลัง)



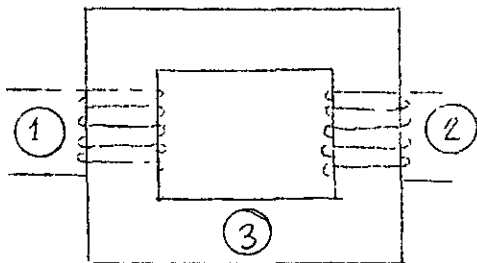
หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

คำแนะนำ

ให้ท่านอ่านหนังสือเล่มนี้ไปที่ละหน้า จงทำตามคำสั่งและตอบคำถามที่มีอยู่ในแต่ละหน้า
ไปที่ละหน้าจนจบ สำหรับคำตอบที่ถูกต้องจะอยู่ด้านหลังของแต่ละหน้าตามลำดับ เมื่อจบบทเรียน
นี้แล้วโปรดนำสมุดแบบฝึกหัดของท่านไปส่งอาจารย์ผู้สอน

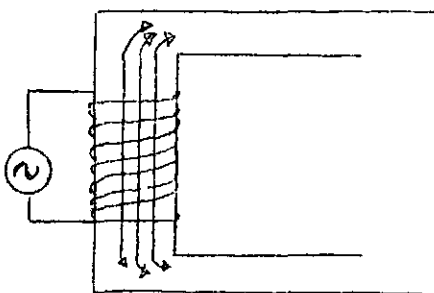
อนึ่งเมื่อท่านเห็นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ใหม่สำหรับ ขอให้ท่านได้จดความรู้นั้นไว้ในสมุดแบบ
ฝึกหัดของท่านด้วย เพื่อใช้ในการทบทวนในโอกาสที่ท่านจะต้องนำความรู้นี้ไปใช้

หม้อแปลงไฟฟ้ามีส่วนประกอบดังนี้



1. ขดลวดปฐมภูมิ (Primary Coil)
2. ขดลวดทุติยภูมิ (Seccondary Coil)
3. แกนเหล็กอ่อน (Soft Iron Core)

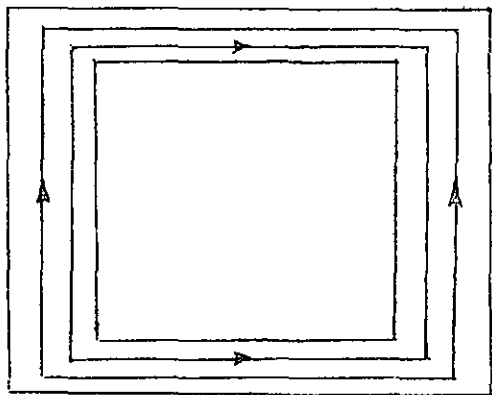
จงเขียนภาพและแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน



ขดลวดปฐมภูมิ เป็นขดลวดของแดง พันอยู่บนแกนเหล็กอ่อน ถ้าเราปล่อยกระแสไฟฟ้าสลับเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิจะเกิดอะไรขึ้น และปฏิกิริยาอย่างไร

(จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในขดลวดปฐมภูมิมีลักษณะเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ)

3

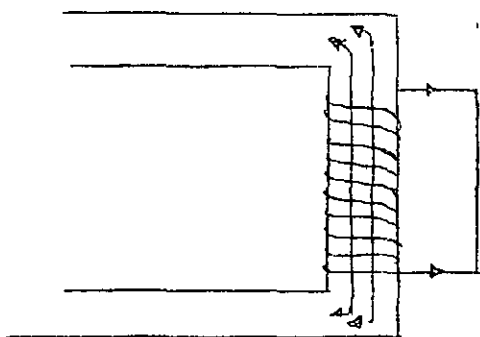


แกนเหล็กอ่อน จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะชอบอยู่ในสารแม่เหล็กมากกว่าที่จะกระจายออกไปภายนอก ดังนั้นแกนเหล็กอ่อนจะเป็นตัวทำให้ เส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดปฐมภูมิ ผ่านขดลวดทุติยภูมิเกือบทั้งหมด

ดังนั้นแกนเหล็กอ่อนมีหน้าที่อะไรในหม้อแปลงไฟฟ้าถ้าไม่มีแกนเหล็กอ่อนจะเป็นอย่างไร

(มีหน้าที่รักษาเส้นแรงแม่เหล็กไม่ให้กระจัดกระจายออกไป ถ้าไม่มีแกนเหล็กอ่อนจะทำให้เราได้กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำน้อยลง)

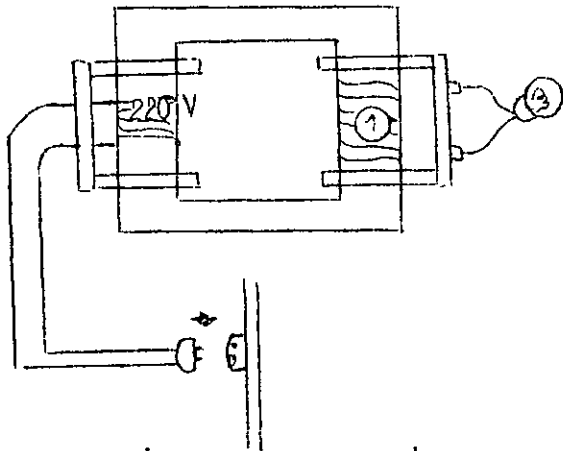
4



ขดลวดทุติยภูมิ เป็นขดลวดทองแดงอีกชุดหนึ่งที่พันอยู่บนแกนเหล็กอ่อนของหม้อแปลงไฟฟ้า ถ้าเราปล่อยกระแสไฟฟ้าสลับเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิ จะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กในขดลวดทุติยภูมิเป็นอย่างไร ตามหลักของฟาราเดย์จะเกิดอะไรขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ

(จะทำให้เส้นแรงในขดลวดทุติยภูมิเปลี่ยนแปลงตามหลักของฟาราเดย์จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิ)

5



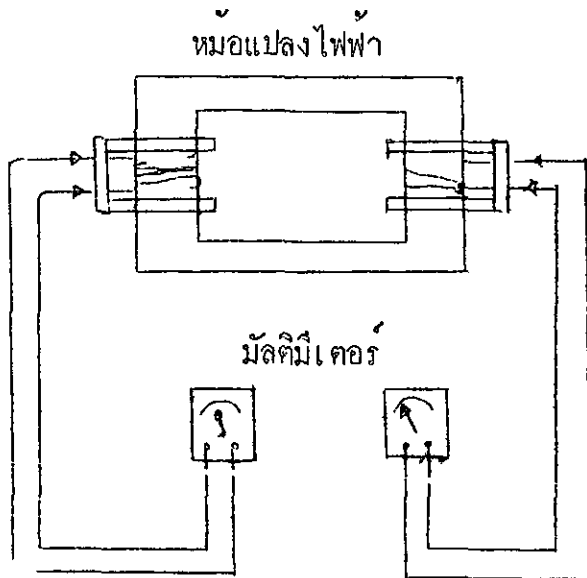
จงลองเสียบปลั๊กไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าดู
แล้วนำแผ่นเหล็กอ่อนไปไว้ใกล้ ๆ กับแกนเหล็ก
อ่อนจะรู้สึกเป็นอย่างไร หลอดไฟฟ้าจะติดหรือไม่ เราให้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปทางใด เราได้
พลังงานไฟฟ้าออกมาทางใด

จงเขียนการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าลงในสมุด
แบบฝึกหัดของท่าน

(แผ่นเหล็กจะถูกดูดและสั่น หลอดไฟฟ้าจะติด เราให้พลังงานไฟฟ้าเข้าไปทางขดปฐมภูมิ
และได้พลังงานไฟฟ้าออกมาทางทุติยภูมิ)

6

ถ้าเราปล่อยไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในขดลวดปฐมภูมิ จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นทางขด
ลวดทุติยภูมิหรือไม่ จงอธิบายลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน



ทำวงจรวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์

-วิธีวัดที่ขดปฐมภูมิ ให้ปิดสวิตช์ไปที่ 250V

แล้วอ่านสเกล 25 แล้วเอา 10 คูณจะเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่อ่านได้

-วิธีวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขดทุติยภูมิ ให้ปิดสวิตช์

ไปที่ 10V แล้วอ่านสเกล 10 อ่านได้เท่าไรเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้

หาค่าจริงจนวนรอบและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ในขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิลงในสมุดแบบฝึกหัด

ถอดปลั๊กไฟ้ออกแล้วเอาแกนเหล็กอ่อนคานบนออก เปลี่ยนเอาขดทุติยภูมิที่ 2 ใส่แทนขดทุติยภูมิที่ 1 แล้ว เอาแกนเหล็กอ่อนวางไว้อย่างเดิม ลองเสียบปลั๊กแล้ววัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขดทุติยภูมิ โดยปิดสวิตช์ไปที่ 500V แล้ววัดที่ขั้วของขดทุติยภูมิ อ่านที่สเกล 50 แล้วเอา 10 คูณ เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ในขดทุติยภูมิ

จงจนวนรอบและแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้ในขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิที่ 2 ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน (แรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดปฐมภูมิเท่ากันกับที่ท่านวัดไว้แล้ว)

ท่านจงสังเกตดูว่า ถ้าจำนวนรอบของขดทุติยภูมิ น้อยกว่าขดปฐมภูมิ แรงเคลื่อนไฟฟ้า จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง และถ้าจำนวนรอบของขดทุติยภูมิมากกว่าขดปฐมภูมิ แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะ เพิ่มขึ้นหรือลดลง

เรามีสูตรในการหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดทุติยภูมิดังนี้
$$E_p = \frac{E_s N_s}{N_p}$$

E_s เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าในขดทุติยภูมิ N_s เป็นจำนวนรอบในขดทุติยภูมิ
 E_p เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ใช้ในขดปฐมภูมิ N_p เป็นจำนวนรอบในขดปฐมภูมิ
 ท่านลองแทนค่าต่างที่ท่านวัดได้ลงในสูตรแล้วคำนวณดูว่า กล้ก็ตรงกับสูตรนี้หรือไม่

(จำนวนรอบน้อย แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะน้อย จำนวนรอบมาก แรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมาก)

ท่านจะเห็นว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ให้เข้าไปในหม้อแปลงไฟฟ้า กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่ได้ออกมาจากหม้อแปลงไฟฟ้านั้นไม่เท่ากัน

หม้อแปลงไฟฟ้าคือเครื่องมือที่ใช้ทำอะไร จงตอบลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

ในทางทฤษฎีเราถือว่าพลังงานไฟฟ้าที่ให้เข้าไปในหม้อแปลงไฟฟ้า กับพลังงานที่ได้ออกมาจากหม้อแปลงไฟฟ้ามีค่าเท่ากัน นั่นคือ

$$W_p = W_s$$

W_p เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ให้เข้าไปในขดปฐมภูมิ
 W_s เป็นพลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกมาจากขดทุติยภูมิ

แต่พลังงานไฟฟ้ามีค่าเท่ากันกระแสไฟฟ้าคูณแรงเคลื่อนไฟฟ้า ($W = IV$)

เราจึงเขียนได้ว่า

$$I_p V_p = I_s V_s$$

I เป็นกระแสไฟฟ้า, V เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 $-p$ เป็นของขดปฐมภูมิ, $-s$ เป็นของขดทุติยภูมิ

ในทางปฏิบัติจริงพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากขดทุติยภูมิจะน้อยกว่าพลังงานไฟฟ้าที่เราให้เข้าไปทางขดปฐมภูมิเล็กน้อย ทั้งนี้เพราะพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อน ดังนั้นในการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเราจะเห็นว่าที่หม้อแปลงเกิดความร้อน

นอกจากนี้หม้อแปลงไฟฟ้ายังสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็กไปอีก ทำให้เส้นแรงแม่เหล็กที่ขดทุติยภูมิน้อยลงไป ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นแรงแม่เหล็กในขดทุติยภูมิน้อยลงไป ทำให้เราได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าน้อยกว่าที่เราคำนวณได้ ดังที่ท่านได้ทดลองนำเหล็กไปไว้ใกล้ ๆ แท่งเหล็กอ่อน แท่งเหล็กจะถูกดูด แสดงว่ามีเส้นแรงแม่เหล็กออกมาภายนอก

ท่านว่าพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปในหม้อแปลงจะอยู่ในรูปอะไรบ้าง จงตอบลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

หม้อแปลงไฟฟ้าอันหนึ่งมีจำนวนรอบของขดทุติยภูมิ 110 รอบ ขดปฐมภูมิ 2200 รอบ
ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้านี้ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์

ถ้าเราต่อหลอดไฟฟ้าไว้ทางขดทุติยภูมิ ปรากฏว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟฟ้า
2 แอมแปร์ จงหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขดทุติยภูมิ กระแสไฟฟ้าในขดปฐมภูมิ พลังงานไฟฟ้า
ในขดปฐมภูมิและขดทุติยภูมิ ตามทางทฤษฎี (จงคำนวณลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน)

จงทำแบบฝึกหัดข้างล่างนี้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

1. หม้อแปลงไฟฟ้าใช้หลักอะไรในการทำงาน
2. จงเขียนหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ในหม้อแปลงไฟฟ้าให้ถูกต้อง
3. หม้อแปลงไฟฟ้าอันหนึ่ง มีขดอวปฐมภูมิ 3300 รอบ ทางขดทุติยภูมิ
330 รอบ และทางขดทุติยภูมิมีหลอดไฟฟ้า 22 วัตต์ต่อไว้ ปรากฏ
ว่าเมื่อใช้หม้อแปลงไฟฟ้านี้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ หลอดไฟฟ้าทางขด
ทุติยภูมิทำงานเต็มที่พอดี จงคำนวณหา แรงเคลื่อนไฟฟ้า กระแส
ไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าในขดปฐมภูมิ และคำนวณหา แรงเคลื่อน
ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าในขดทุติยภูมิ

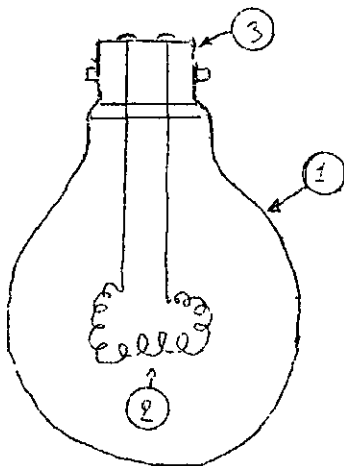
หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องหลอดไฟฟ้าและเตาไฟฟ้า

คำแนะนำ

ให้ท่านอ่านหนังสือเล่มนี้ไปทีละหน้า จงทำตามคำสั่งและตอบคำถามที่มีอยู่ในแต่ละหน้าไปทีละหน้าจนจบ สำหรับคำตอบที่ถูกต้องจะอยู่ด้านหลังของแต่ละหน้าตามลำดับ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วโปรดนำสมุดแบบฝึกหัดของท่านไปส่งอาจารย์ผู้สอน

อึ่งเมื่อท่านเห็นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ใหม่สำหรับท่าน ขอให้ท่านจดความรู้นั้นไว้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่านด้วย เพื่อใช้ในการทบทวนในโอกาสที่ท่านจะต้องนำความรู้นี้ไปใช้

หลอดไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



1. ตัวหลอด ตัวหลอดทำด้วยแก้วภายในบรรจุด้วยก๊าซเฉื่อย เช่น อาร์กอน หรือไนโตรเจน
2. ไส้หลอด ไส้หลอดทำด้วยลวดหึงสะเทินเส้นเล็ก ๆ อยู่ภายในหลอด
3. ขั้วหลอด ขั้วหลอดทำด้วยทองเหลืองเพื่อให้แข็งแรงไม่แตกง่าย ทางขั้วหลอดนี้จะมีลวดทองแดงต่อจากขั้วไฟฟ้าของหลอด ไปยังปลายทั้งสองของไส้หลอด โดยมีแท่งแก้วหุ้มอยู่

เราปลั๊กไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับหลอดไฟฟ้าไปเสียบกับไฟฟ้าดู แล้วลองเอามือจัมหลอดไฟฟ้าดูว่าเป็นอย่างไร แล้วเราปลั๊กออก สังเกตดูว่าไส้หลอดมีขนาดเป็นอย่างไร ทำไมต้องทำไส้หลอดขนาดนั้น

(จะรู้สึกร้อน ไส้หลอดมีขนาดเล็กเพื่อให้มีความต้านทานสูง)

3

ท่านคิดว่าความร้อนที่เกิดจากหลอดไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ใด จงอธิบายลงในสมุดแบบฝึกหัดของ
ท่านมีหลักการว่าอย่างไร

(พลังงานไฟฟ้า เมื่อไหลผ่านตัวนำที่มีความต้านทานจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน,

4

ท่านเคยเห็น หลอดไฟหรือไม่ เมื่อเรานำหลอดไปเผาหลอดจะให้ความร้อนจากไฟ
ก็จะค่อย ๆ ร้อนขึ้น อุณหภูมิของหลอดจะค่อย ๆ สูงขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดหลอดจะแดง การ
ที่เราเห็นเป็นสีแดงแสดงว่าหลอดปล่อยพลังงานอะไรออกมา ท่านว่าพลังงานเอานั้นน่าจะเปลี่ยน
รูปมาจากพลังงานอะไร

(แท่งหลอดจะปล่อยพลังงานแสงออกมา ซึ่งเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานความร้อนที่มี
อุณหภูมิสูง)

5

จากเรื่องการเผาแท่งเหล็กทำให้เราทราบว่า พลังงานความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง ๆ จะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานแสง ในหลอดไฟฟ้าไส้หลอดจะมีอุณหภูมิตั้งแต่ 2000 °C ขึ้นไป ดังนั้นพลังงานความร้อนในหลอดไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอะไร

(พลังงานความร้อนจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานแสง)

6

จงอธิบายการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานแสงในหลอดไฟไส้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่านอย่างละเอียด โดยเริ่มจาก "เมื่อปลั๊กกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด.....
..... จะกลายเป็นพลังงานแสง"

7

ทั้งสะพานมีจุดหลอมเหลวประมาณ 3400 °ซ ดังนั้นถ้าเราทำให้ไส้หลอดมีอุณหภูมิสูง ๆ และอยู่ในสุญญากาศจะทำให้ไส้หลอดหลอมเหลวได้ง่าย และเมื่อหลอมเหลวจะกลายเป็นไอทันที เพราะความกดดันต่ำมาก จึงจำเป็นต้องใส่ก๊าซไว้ภายในหลอดเพื่อกันไส้หลอดระเบิด (การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งไปเป็นไอเราเรียกว่าการระเหิด) ขาดออกจากกัน แต่ทั้งสะพาน ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่ก๊าซประเภทใดไว้แทน

(จำเป็นต้องใส่ก๊าซเฉื่อย)

8

ที่หลอดไฟฟ้าจะมีตัวเลข และอักษรกำกับไว้คือ W, V และ A V หมายถึงแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ขั้วหลอดไฟฟ้านั้น เช่น 220V หมายความว่าหลอดไฟฟ้านั้นใช้กับไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อน 220 โวลต์ ดังนั้นถ้าเราจะซื้อหลอดไฟฟ้าใช้กับไฟฉายที่ใช้ถ่านไฟฉาย 2 ก้อน (ก้อนไฟฉายก้อนหนึ่งจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1.5 โวลต์) เราจะต้องซื้อหลอดไฟฟ้าที่เขียนไว้ว่า 3V ถ้าจะซื้อหลอดไฟฟ้าใช้กับไฟฟ้าในบ้านซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ เราจะต้องซื้อหลอดไฟฟ้าที่เขียนไว้ว่าอย่างไร

การที่เราใช้หลอดไฟฟ้าที่เขียนแรงเคลื่อนไฟฟ้าไว้ต่ำกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เราจะใช้กับหลอดนั้น จะทำให้ไส้หลอดขาดทันทีที่เราใช้หลอดนั้น แต่ถ้าเราใช้หลอดไฟฟ้าที่เขียนแรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เราจะใช้กับหลอด จะทำให้หลอดไฟฟ้าไม่สว่างหรือไม่ติดเลย (220V)

ส่วน P หมายถึงพลังงานไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้านั้นจะไ้ขึ้น 1 วินาที ตัว A หมายถึงกระแสที่ไหลผ่านหลอดไฟ 1 วินาที ทั้งสองตัวนี้หลอดไฟฟ้จะเขียนไว้ตัวหนึ่งตัวใดเท่านั้น แต่เราสามารถทราบได้โดยิ่สูตรว่า $W = IV$

หลอดไฟฟ้ที่เขียน P หรือ A ไว้สูงจะให้แสงสว่างมากกว่าหลอดที่เขียน P หรือ A ต่ำ เพราะหลอดที่เขียน P หรือ A สูงจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าหลอดที่เขียน P หรือ A ต่ำ จึงให้พลังงานแสงได้มากกว่า

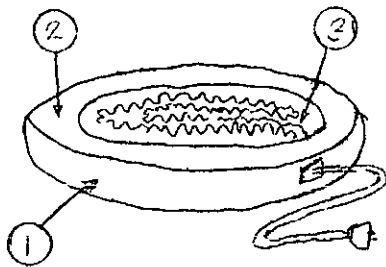
หลอดไฟฟ้ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า 1 วัตต์ (P) จะให้กำลังส่องสว่างประมาณ 1.4 กำลังเทียนเท่านั้น น้ว่าน้อยมากถ้าเราเทียบกับหลอดไฟฟ้ชนิดอื่น เพราะพลังงานไฟฟ้าส่วนหนึ่งยังอยู่ในรูปพลังงานความร้อน ซึ่งหลอดชนิดนี้ให้พลังงานความร้อนมากกว่าหลอดชนิดอื่น

ถ้าท่านจะซื้อหลอดไฟฟ้ที่ใช้กับไฟฟ้าภายในบ้านเรา และต้องการกำลังส่องสว่างประมาณ 140 กำลังเทียนท่านจะต้องซื้อหลอดที่เขียนไว้ว่าอย่างไร

ในการเลี้ยงลูกไก่ที่เกิดใหม่ทำไมต้องให้หลอดไฟฟ้ชนิดนี้ เหตุไ้จึงไม่ให้หลอดชนิดอื่น จงตอบคำถามในหน้าที่ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

(100W , เพราะหลอดชนิดอื่นให้พลังงานความร้อนน้อย ไ้ที่เกิดใหม่ต้องการความอบอุ่น)

เตาไฟฟ้ามีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



1. ตัวเตา ตัวเตาทำด้วยโลหะ(เหล็ก) มีหน้าที่รองรับและยึดแผ่นกระเบื้องทนความร้อน
2. กระเบื้องทนความร้อน กระเบื้องทนความร้อนจะเป็นแผ่นกลม เป็นร่อง ๆ สำหรับใส่หลอดความร้อน เมื่อเราวางภาชนะที่เป็นโลหะบนเตาจะได้อิสร่สัมผัสกับหลอดให้ความร้อน เพราะถ้าสัมผัสกันจะทำให้เกิดการสัศดวงจร
3. หลอดให้ความร้อน หลอดให้ความร้อนทำด้วยปิเกิลผสมโครเมียม เรียกว่าลวดนิโครม

ท่านลองเสียบปลั๊กเตาไฟฟ้า และลองสัศเตว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เราจะเห็นว่าหลอดให้ความร้อนนั้นอยู่ในอากาศ ดังนั้นลวดนิโครมจะต้องมีคุณสมบัติอย่างไรถึงจะไม่ไหม้ไม่ละลาย และเกิดความร้อนได้ จงเขียนลงในสมุดของท่าน

(ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน, จุดหลอมเหลวสูงและมีความต้านทานสูง)

ลวดนิโครมเป็นลวดที่มีความต้านทานสูงกว่าลวดทองแดงที่มีขนาดเท่ากันถึง 50 เท่า ถ้าเราใช้ลวดทองแดงเป็นลวดให้ความร้อนที่มีขนาดเท่ากับลวดนิโครมในเตาไฟฟ้า และให้ได้พลังงานความร้อนเท่ากันกับที่ลวดนิโครม จะต้องใช้ลวดทองแดงยาวเป็นกี่เท่าของลวดนิโครม

การที่ลวดทองแดงต้องมีความยาวมากแต่มีความร้อนเท่ากับลวดนิโครม ท่านว่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นบนจุด ๆ หนึ่งของลวดนิโครมกับลวดทองแดงอย่างใดมากกว่ากัน ดังนั้นการที่ลวดนิโครมมีความต้านทานเฉพาะสูงมีประโยชน์อย่างไรในการทำเตาไฟฟ้า จงตอบลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

(ทำให้อุณหภูมิแต่ละจุดสูง และใช้ลวดสั้นลง)

ทำไมต้องทำลวดนิโครมเป็นขด ๆ ถ้าเรายืดลวดนิโครมออกแล้วปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป ความร้อนที่เกิดแต่ละจุดจะเป็นอย่างไร อุณหภูมิจะเป็นอย่างไร จงตอบลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

(เมื่อยืดความยาวจะเพิ่มขึ้น แต่ความร้อนเท่าเดิม ความร้อนแต่ละจุดกระจายกันออกไปทำให้อุณหภูมิต่ำลง)

เตาไฟฟ้า 1000 วัตต์ กับเตาไฟฟ้า 650 วัตต์ เครื่องใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า
กันเครื่องใช้ให้พลังงานความร้อนได้มากกว่ากัน

จะเห็นว่าพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในเตาไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอะไร จงตอบลงในสมุด
แบบฝึกหัดของท่าน

(1000 W จะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าและให้พลังงานความร้อนมากกว่า พลังงาน
ความร้อนที่เกิดขึ้น จะขึ้นอยู่กับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป)

...

จงตอบคำถามต่อไปนี้ลงในสมุดของท่าน

1. พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอะไรที่ได้ผลผลิตของหลอดไฟฟ้า
2. พลังงานแสงในหลอดไฟฟ้า เปลี่ยนมาจากพลังงานอะไร
3. ถ้าท่านต้องการทราบว่าหลอดไฟฟ้าหลอดใดสว่างกว่าหลอดใดท่านจะดูที่ใด
4. หลอดไฟฟ้าที่เขียนไว้ว่า 12 V 8 A จะใช้พลังงานไฟฟ้าที่วัตต์มีกำลังส่อง
สว่างเท่าไร
5. เตาไฟฟ้าใช้หลักอะไรในการทำงาน
6. แสงสว่างและความร้อนที่เกิดขึ้นในหลอดไฟฟ้าและเตาไฟฟ้าขึ้นอยู่กับอะไร
7. ทำไมเราจึงใช้ลวดนิโครมทำลวดให้ความร้อนในเตาไฟฟ้า
8. ทำไมจึงใช้ลวดทังสเตนทำไส้หลอดในหลอดไฟฟ้า

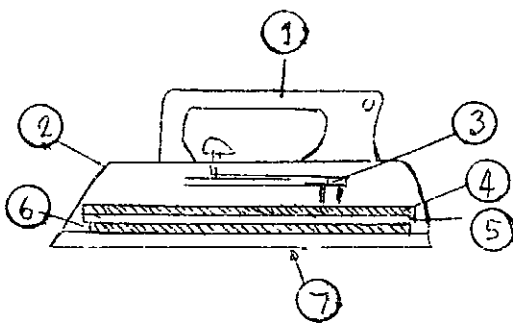
หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องเตารีดไฟฟ้า

คำแนะนำ

ให้ท่านอ่านหนังสือเล่มนี้ไปทีละหน้า จงทำตามคำสั่งและตอบคำถามที่รื้ออยู่ในแต่ละหน้า ไปทีละหน้าจนจบ สำหรับคำตอบที่ถูกต้องจะอยู่ด้านหลังของแต่ละหน้าตามลำดับ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วโปรดนำสมุดแบบฝึกหัดของท่านไปส่งอาจารย์ผู้สอน

อนึ่งเมื่อท่านเห็นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ใหม่สำหรับท่าน ขอให้ท่านได้จดความรู้นั้นไว้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่านด้วย เพื่อใช้ในการทบทวนในโอกาสที่ท่านจะต้องนำความรู้นี้ไปใช้

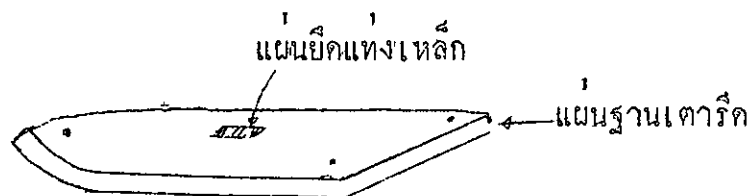
เตารีดไฟฟ้ามีส่วนประกอบดังต่อไปนี้



1. มือถือ (Handle)
2. ฝาครอบ (Cover)
3. เทอร์โมสแตต (Thermostat)
4. แผ่นกด (Pressure Plate)
5. แผ่นฉนวนความร้อน (Insulator)
6. แผ่นให้ความร้อน (Heater)
7. แผ่นฐานเตารีด (Plate)

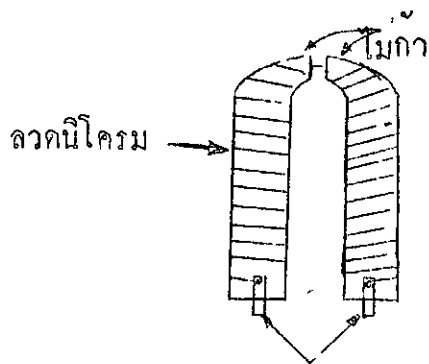
จงเขียนภาพแสดงส่วนประกอบของเตารีดไฟฟ้าลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

แผ่นฐานเตารีด เป็นแผ่นโลหะหนา ๆ อยู่ด้านล่างสุดของเตารีดไฟฟ้า มีลักษณะดังรูป มีรูนอตไว้สำหรับยึดกับแผ่นกด และแผ่นเหล็กยึดแท่งเหล็กในเทอร์โมสแตต ท่านลองทายชื่อว่าแผ่นฐานเตารีดมีหน้าที่อะไรบ้าง



(ถ่ายเทพลังงานไฟฟ้าจากแผ่นให้ความร้อนมาสู่เสื้อผ้าที่เราต้องการรีด)

แผ่นให้ความร้อน ทำด้วยไมก้า



ลวดนิโครม

แผ่นทองเหลืองสำหรับต่อให้ไฟฟ้าไหลเข้าแผ่นให้ความร้อน

งานอะไร

หรือแอสเบสตอสและลวดนิโครมพันไว้ด้วยรูป และบี
แผ่นไมก้าหรือแอสเบสตอสประกบด้านบนและด้านล่าง
ไว้ เพื่อป้องกันมิให้เกิดการลัดวงจรไฟฟ้าในเตารีด
เพราะไมก้าหรือแอสเบสตอสเป็นฉนวนไฟฟ้าลวดนิโครม
เป็นลวดที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูง ดังนั้นเมื่อปล่อย
กระแสไฟฟ้าไหลผ่านพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลัง
งานอะไร

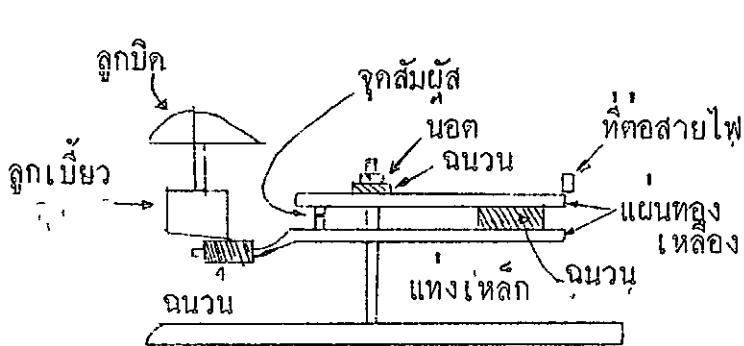
แผ่นฉนวนความร้อน เป็นแผ่นสีขาวเนื้ออ่อนข้างยุบเมื่อถูกความร้อนมาก ๆ ดังนั้นใน
การถอดออกจะต้องระมัดระวังมาก มิฉะนั้นจะหลุดออกเป็นเศษเล็กเศษน้อย ท่านลองสังเกต
ดูซิว่ามีแผ่นฉนวนความร้อนอยู่ที่แผ่น และอยู่ด้านใดของแผ่นให้ความร้อน ท่านคิดว่าแผ่นฉนวน
ความร้อนมีหน้าที่อะไรในเตารีดไฟฟ้า

(ป้องกันมิให้ความร้อนแผ่กระจายขึ้นข้างบน จึงอยู่ด้านบนของแผ่นให้ความร้อนเพียง
แผ่นเดียวเท่านั้น)

แผ่นกด เป็นแผ่นเหล็กที่อยู่บนสุดของแผ่นต่าง ๆ แผ่นกดจะมีหน้าที่อัดแผ่นฐานเตารีด
 ให้น้ำให้ความร้อน และแผ่นฉนวนความร้อนติดกันแน่น นอกจากนี้แผ่นกดยังใช้สำหรับติดตั้ง
 เทอร์โมสแตทไว้ด้านบนของแผ่นอีกด้วย

เทอร์โมสแตทหรือเครื่องควบคุมอุณหภูมิ เป็นเครื่องมือที่ควบคุมอุณหภูมิในเตารีดไฟฟ้า
 ไม่ให้เตารีดร้อนหรือเย็นจนเกินไป เพราะถ้าร้อนเกินไปจะทำให้เสื้อผ้าไหม้เสียหาย แต่ถ้า
 เย็นเกินไปเราก็รีดผ้าไม่ได้ เทอร์โมสแตทจะติดอยู่บนแผ่นอัด และด้านหลังจะมีขดลวดเหล็กติด
 อยู่ ขดลวดนี้ไม่ได้เป็นส่วนประกอบของเทอร์โมสแตท แต่เป็นตัวช่วยให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
 ขดลวดไฟฟ้านี้ลดลง เพราะขดลวดไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าลวดให้ความร้อนของเตารีด ดังนั้น
 กระแสไฟฟ้าที่มากเกินไปจนกว่าที่ขดลวดต้องการจะไหลผ่านขดลวดนี้ไป

ส่วนประกอบของเทอร์โมสแตต เทอร์โมสแตตประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้



1. แผ่นทองเหลืองสองแผ่น
2. ลูกบิด
3. ลูกเบี้ยว
4. แท่งเหล็ก
5. แผ่นฉนวนคั่นระหว่างแผ่นทองเหลือง

แท่งเหล็กจะรื้อผ่านแผ่นทองเหลืองทั้งสองแผ่น และมีหัวนอตขันไว้ด้านบนเพื่อตั้งแผ่นทองเหลืองแผ่นบนไว้ ส่วนปลายล่างของแท่งเหล็กจะยึดติดกับแผ่นฐานเตาไฟฟ้า จึงวาดรูปเทอร์โมสแตตลงในสมุดของท่าน

จงตรวจดูวงจรไฟฟ้าในเตาไฟฟ้าแล้วเขียนลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน จงแสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าเมื่อเสียบปลั๊กเข้ากับไฟฟ้าในบ้าน โดยเขียนลูกศรแสดงไว้

ปิดดูก็ปิดให้ถูกเป็ยวค่านหนาที่สุดเห็นเข้าหาแผ่นทองเหลือง แล้วเสียบปลั๊ก จงสังเกต
 ดูว่าแผ่นทองเหลืองเคลื่อนที่เข้าหาถูกเป็ยวหรือไม่ เมื่อทิ้งไว้สักครู่หลอดไฟฟ้าจะดับหรือไม่ ปราย
 ของแผ่นทองเหลืองแผ่นล่างจะชนะอะไร จุดสัมผัสที่แท่งทองเหลืองทั้งสองแยกกันหรือไม่ ท่านว่า
 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้น

เหล็กเป็นโลหะเมื่อได้รับความร้อนจะยาวขึ้นหรือสั้นลง ขณะนี้เตารีดร้อนหรือเย็น

(โลหะเมื่อได้รับความร้อนจะยาวขึ้น เตารีดจะร้อน)

ทิ้งเตารีดไว้สักครู่ จงสังเกตดูว่าแผ่นทองเหลืองเคลื่อนที่ลงหรือไม่ จุดสัมผัสจะกลับ
 มาติดกันอีกหรือไม่ เพราะเหตุใด หลอดไฟฟ้าจะติดอีกหรือไม่ เตารีดร้อนหรือเย็นลงกว่าเดิม
 เพราะอะไรถึงเป็นเช่นนั้น จงถอดปลั๊กของเตารีดออก

จงอธิบายการทำงานของเตารีดไฟฟ้า และเทอร์โมสแตต ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

(แท่งเหล็กจะหดตัวคึงแผ่นทองเหลืองต่ำลงมา)

ถ้าเตารีดของท่านเสียปลั๊กแล้วหลอดไม่ติดและเตารีดไม่ร้อนท่านจะตรวจดูอะไรก่อนหลังจาก
ลำดับต่อไปนี้ เพราะอะไร

ก. แฉกให้ความร้อน

ค. สายที่ต่อจากปลั๊กไฟฟ้า

ข. จุดสัมผัสที่แผ่นทองเหลือง

ง. สายที่ต่อเข้าคานหลังมือถือ

จงเขียนวิธีที่ท่านเลือกไว้ในสมุด และบอกเหตุผลในการเลือกไว้ด้วย

(เรียงตามลำดับดังนี้ ค. - ง. - ข. - ก. เพราะเราต้องตรวจสิ่งที่ตรวจง่าย
ไปหาสิ่งที่ตรวจไดยากกว่า)

ถ้าเราหมุนนอตที่ปลายบนของแท่งเหล็กลงไป ปลายแผ่นทองเหลืองกับลูกบิดจะห่างกัน
มากขึ้นหรือไม่ จะทำให้เตารีดร้อนมากขึ้นหรือน้อยลง

ถ้าเราหมุนนอตที่ปลายบนของแท่งเหล็กขึ้นมา ปลายแผ่นทองเหลืองกับลูกบิดจะห่างกัน
มากขึ้นหรือน้อยลง จะทำให้เตารีดร้อนมากขึ้นหรือน้อยลง

ถ้าแท่งเหล็กหักจากกันเตารีดจะเป็นอย่างไร

จงตอบปัญหาทั้งหมดในหน้าที่ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

(ถ้าเราหมุนลงไป ลูกบิดกับปลายแผ่นทองเหลืองจะห่างมาก เตารีดจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ถ้าเราหมุนลงไปจะห่างน้อย อุณหภูมิจะต่ำและถ้าหักแผ่นทองเหลืองแผ่นบนจะคึดขึ้นทำให้เตารีดไม่ร้อนเลย)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

- ก. ความร้อนในเตารีดมาจากไหน มีหลักการว่าอย่างไร
- ข. มีความจำเป็นอะไรที่จะต้องใช้เทอร์โมสแตทในเตารีดไฟฟ้า
- ค. ถ้าเตารีดไฟฟ้าของท่านร้อนเกินไปทั้ง ๆ ที่ปรับอุณหภูมิมาทางอุณหภูมิต่ำสุดแล้วท่านจะแก้ไขอย่างไร
- ง. ถ้าเตารีดไฟฟ้าของท่านเย็นเกินไปทั้ง ๆ ที่ปรับอุณหภูมิไปทางอุณหภูมิสูงสุดแล้ว ท่านแก้ไขอย่างไร
- จ. สิ่งต่อไปนี้ มีหน้าที่อะไรในเตารีด
ลูกเบี้ยว ขดลวดเหล็ก แผ่นทองเหลือง แท่งเหล็ก หลอดไฟฟ้า
นอกปลายบนแท่งเหล็ก

...

หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องกระดิ่งไฟฟ้า

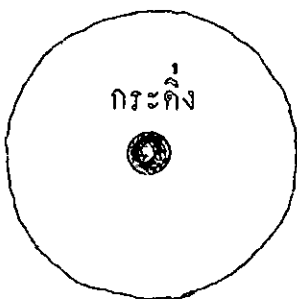
คำแนะนำ

ให้ท่านอ่านหนังสือเล่มนี้ไปทีละหน้า จงทำตามคำสั่งและตอบคำถามที่มีอยู่ในแต่ละหน้า ไปทีละหน้าจนจบ สำหรับคำตอบที่ถูกก่องจะอยู่ด้านหลังของแต่ละหน้าตามลำดับ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วโปรดนำสมุดแบบฝึกหัดของท่านไปส่งอาจารย์ผู้สอน

อนึ่งเมื่อท่านเห็นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ใหม่สำหรับท่าน ขอให้ท่านได้จดความรู้นั้นไว้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่านด้วย เพื่อใช้ในการทบทวนในโอกาสที่ท่านจะต้องนำความรู้นี้ไปใช้

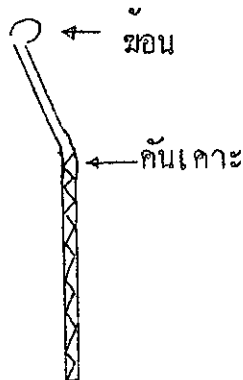
1

กระดิ่งไฟฟ้าประกอบด้วยส่วนประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้



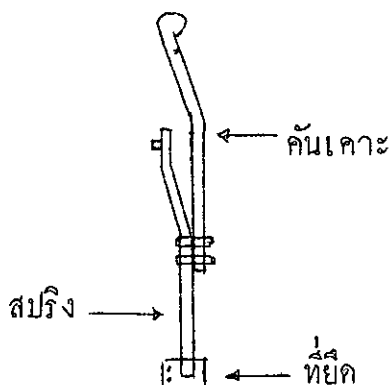
1. กระดิ่ง เป็นโลหะชุบโครมเมี่ยม กวมนเหมือนกระดิ่งจักรยาน กระดิ่งจะเป็นต้นกำเนิดเสียง ดังนั้นกระดิ่งจึงต้องทำด้วยโลหะที่มีเสียงกังวาน จึงจะทำให้เกิดเสียงไพเราะน่าฟัง ท่านคิดว่าจะต้องใช้โลหะอะไรถึงจะมีเสียงกังวานน่าฟัง

(ทองเหลืองหรือเหล็ก)



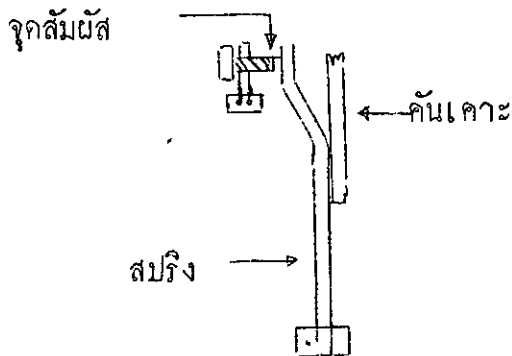
(แม่เหล็กจะดูดคันทะเคาะ)

2. คันทะเคาะและหมอน คันทะเคาะจะทำด้วยเหล็กและที่ปลายคันทะเคาะด้านบนจะมี آهنและคันทะเคาะมีหน้าที่เคาะกระดิ่งทำให้เกิดเสียงดัง เนื่องจากคันทะเคาะทำด้วยเหล็กเมื่อมีแม่เหล็กมาอยู่ใกล้ ๆ จะทำอะไรกับคันทะเคาะ



(สปริงมีหน้าที่ค้ำคันทะเคาะกลับ)

3. สปริง สปริงมีลักษณะเป็นแผ่นเหล็ก ซึ่งสามารถค้ำตัวเองได้ แผ่นเหล็กสปริงนี้จะยึดติดอยู่กับคันทะเคาะด้านล่าง ทานลองใช้มือผลักคันทะเคาะให้หมอนติดกระดิ่ง และปล่อยมือคันทะเคาะจะเป็นอย่างไร ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น สปริงจะมีหน้าที่อะไร

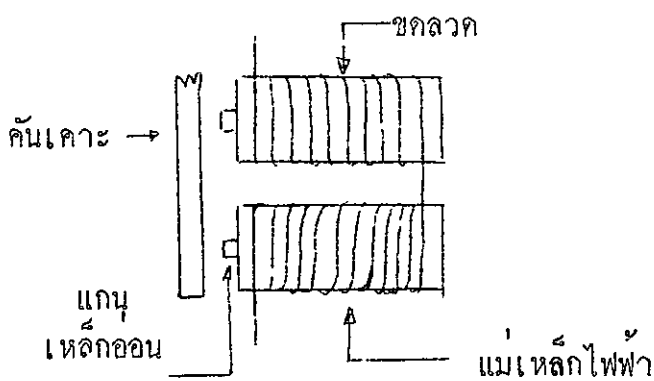


(เมื่อผลักคันเคาะจุดสัมผัสจะแยกออกจากกัน

4. จุดสัมผัส จะเป็นปั๊ม โอด สอง ปั๊ม สัมผัส ผิว กัน ปั๊ม หนึ่ง จะ ติด กับ ตัว ของ กระดิ่ง อีก ปั๊ม หนึ่ง จะ ติด กับ คันเคาะ และ เคลื่อน ที่ ไป ตาม คันเคาะ

ท่านลองใช้มือคันคันเคาะให้ชนติดกระดิ่ง แล้วสังเกตว่าจุดสัมผัสเป็นอย่างไร เมื่อปล่อยคันเคาะกลับมาจุดสัมผัสจะเป็นอย่างไร

เมื่อปล่อยจุดสัมผัสจะกลับมาติดกัน)



(จะเกิดอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นที่แท่งเหล็กอ่อน)

5. แม่เหล็กไฟฟ้า แม่เหล็กไฟฟ้าทำด้วยแกนเหล็กอ่อนแล้วพันไว้ด้วยลวดทองแดงหลาย ๆ รอบ ถ้าเราปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านลวดทองแดงในแม่เหล็กไฟฟ้า ท่านว่าจะเกิดอะไรขึ้นที่แท่งเหล็กอ่อน

จงวาดรูปกระดิ่งไฟฟ้าและชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

~

จงตรวจสอบวงจรไฟฟ้าในกระดิ่งไฟฟ้าว่า ถ้าเราปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในกระดิ่งไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านอะไรบ้าง แล้วเขียนลูกศรแสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าลงในรูปที่ท่านวาดไว้แล้วให้ถูกต้อง (ให้เขียนกระดิ่ง สวิตช์ และแบตเตอรี่ลงไปด้วยทั้งหมด)



จงใช้มือจับคันเคาะไว้ไม่ให้เคลื่อนไปมาได้ แล้วกดสวิทช์ นำแผ่นเหล็กไปไว้ใกล้ ๆ แม่เหล็กไฟฟ้าทางคันคันเคาะ ท่านจะรู้สึกอย่างไร (อย่าทดลองนาน) แล้วรีบปล่อยสวิทช์

(แผ่นเหล็กจะถูกดูด)

คราวนี้ท่านลองผลักคันเคาะเข้าไปให้ติดกระดิ่ง แล้วนำแผ่นเหล็กเข้าไปใกล้ ๆ แท่งแม่เหล็กไฟฟ้าใหม่ คราวนี้ท่านจะรู้สึกอย่างไร ลองสังเกตดูว่าจุดสัมผัสเป็นอย่างไรทำไมแท่งแม่เหล็กไฟฟ้าถึงดูดแผ่นเหล็ก

(จุดสัมผัสหากันทำให้กระแสไฟฟ้าจะไม่ไหล)

ท่านไม่ต้องจับคันเคาะ แล้วกดสวิทช์ใหม่ คราวนี้จะเกิดอะไรขึ้น กระดิ่งดังได้เพราะอะไร จงเขียนการทำงานของกระดิ่งไฟฟ้าลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน โดยเริ่มว่า "เมื่อกดสวิทช์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน.....ทำให้เกิดเสียง

ท่านลองคลาปชุดสัมผัสออกสัปดาห์ 5 รอบ แล้วกดสวิทช์ใหม่ คราวนี้จะเป็นอย่างไรเป็นเพราะอะไร จงเขียนอาการและสาเหตุที่เป็นเช่นนี้ไว้ ในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

(กระดิ่งจะไม่ดังเลย)

ท่านลองปรับจุดสัมผัสเข้าไปสัก 10 รอบ แล้วกดสวิทช์ใหม่ ครั้งนี้จะเป็นอย่างไร
เป็นเพราะอะไร จงเขียนอาการและสาเหตุไว้มุมคแบบฝึกหัดของท่าน

(กระดิ่งจะดังครั้งเดียวเบาๆ) ;

จงคลายจุดสัมผัสออกมาให้ทางกัน แล้วกดสวิทช์ไว้ ค่อย ๆ ปรับจุดสัมผัสให้กระดิ่ง
ดังรัวเต็มที่ แล้วเก็บเครื่องมือทุกชิ้นไว้ที่เดิม

ในการใช้กระดิ่งไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้สัญญาณทั้งหลาย เราไม่ควรกดไว้นาน ๆ เพราะอาจทำให้แม่เหล็กไฟฟ้าในกระดิ่งไหม้เสียหายได้

จงตอบคำถามต่อไปนี้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

- ก. คับเคอะวิ่งมาเคาะกระดิ่งด้วยแรงของอะไร
- ข. คับเคอะวิ่งกลับมากด้วยแรงอะไร
- ค. ขณะที่คับเคาะกระดิ่งกระแไฟฟ้าไหลหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ง. เรานำกระดิ่งไฟฟ้านี้ไปใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับได้หรือไม่
- จ. เสียงกระดิ่งที่เกิดขึ้นดังมาจากอะไร

หนังสือคู่มือปฏิบัติการทดลองเรื่องโทรเลข

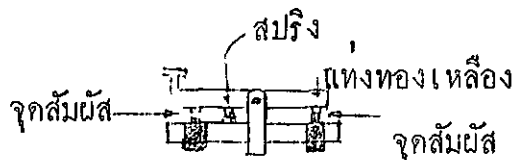
คำแนะนำ

ให้ท่านอ่านหนังสือเล่มนี้ไปทีละหน้า จงทำตามคำสั่งและตอบคำถามที่มีอยู่ในแต่ละหน้า ไปทีละหน้าจนจบ สำหรับคำตอบที่ถูกต้องจะอยู่ด้านหลังของแต่ละหน้าตามลำดับ เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วโปรดนำสมุดแบบฝึกหัดของท่านไปส่งอาจารย์ผู้สอน

อนึ่งเมื่อท่านเห็นว่าสิ่งใดเป็นความรู้ใหม่สำหรับท่าน ขอให้ท่านได้จดความรู้นั้นไว้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่านด้วย เพื่อใช้ในการทบทวนในโอกาสที่ท่านจะต้องนำความรู้นี้ไปใช้

1

โทรเลขเป็นเครื่องสื่อสารประเภทหนึ่ง

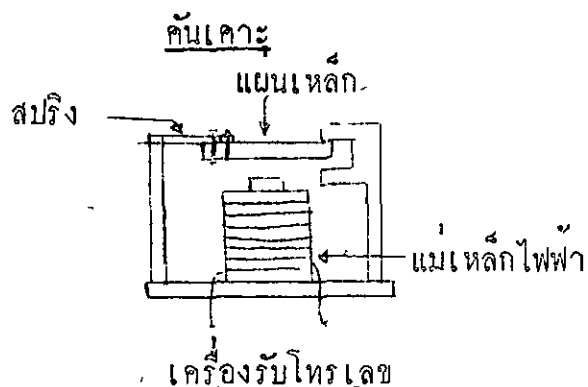


ดังนั้นจึงประกอบไปด้วยเครื่องส่งและเครื่องรับ

เครื่องส่ง เครื่องส่งโทรเลขเราเรียกว่า

คันเคาะโทรเลข ทำด้วยเหล็กหรือทองเหลือง

สปริง และจุดสัมผัสดังรูป



เครื่องรับ เครื่องรับโทรเลขเราเรียกว่า

เครื่องรับโทรเลข ประกอบด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า

และแผ่นเหล็กดังรูป

จงเขียนรูปและส่วนประกอบของคันเคาะ

และเครื่องรับโทรเลขลงในสมุด

2

จงต่อคันเคาะและเครื่องรับโทรเลขเข้าด้วยกันดังรูป แล้วเขียนวงจรลงในสมุดแบบ

ฝึกหัดของท่าน



ลองเคาะที่คันเคาะโดยกดแล้วปล่อย จะเกิดอะไรขึ้นทางเครื่องรับ

จงเขียนการไหลของกระแสไฟฟ้าลงในรูปที่วาดไว้แล้ว และอธิบายการเกิดเสียงลงในสมุด

(จะเกิดเสียงทางเครื่องรับตอนที่กดกับตอนที่ปล่อย)

ลองเกาะคันเคาะเร็ว ๆ คือเคาะลงไปแล้วรีบปล่อยทันที และลองเคาะช้า ๆ เปรียบเทียบกันว่าเสียงทางเครื่องรับจะต่างกันหรือไม่

การเคาะเร็ว ๆ เราเรียกว่า การเคาะสั้น และให้รหัสเป็น • (จุด)
การเคาะช้า ๆ เราเรียกว่า การเคาะยาว และให้รหัสเป็น - (ขีด)

(เคาะเร็ว เสียงจะดังติดกัน)

(เคาะช้า ๆ เสียงจะห่างกัน)

รหัสที่เราใช้รับส่งโทรเลข เราเรียกว่า รหัสของมอร์ส (Morse's Code) เพราะ
แวมมวด มอร์สเป็นผู้สร้างและคิดรหัสขึ้นเป็นคนแรก ประเทศต่าง ๆ ที่นำรหัสของมอร์สไปใช้
ก็ดัดแปลงให้เหมาะสมกับภาษาของตน โดยให้อักษรแต่ละตัว ประกอบด้วย ขีด และ จุด หลาย
รหัสต่าง ๆ กัน จนครบทุกตัวอักษรที่จำเป็นต้องใช้ในการรับส่งโทรเลข

ถ้าเราให้รหัสของอักษรต่าง ๆ ดังนี้

ก = - - . .

ว = ...

ข = - - - .

ง = . - . -

ค = - - - -

จ = . . - . .

น = . . - -

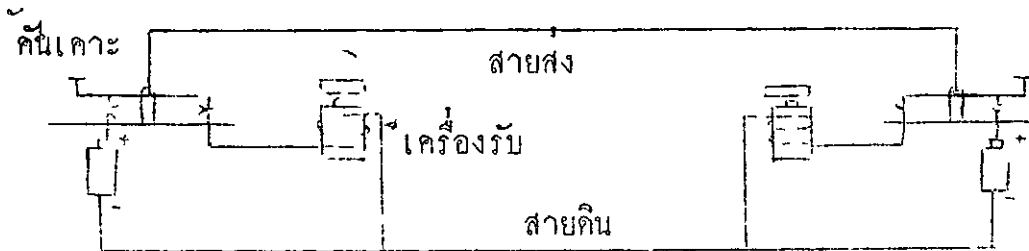
ฉ = - . . .

ท่านจงเข้ารหัสประโยค "คนกินข้าว" เป็นรหัสมอร์ส

(- - - -, . . - -, - - . . , . - . . , . . - - , - - - -,
- . . . , . - . . , ... ,)

ท่านจงนำเครื่องรับของท่านไปให้ผู้เรียนเรื่องโทรเลขอีกคนหนึ่ง แล้วนำเครื่องรับ
ของเขามาไว้ที่ท่าน แล้วเข้ารหัสคำต่าง ๆ (โดยใช้รหัสหน้า 5) ผลัดกันรับผลัดกันส่ง ผู้
ส่งจะต้องเขียนคำที่จะส่งไว้ แล้วเขียนรหัส แล้วถึงส่ง ผู้รับจะต้องจดรหัสที่ไต่รับไว้แล้ว
ถอดรหัสออกมาเป็นข้อความหรือคำ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับที่ผู้ส่งเขียนไว้หรือไม่
คำที่จะใช้ส่งใดตามรหัสที่มีอยู่คือ คน นก ขวาน กาว น้ำ เป็นต้น

ท่านจงถอดสายไฟฟ้าออกแล้วต่อสายไฟฟ้าใหม่ดังวงจรข้างล่างนี้



ท่านจะเห็นว่าสายไฟฟ้าจะเหลืออยู่สองเส้น ต่อไปท่านลองรับส่งเหมือนครั้งก่อนดูว่าจะรับส่งกันได้หรือไม่ การใช่วงจรนี้มีข้อดีอะไร

(ทำให้สายไฟฟ้าน้อยลง)

พื้นดินเรามีคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่จะใช้แทนสายไฟฟ้าได้หนึ่งสาย เพราะฉะนั้นการรับส่งโทรเลขระหว่างสถานีหนึ่งกับอีกสถานีหนึ่ง จะใช้สายไฟฟ้าก็สาย

ท่านจงเขียนวงจรโทรเลข ที่ใช้สายดินแทนสายไฟฟ้าหนึ่งสาย โดยมีสายส่งเพียงสายเดียว ให้ท่านคัดแปลงจากวงจรที่เขียนไว้หน้า 7 พร้อมทั้งเขียนลูกศรแสดงการไหลของกระแสไฟฟ้าในขณะที่กดคัทรีเคาะของแต่ละสถานี

(ใช้สายไฟฟ้าเพียงสายเดียว)

จงตอบคำถามต่อไปนี้ลงในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

1. โทรศัพท์ใช้หลักอะไรในการทำงาน
2. แผ่นเหล็กทางเครื่องรับวิ่งขึ้นลงได้ควมแรงอะไรบ้าง
3. การเคาะโทรศัพท์มีกี่วิธี
4. ก่อนที่เราจะส่งโทรเลขเราจะนำข้อความมาทำอะไรเสียก่อน
5. หลังจากที่เรารับโทรเลข ก่อนอื่นเราจะต้องทำอะไร

แบบเรียนพื้นฐานวิชาไฟฟ้า

คำแนะนำ

แบบเรียนเล่มนี้มีอยู่ 2 ตอน

ตอนที่ 1 จะเป็นคำถามให้ท่านตอบ ท่านจงเลือกคำตอบที่ท่านคิดว่าถูกต้องที่สุด แล้วเฉลยในข้อที่วงเล็บไว้ท้ายคำตอบที่ท่านเลือกไว้

ตอนที่ 2 จะเป็นคำเฉลยของคำตอบที่ท่านเลือกในตอนที่ 1 โดยท่านเปิดไปดูข้อที่วงเล็บไว้ข้างท้ายของคำตอบแต่ละคำตอบ ท่านไม่ควรอ่านเลยไป โดยไม่ตรวจคำตอบเสียก่อน เพราะในตอนที่ 2 นี้จะเป็นตอนที่ให้ความรู้แก่ท่าน แต่ท่านแน่ใจว่าท่านรู้เรื่องนั้นอยู่แล้ว ท่านอาจจะอ่านเลยไปก็ได้ และเรื่องใดที่ท่านเห็นว่าเป็นความรู้ใหม่สำหรับท่านโปรดเขียนไว้ในสมุดแบบฝึกหัดของท่าน

ตอนที่ ๑

1. สิ่งต่อไปนี้คืออะไรเป็นตัวนำไฟฟ้า
 - ก. โลหะทั้งหมดและฉนวน (ข้อ 4)
 - ข. อะโลหะทั้งหมด (ข้อ 10)
 - ค. เงิน, ทองแดงและเหล็ก (ข้อ 16)
2. กระแสไฟฟ้าคืออะไร
 - ก. คือสิ่งที่ไหลไปในวงจร (ข้อ 2)
 - ข. คือพลังงานไฟฟ้าที่ไหลไปในตัวนำได้ (ข้อ 18)
3. ความต่างศักย์ไฟฟ้าคืออะไร
 - ก. คือความแตกต่างของไฟฟ้าระหว่างบวกและลบ (ข้อ 6)
 - ข. คือความแตกต่างของระดับพลังงานไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด (ข้อ 17)
4. ความต้านทานไฟฟ้าคืออะไร
 - ก. สิ่งที่ยากที่จะต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้า (ข้อ 7)
 - ข. สิ่งที่เราต่อกับวงจรไฟฟ้า (ข้อ 12)
5. ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง
 - ก. ความสั้นยาวของตัวนำ (ข้อ 1)
 - ข. ขนาดเล็กใหญ่ของตัวนำ (ข้อ 8)
 - ค. อุณหภูมิสูงต่ำของตัวนำ (ข้อ 11)
 - ง. ชนิดของตัวนำ (ข้อ 15)
 - จ. ทั้ง ก, ข, ค, และ ง. รวมกัน (ข้อ 20)
6. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่มีความต้านทานจะเกิดอะไรขึ้น
 - ก. ไม่เกิดอะไรขึ้นเลย (ข้อ 19)
 - ข. พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน (ข้อ 13)
 - ค. พลังงานไฟฟ้าจะไหลไม่สะดวก (ข้อ 24)

7. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำยิ่งไหลมาก ตัวนำจะเป็นอย่างไร
 - ก. เกิดความร้อนมากขึ้น (ข้อ 14)
 - ข. ความต้านทานจะลดลง (ข้อ 23)
8. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดจะเกิดสิ่งใดขึ้น
 - ก. พลังงานความร้อน (ข้อ 3)
 - ข. อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า (ข้อ 9)
9. ถ้าเส้นแรงแม่เหล็กในขดลวดเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้เกิดอะไรในขดลวดนั้น
 - ก. เกิดความร้อน (ข้อ 25)
 - ข. เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (ข้อ 22)
10. กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วใดไปสู่ขั้วใด
 - ก. ไหลจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบ (ข้อ 5)
 - ข. ไหลจากขั้วลบไปสู่ขั้วบวก (ข้อ 21)

ตอนที่ 2

- ข้อ 1. ท่านตอบถูกส่วนหนึ่งเท่านั้น ที่ว่าความต้านทานในตัวนำขึ้นอยู่กับความยาว ตัวนำที่ยาวมากความต้านทานจะยิ่งมากขึ้น ตัวนำที่สั้นจะมีความต้านทานน้อย แต่ว่าความต้านทานของตัวนำยังขึ้นอยู่กับสิ่งอื่น ๆ อีก โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 2. ท่านตอบก็มีส่วนถูกอยู่บ้าง แต่คำตอบอย่างนี้เป็นคำตอบที่ค่อนข้างจะคลุมเครือ กระแสไฟฟ้านั้นเป็นพลังงานรูปหนึ่ง ที่สามารถจะทำงานให้เราได้ และสามารถไหลไปในตัวนำได้ โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 3. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสิ่งที่มีความต้านทานเท่านั้นถึงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน แต่ขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำจะเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวนำ เมื่อเราทำตัวนำให้เป็นขดลวดอำนาจแม่เหล็กจะรวมกันทำให้มีความเข้มสูงขึ้น อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้เราเรียกว่าอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 4. ท่านตอบถูกต้องแล้ว โลหะทั้งหมดเป็นตัวนำไฟฟ้าและมีอะตอมชนิดเดียวกันเท่านั้นที่เป็นตัวนำไฟฟ้าคือถ่าน โปรดตอบคำถามข้อต่อไป
- ข้อ 5. ท่านตอบถูกต้องแล้ว กระแสไฟฟ้าจะไหลจากขั้วบวกไปสู่ขั้วลบเสมอ โปรดตอบคำถามข้อต่อไป
- ข้อ 6. คำตอบนี้ยังไม่ถูกต้อง เพราะความแตกต่างของไฟฟ้าบวกและลบ นั้นเป็นการแบ่งชนิดของประจุไฟฟ้า แต่ความแตกต่างของศักดาไฟฟ้าขึ้นอยู่กับระดับของพลังงานไฟฟ้าแต่ละจุดเมื่อมีตัวนำต่อกัน พลังงานไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักดาไฟฟ้าสูงไปหาจุดที่มีศักดาไฟฟ้าต่ำ โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 7. ถูกต้อง สิ่งที่ยกย่องว่าการไหลของกระแสไฟฟ้าภายในตัวนำเราเรียกว่าความต้านทานไฟฟ้า ถ้าตัวนำมีความต้านทานมาก กระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่านไปได้น้อยและไหลได้น้อย โปรดตอบคำถามข้อต่อไป
- ข้อ 8. ท่านตอบถูกเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ที่ว่าตัวนำที่มีขนาดใหญ่จะมีความต้านทานน้อย ส่วนตัวนำที่มีขนาดเล็กมาก ความต้านทานก็จะยิ่งมาก โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 9. ท่านตอบถูกต้องแล้ว เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำจะเกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นรอบ ๆ ตัวนำเมื่อเราทำตัวนำให้เป็นขดลวด อำนาจแม่เหล็กจะรวมกัน ทำให้มีความเข้มสูง

ขึ้น อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้เราเรียกว่า อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า โปรดตอบคำถาม
ข้อต่อไป

- ข้อ 10. ท่านตอบยังไม่ถูกทีเดียว เพราะอะโลหะชนิดเดียวที่เป็นตัวนำไฟฟ้าคือถ่าน ส่วน
อะโลหะชนิดอื่นไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 11. ท่านตอบถูกเพียงส่วนเดียว เท่านั้น ที่ว่าตัวนำที่มีอุณหภูมิสูงจะมีความต้านทานมาก ตัวนำ
ที่มีอุณหภูมิต่ำจะมีความต้านทานน้อยลงด้วย โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 12. ท่านยังตอบไม่ถูก เพราะสิ่งที่เราต่อในวงจรอาจไม่ใช่ความต้านทานทั้งหมด และเรา
มักเรียกว่าตัวต้านทาน จงตอบคำถามข้อนี้ใหม่
- ข้อ 13. ท่านตอบถูกต้องแล้ว เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน พลังงานไฟฟ้าจะต้อง
เสียพลังงานไปเพราะไหลไต่ลื่นยาก พลังงานที่เสียไปนี้จะออกมาอยู่ในรูปของพลังงาน
ความร้อน โปรดตอบคำถามข้อต่อไป
- ข้อ 14. ท่านตอบถูกต้องแล้ว ในตัวนำทุกตัวจะมีความต้านทานอยู่เสมอ เมื่อกระแสไฟฟ้า
ไหลผ่านจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน เมื่อมีกระแสไหลเป็นจำนวนมากก็ย่อมไหล
ไปได้ยากยิ่งขึ้น กระแสไฟฟ้าจะต้องเสียพลังงานเพิ่มขึ้น ก็จะได้พลังงานความ
ร้อนเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน โปรดตอบคำถามข้อต่อไป
- ข้อ 15. ท่านตอบถูกเพียงส่วนเดียว ที่ว่าตัวนำต่างชนิดกันมีขนาดและอุณหภูมิเท่ากัน จะมี
ความต้านทานต่างกัน เช่น เงินมีความต้านทานน้อยกว่าเหล็ก โปรดตอบคำถาม
ข้อนี้ใหม่
- ข้อ 16. ท่านตอบถูก แต่เป็นส่วนน้อย เท่านั้นยังมีสิ่งอื่นอีกมากที่เป็นตัวนำไฟฟ้า โปรดตอบ
คำถามข้อนี้เสียใหม่
- ข้อ 17. ท่านตอบถูกต้องแล้ว ความต่างศักย์ไฟฟ้า คือความต่างของระดับพลังงานไฟฟ้า
ระหว่างจุดสองจุด เช่น จุดที่มีศักย์ 5 โวลต์ กับจุดที่มีศักย์ 2 โวลต์จะมีความต่าง
ของระดับพลังงานกันอยู่ 3 โวลต์ ถ้ามีตัวนำต่อระหว่างจุดสองจุดกระแสไฟฟ้าจะไหล
จากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้า 5 โวลต์ไปสู่จุดที่มีศักย์ไฟฟ้า 3 โวลต์ ในถ่านไฟฉายที่หัวถ่าน
จะมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวก ที่ก้นถ่านมีศักย์ไฟฟ้าเป็นลบ ดังนั้นที่หัวถ่านไฟฉายกับก้น

ถ่าน จะมีความต่างศักย์ต่างกัน และที่หัวถ่านจะมีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าเพราะเป็นบวก
โปรดตอบคำถามข้อต่อไป

ข้อ 18. ท่านตอบถูกต้องแล้ว กระแสไฟฟ้าเป็นพลังงานและไหลไปในตัวนำได้ โปรดตอบ
คำถามข้อต่อไป

ข้อ 19. ท่านยังเข้าใจผิด เพราะเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานยอมให้ไม่สะดวก
เหมือนเราซึ่งจักรยานทวนลมยอมต้องออกแรงมาก ต้องเสียพลังงานมาก ในทำนอง
เดียวกัน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานก็ต้องเสียพลังงานไปเหมือนกัน
แต่พลังงานจะเสียไปเฉย ๆ ไม่ได้เมื่อเสียไปจะต้องออกไปอยู่รูปอื่นเสมอ โปรด
ตอบคำถามข้อนี้ใหม่

ข้อ 20. ท่านตอบถูกต้องแล้ว ความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำขึ้นอยู่กับขนาด ชนิด และ
อุณหภูมิของตัวนำ ถ้าท่านยังไม่เข้าใจคือขอ โปรดอ่านข้อ 1, 8, 11 และ 15 ใน
ตอนที่ 2 นี้ ก่อนที่จะตอบคำถามต่อไป

ข้อ 21. ท่านตอบผิด กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วที่มีศักย์มากไปสู่ขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าน้อยกว่า ส่วน
ที่ท่านตอบนั้นเป็นกระแสอิเล็กตรอนจะมีทิศทางตรงกันข้ามกับกระแสไฟฟ้าเสมอ โปรด
ตอบคำถามข้อนี้ใหม่

ข้อ 22. ถูกต้องแล้ว การทุ้งแม่เหล็กเข้าไปในขดลวดจะทำให้เส้นแม่เหล็กภายในขดลวด
เปลี่ยนแปลง จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ตามการทดลองของฟาราเดย์ โปรด
ตอบคำถามข้อต่อไป

ข้อ 23. ท่านตอบผิด ความต้านทานของตัวนำจะมีค่าคงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง เสมอถ้าอุณหภูมิไม่
เปลี่ยนแปลง โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่และดูข้อเฉลยอีกครั้ง

ข้อ 24. ท่านตอบถูกต้อง แต่ยังไม่ถูกต้องที่สุด โปรดตอบคำถามข้อนี้ใหม่

ข้อ 25. ท่านตอบผิด เพราะอำนาจแม่เหล็กจะเปลี่ยนไปเป็นความร้อนได้อย่างไร โปรด
ตอบคำถามข้อนี้และตรวจดูข้อเฉลยใหม่ก่อนที่จะตอบข้อต่อไป

ภาคผนวก ค.
แบบทดสอบที่ใช้ในการทดลอง

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน

,

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย × ลงในวงเล็บของข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดในกระดานคำตอบ

ตัวอย่าง 1. จังหวัดมหาสารคามตั้งอยู่ภาคใดของประเทศไทย

ก. ภาคเหนือ

ข. ภาคกลาง

ค. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ง. ภาคใต้

2. _ _ _ _ _

การตอบ

ก ข ค ง

1. () () (X) ()

2. () () () ()

3. _ _ _ _ _

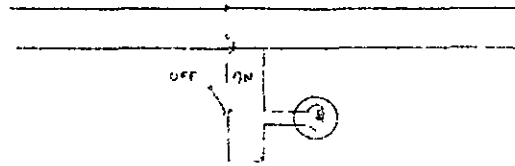
1. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดถูกต้อง ถ้าทวิสต์ทำด้วยตะกั่วผสมตีบทุกชนิดเดียวกัน
 - ก. ทวิสต์ขนาดเล็กหรือใหญ่เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่ากันจะเกิดความร้อนได้เท่ากัน
 - ข. ทวิสต์ขนาดเล็กจะเกิดความร้อนสูงกว่าทวิสต์ขนาดใหญ่เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเท่ากัน
 - ค. ทวิสต์ขนาดเล็กเสียง่าย ในการใช้ควรเลือกทวิสต์ที่มีขนาดใหญ่เท่านั้น
 - ง. ทวิสต์ขนาดเล็กจะมีจุดหลอมเหลวต่ำกว่าทวิสต์ขนาดใหญ่
2. หลักการต่อไฟฟ้าภายในบ้านคือ
 - ก. ต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลจากสายหนึ่งไปยังสายข้างเคียงกัน
 - ข. ต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลจากสายหนึ่งเข้าสู่อีกสายหนึ่ง
 - ค. ต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลจากสายหนึ่งผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วไหลเข้าสู่สายเคียงกัน
 - ง. ต่อให้กระแสไฟฟ้าไหลจากสายหนึ่งผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วไหลเข้าสู่อีกสายหนึ่ง
3. กระแสไฟฟ้าจะสัควรรได้ในกรณีใด
 - ก. กระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าเลย
 - ข. มีกระแสส่วนมากไหลครบวงจรโดยไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - ค. มีกระแสไฟฟ้าไหลไม่ครบวงจรเพราะไม่ผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า
 - ง. กระแสไฟฟ้าไหลจากสายหนึ่งเข้าสู่สายอีกสายหนึ่งไม่ว่าจะผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือไม่

จงพิจารณาคำตอบข้างล่างนี้ว่าเป็นคำอธิบายวงจรสัควิต (ข้อ 4 - 10) แล้วนำตัวบร
 หนาคำตอบนั้นไปทำเครื่องหมายลงในกระดานคำตอบ

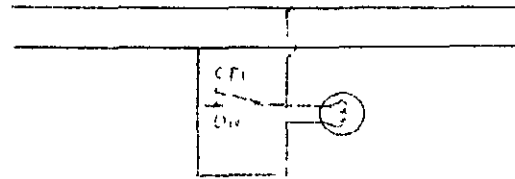
คำตอบ

- ก. เป็นวงจรที่ถูกต้องและนำไปใช้ได้
- ข. เมื่อเปิดสวิตช์จะทำให้เกิดการสัควจร
- ค. หลอดไฟฟ้าจะติดอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเปิดหรือปิดสวิตช์
- ง. หลอดไฟฟ้าไม่มีโอกาสติดได้เลย

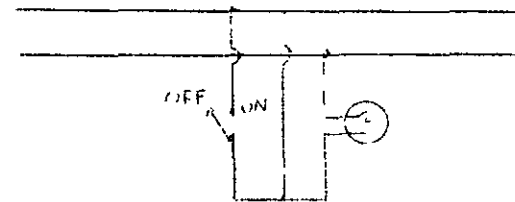
4.



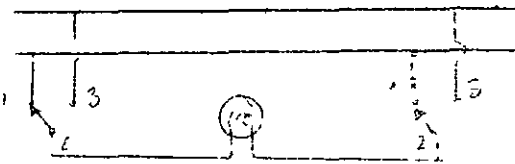
5.



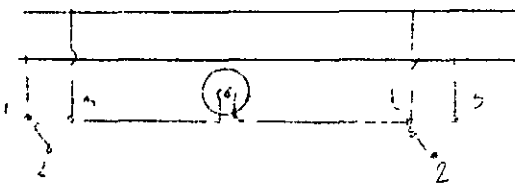
6.



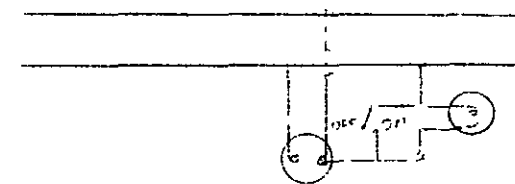
7.



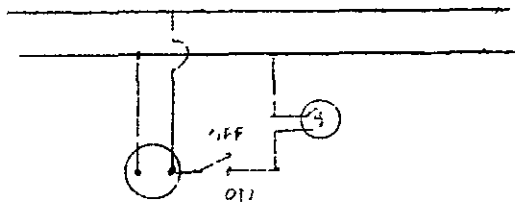
8.



9.



10.



11. หม้อแปลงไฟฟ้าคือเครื่องมือประเภทใด
 - ก. เครื่องมือเพิ่มหรือลดพลังงานไฟฟ้า
 - ข. เครื่องมือแปลงพลังงานรูปอื่นให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
 - ค. เครื่องมือเพิ่มหรือลดแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ง. เครื่องมือแปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานรูปอื่น
12. การทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าใช้หลักอะไร
 - ก. ใช้หลักการควบคุมแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ข. ใช้หลักการเหนี่ยวนำไฟฟ้า
 - ค. ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า
 - ง. ใช้หลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากขดลวดหนึ่งไปสู่ขดลวดหนึ่ง
13. หน้าที่ของขดลวดปฐมภูมิคือ
 - ก. มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นอำนาจแม่เหล็ก
 - ข. มีหน้าที่เปลี่ยนอำนาจแม่เหล็กให้เป็นกระแสไฟฟ้า
 - ค. มีหน้าที่ส่งกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดทุติยภูมิ
 - ง. มีหน้าที่รักษาอำนาจแม่เหล็กไม่ให้กระจัดกระจายออกไป
14. แกนเหล็กย่อนมีหน้าที่อย่างไร
 - ก. มีหน้าที่ส่งกระแสไฟฟ้า
 - ข. มีหน้าที่เปลี่ยนอำนาจแม่เหล็กให้เป็นกระแสไฟฟ้า
 - ค. มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า
 - ง. มีหน้าที่รักษาอำนาจแม่เหล็กไม่ให้กระจัดกระจายออกไป
15. หน้าที่ของขดลวดทุติยภูมิคือ
 - ก. มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นอำนาจแม่เหล็ก
 - ข. มีหน้าที่รักษาอำนาจแม่เหล็กไม่ให้กระจัดกระจายออกไป
 - ค. มีหน้าที่เหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
 - ง. มีหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากขดลวดทุติยภูมิ

ถ้าหม้อแปลงไฟฟ้า 220 โวลต์ และขดลวดทุติยภูมิพันไว้เพียง 220 รอบ เมื่อต่อหลอดไฟฟ้า 220 วัตต์ไว้ทางขดทุติยภูมิ ปรากฏว่าหลอดไฟฟ้าทำงานเต็มที่พอดี จงตอบปัญหาข้อ 6-8 ในทางทฤษฎี

16. แรงเคลื่อนไฟฟ้าทางขดทุติยภูมิจะเป็นเท่าไร

- ก. 110 โวลต์
- ข. 44 โวลต์
- ค. 22 โวลต์
- ง. 11 โวลต์

17. กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดทุติยภูมิเป็นเท่าไร

- ก. 15 แอมแปร์
- ข. 5 แอมแปร์
- ค. 10 แอมแปร์
- ง. 1 แอมแปร์

18. กระแสที่ไหลในขดปฐมภูมิควรเป็นเท่าไร

- ก. 15 แอมแปร์
- ข. 5 แอมแปร์
- ค. 10 แอมแปร์
- ง. 1 แอมแปร์

19. ถ้าเรามีหม้อแปลงไฟฟ้าอันหนึ่ง เขียนทางขดหนึ่งว่า 220v และอีกขดหนึ่งเขียน 110 v

ถ้าเรามีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้า 110 โวลต์และไฟฟ้าที่บ้านของเราเป็น 220 โวลต์

ทราบว่าควรจะต่อไฟฟ้าเข้าทางใด และต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าทางใด

- ก. ต่อไฟฟ้าเข้าทาง 110 v และต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทาง 220 v
- ข. ต่อไฟฟ้าเข้าทาง 110 v และต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทาง 110 v
- ค. ต่อไฟฟ้าเข้าทาง 220 v และต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทาง 220 v
- ง. ต่อไฟฟ้าเข้าทาง 220v และต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าทาง 110 v

20. หม้อแปลงไฟฟ้าใช้กับกระแสประเภทใด
- กระแสไฟฟ้าแรงต่ำ
 - กระแสไฟฟ้าแรงสูง
 - กระแสไฟฟ้าสลับ
 - กระแสไฟฟ้าตรง
21. เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่มีความต้านทาน เหตุใดพลังงานไฟฟ้าจึงเปลี่ยนรูปออกมาเป็นพลังงานความร้อน
- เพราะพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนเมื่อไหลผ่านตัวนำจะทำให้ตัวนำร้อน
 - เพราะพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนเป็นพลังงานเดียวกัน จึงเปลี่ยนรูปกลับไปกลับมาได้
 - เพราะขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่มีความต้านทานจะสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง พลังงานที่สูญเสียไปจะออกในรูปของพลังงานความร้อน
 - เพราะพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อนเกิดขึ้นพร้อมกันและสามารถไหลผ่านตัวนำได้ทั้งคู่ เมื่อผ่านตัวนำจึงทำให้ตัวนำร้อน
22. ทำไมไส้หลอดไฟฟ้าจึงต้องใช้ลวดหึงสะพานเส้นเล็ก ๆ
- เพื่อให้มีจุดหลอมเหลวสูง
 - เพื่อให้ความต้านทานสูง
 - เพื่อประหยัดลวด
 - เพื่อให้น้ำหนักเบาไม่ขาดง่าย
23. เหตุที่ใช้ลวดหึงสะพานทำไส้หลอดเพราะ
- ไม่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน
 - มีน้ำหนักเบากว่าโลหะชนิดอื่น
 - กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ดีที่สุด
 - มีจุดหลอมเหลวสูง

24. ในหลอดไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนไปเป็นอะไรก่อน
- รังสีอินฟราเรด
 - รังสีอุลตราไวโอเลต
 - พลังงานความร้อน
 - พลังงานแสง
25. พลังงานแสงที่ได้จากหลอดไฟฟ้า เปลี่ยนรูปมาจากอะไร
- รังสีอุลตราไวโอเลต
 - รังสีอินฟราเรด
 - พลังงานความร้อน
 - พลังงานไฟฟ้า
26. หลอดไฟฟ้า 40 วัตต์ จะให้พลังงานแสงสว่างได้ประมาณกี่กำลังเทียน
- 30 - 40 กำลังเทียน
 - 50 - 60 กำลังเทียน
 - 70 - 80 กำลังเทียน
 - 90 - 100 กำลังเทียน
27. การใส่ก๊าซเฉื่อยทำให้หลอดมีแสงสว่างเต็มแล้วยังช่วยให้
- ระบายความร้อนให้แก่หลอดได้อย่างดี
 - กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดได้มากขึ้น
 - ป้องกันมิให้ไส้หลอดเผาไหม้ได้ดีกว่าสูญญากาศ
 - ป้องกันมิให้ไส้หลอดระเหิดขาดจากกัน
28. กระเบื้องทนความร้อนในเตาไฟฟ้ามีประโยชน์อย่างไร
- ช่วยให้ความร้อนกระจายได้ดี
 - ช่วยให้เกิดความร้อนมากขึ้น
 - ป้องกันการสัควงจร
 - ป้องกันอุณหภูมิสูงเกินไป

29. พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นในเตาขึ้นอยู่กับ
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป
 - ขนาดของภาชนะที่ใส่ของต้ม
 - จำนวนรอบของลวดนิโครม
 - ความหนาของกระเบื้องทนความร้อน
30. ลวดนิโครมมีความต้านทานสูงกว่าทองแดงถึง 50 เท่า คุณสมบัติข้อนี้ทำให้เกิดประโยชน์อย่างไร
- ทำให้เผาไหม้ยาก
 - ทำให้ใช้เวลานาน
 - สิ้นเปลืองไฟฟ้า
 - ทำให้ใช้ได้นาน
31. กระดิ่งไฟฟ้าใช้หลักอะไรในการทำงาน
- การเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า
 - การเหนี่ยวนำแม่เหล็กโดยอาศัยกระแสไฟฟ้า
 - การดึงดูดระหว่างขั้วไฟฟ้า
 - การเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นคลื่นเสียง
32. เมื่อเรากดสวิตช์ไฟฟ้าอะไรจะเกิดขึ้นที่ขดลวด
- พลังงานเสียง
 - อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า
 - การเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า
 - แรงดึงดูดของกระแสไฟฟ้า
33. กันเกาวิ้งมาเกาะกระดิ่งด้วยแรงอะไร
- แรงผลักของแม่เหล็กไฟฟ้า
 - แรงดึงดูดของแม่เหล็กไฟฟ้า
 - แรงผลักของสปริง
 - แรงดึงของสปริง

34. ขณะทีคัันเคาะวืงมาเคาะกระดืง จะเกิถเหตุการณัใดขึน
- กระแสไฟฟ้าไหลผ่านกระดืง
 - กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านกัันเคาะ
 - กระแสไฟฟ้าจะไหลมร่งที่สุถ
 - กระแสไฟฟ้าจะหยุดไหล
35. คัันเคาะวืงกลักลับมาได้เพราะสิ่งใด
- น้ำหนัถของฆน
 - มร่งสะทอนของกระดืง
 - มร่งมสัถของแม่เหล็ก
 - มร่งคืถของสปริง
36. ในกระดืงไฟฟ้าจุถสมผัสรีหน้าที่อะไร
- เบ็นสวืตวไฟฟ้า
 - รบัมร่งกัันเคาะ
 - ชว้ยคืถคัันเคาะ
 - ควมคุมคัันเคาะ
37. ในกระดืงไฟฟ้าถาจุถสมผัสเมื่อกัันไปเมื่อกัันคสวืตวจะเบ็นอย่่างไร
- กระดืงจะคังรวัชา ๆ
 - กระดืงจะคังกรั้งเด็ยว
 - กระดืงจะคังปกคื
 - กระดืงจะรวัอย่่างมร่ง
38. ถาจุถสมผัสในกระดืงไฟฟ้าอย่่างกััน เมื่อกัันคสวืตวจะเบ็นอย่่างไร
- กระดืงจะคังรวัชา ๆ
 - กระดืงจะคังกรั้งเด็ยว
 - กระดืงจะไม่คังเลย
 - กระดืงจะคังปกคื

39. ถ้าเราต่อกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านแม่เหล็กไฟฟ้าในกระดิ่งเพียงอย่างเดียว แล้วกดสวิตช์ จะเป็นเช่นไร
- ก. กระดิ่งจะดังรัวๆ
 - ข. กระดิ่งจะไม่ดังเลย
 - ค. กระดิ่งจะดังเป็นปกติ
 - ง. กระดิ่งจะดังครั้งเดียว
40. การนำกระแสไฟฟ้าช็อต ที่อาจทำให้กระแสไฟฟ้าชำรุดเสียหาย
- ก. กดพอสบนควรวลปลั๊ก
 - ข. กดแล้วรีบปลั๊กทันที
 - ค. กดสั้น ๆ ซ้ำกันหลายครั้ง
 - ง. กดกระดิ่งให้ดังติดต่อกันนานมาก ๆ
41. เทอร์โมสแตตคือเครื่องมือที่ทำอะไร
- ก. ควบคุมกระแสไฟฟ้าให้ไหลมากน้อยตามความต้องการ
 - ข. ควบคุมอุณหภูมิให้สูงต่ำตามต้องการ
 - ค. จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้เตารีดตามต้องการ
 - ง. จ่ายพลังงานความร้อนแก่เตารีดตามต้องการ
42. เทอร์โมสแตตหลักจะไรในการทำงาน
- ก. การปรับระดับกระแสไฟฟ้า
 - ข. การควบคุมด้วยกระแสไฟฟ้า
 - ค. การขยายตัวของโลหะ
 - ง. การเหนี่ยวนำไฟฟ้า
43. เมื่ออุณหภูมิเตารีดสูงเกินไป เทอร์โมสแตตจะทำหน้าที่อย่างไร
- ก. ตัดวงจรไฟฟ้าในเตารีด
 - ข. ตัดวงจรไฟฟ้าในเตารีด
 - ค. ดูดความร้อนออกจากเตารีด
 - ง. ระบายความร้อนออกจากเตารีด

44. เมื่ออุณหภูมิของเทอร์มิคเริ่มเกินไป เทอร์โมสแตทจะทำหน้าที่อย่างไร

ก. จ่ายพลังงานความร้อนให้เทอร์มิค

ข. ตัดวงจรไฟฟ้าในเทอร์มิค

ค. ต่อวงจรไฟฟ้าในเทอร์มิค

ง. แรงกระแสไฟฟ้าให้มากขึ้น

45. ในขณะที่เรารีดผ้ากระแสไฟฟ้าจะไหลอย่างไร

ก. กระแสไฟฟ้าจะไหล ๆ หยุด ๆ

ข. กระแสไฟฟ้าจะไหลอย่างสม่ำเสมอ

ค. กระแสไฟฟ้าจะไหลน้อย ๆ เพื่อไม่ให้ร้อนเกินไป

ง. กระแสไฟฟ้าจะไหลมาก ๆ เพราะต้องใช้ความร้อนมาก

46. เหตุผลสำคัญที่ต้องใช้เทอร์โมสแตทในเตารีดไฟฟ้าคือ

ก. เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าไหลมากเกินไป

ข. เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลสม่ำเสมอ

ค. เพื่อป้องกันเสื้อผ้าไหม้เสียหาย

ง. เพื่อให้เทอร์มิคมีคุณภาพดีขึ้น

47. แผนฐานเทอร์มิคมีหน้าที่อะไร

ก. เป็นตัวให้ความร้อนแก่เสื้อผ้า

ข. เป็นตัวทำให้เกิดความร้อน

ค. เป็นตัวเพิ่มความร้อนให้มากขึ้น

ง. เป็นที่ติดตั้งเทอร์โมสแตท

48. ถ้าเราหมุนนอตที่ปลายบนของแท่งเหล็กให้ลึกลงไปจะเกิดผลเช่นไร

ก. เทารีดจะมีกระแสไฟฟ้าไหลมากขึ้น

ข. เทารีดจะมีกระแสไฟฟ้าไหลน้อยลง

ค. เทารีดจะมีอุณหภูมิต่ำมาก

ง. เทารีดจะมีอุณหภูมิสูงมาก

49. แผ่นทองเหลืองหรือแผ่นโลหะรองแผ่นในเตารีดไฟฟ้ามีหน้าที่เป็นอะไร

- ก. เป็นสวิตช์ไฟฟ้าในเตารีด
- ข. เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิของเตารีด
- ค. เป็นตัวควบคุมความร้อนของเตารีด
- ง. เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เตารีด

50. ถาแท่งเหล็กในเตารีดไฟฟ้าหักออกจากกัน

- ก. เตารีดจะไม่ร้อนเลย
- ข. เตารีดจะร้อนจัดและเย็นจัดสลับกัน
- ค. เตารีดจะร้อนขึ้นเรื่อย ๆ จนร้อนจัดมาก
- ง. เตารีดจะร้อนอยู่ระดับปานกลางโดยไม่สามารถปรับได้

51. เครื่องส่งโทรเลขเราเรียกว่าอะไร

- ก. สะพานไฟฟ้า
- ข. เครื่องส่งรหัส
- ค. อาร์เมเจอร์
- ง. คันเคาะ

52. เครื่องรับโทรเลขประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- ก. ขดลวดกับขั้วลวดนิยัม
- ข. ขดลวดกับแผ่นสังกะสี
- ค. ขดลวดกับแผ่นเหล็ก
- ง. ขดลวดกับคันเคาะ

53. การเคาะโทรเลขมีกี่แบบ

- ก. 4 แบบ
- ข. 3 แบบ
- ค. 2 แบบ
- ง. 1 แบบ

54. การส่งโทรเลขจะต้องนำข้อความมาทำอย่างไรเสียก่อน ถึงจะส่งไปได้
- จัดวรรคตอนให้ถูกต้อง
 - นำมาถอดกระหัด
 - นำมาเรียงถอยคำ
 - นำมาเข้ารหัส
55. เมื่อเครื่องรับได้รับสัญญาณจะต้องทำสิ่งใดก่อน
- นำมาแต่งสำนวน
 - แก้คำผิด
 - นำมาถอดกระหัด
 - นำมาเข้ารหัส
56. การเคาะทางเครื่องลงทำให้เกิดสิ่งใดทางเครื่องรับ
- เกิดเสียง
 - เกิดข้อความ
 - เกิดตัวเลข
 - ถูกทุกข้อ
57. รหัสที่รับส่งโทรเลขคือรหัสอะไร
- รหัสโทรเลข
 - รหัสของมอร์ส
 - รหัสสากล
 - รหัสของเอิร์ทซ์
58. ในการรับส่งโทรเลขจริง ๆ 1 ชุด จะมีสายทอดถึงกันกี่สาย
- 1 สาย
 - 2 สาย
 - 3 สาย
 - 4 สาย

59. เครื่องรับส่งโทรเลขใช้หลักอะไรในการทำงาน

ก. การเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าให้เป็นเสียง

ข. การส่งเสียงผ่านตัวนำ

ค. การเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ง. การทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กโดยใช้ไฟฟ้า

60. เครื่องส่งโทรเลขเปรียบเสมือนอะไรกับสิ่งเหล่านี้

ก. เครื่องถอกระดาษ

ข. เครื่องเข้กระดาษ

ค. สวิตช์ไฟฟ้า

ง. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า