หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์โดยการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง

ชื่อและนามสกุลผู้วิจัย นางวีณา ริงคะนานนท์

แขนงวิชา หลักสูตรและการสอน

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์

คณะอาจารย์ที่ปรึกษา ๑. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา
๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์
๓. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง

ปีการศึกษา ๒๕๓๘

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. โดยไม่ใช้แบบฝึก การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi - experimental research) ซึ่งใช้รูปแบบการวิจัยแบบศึกษากลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมวัดก่อนหลังการทดลอง (Pretest - Posttest Design with Nonequivalent Group)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2537 จำนวน 96 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 2 ห้องเรียน โดยวิธีพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 ที่มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายให้กลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองมีจำนวน 48 คน และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุมมีจำนวน 48 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เครื่องมือทดลองเป็นแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2 เท่ากับ 80 / 80 มีค่าเท่ากับ 81.06 / 80.05 และเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบคู่ขนาน

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้[2]วิจัยสร้างขึ้น ค่าความเชื่อมั่นฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 0.85 และ 0.86 ตามลำดับ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค่าความเชื่อมั่น 0.85 และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่าความเชื่อมั่น 0.79 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ t - test

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ กลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง และการเรียนแบบกำหนดแนวทาง

Title : Science Achievement , Science Process Skills and Scientific Attitudes of Mathayomsuksa V Non - Science Students by Unstructured and Structured Learning
By : Mrs.Wena Ringkananont
Degree : Master of Education
Major Field : Curriculum and Instruction
School of : Educational Studies
Thesis Advisors : 1. Assistant Professor Dr.Pachara Davivongse
2. Assistant Professor Tweesak Chindanurak
3. Assistant Professor Dr.Sununt Sung - ong
Academic year : 1995

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the science learning achievement, science process skills and scientific attitudes of mathayomsuksa V non-science major students comparing between the experimental group who studied science through unstructured learning by using supplementary exercises and the controlled group who studied science through structured learning of I.P.S.T. without supplementary exercises. This research is quasi-experimental by using pretest-posttest Design with Nonequivalent Group.

The subjects in the study consisted of mathayomsuksa V students studying in Sura Nari Withaya school during the second semester of 1994 academic year. According to the proficiency in general-science of students who studied during the second semester of 1993 academic year and of those who studied during the first semester of 1994 academic year was not significant different at .05. The researcher used simple random sampling to classify the experimental group student :-48 and the controlled group students :-48.

The instruments for the study were the experimental equipments were supplementary exercises devised by the researcher to increase science process skills. These exercises had efficiency of 81.06 / 80.05 based on standard criterion E1 / E2 = 80 / 80 . The instruments for collecting data were : The concurrent learning achievement tests devised by the researcher which had the KR-20 reliability index of pretest = 0.85 , posttest = 0.86 . The science process skills achievement test had the reliability index of 0.85. The scientific attitudes test had the reliability index of 0.79 . The t-test was used to analyze the data of this study.

The result of this study indicated that there was no significant difference in science learning achievement between the experimental group and the controlled group. The experimental group was better than the controlled group in the science process skills achievement test and their scientific attitudes. The posttest scores of the experimental group science process skills achievement and scientific attitudes were higher than those of the pretest scores at the .05 level of statistical significance.

Key words Science achievement , Science Process Skills , Scientific Attitudes , Unstructured learning and Structured learning

กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุนันท์ สังข์อ่อง ที่กรุณาให้แนวทางในการศึกษา ตรวจต้นฉบับโดยละเอียดทุกขั้นตอน ให้คำแนะนำด้านการใช้สถิติ ให้ข้อคิดเห็นและคำปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์โชคชัย อัศวินชัย อาจารย์มาโนช วาทะพุกกณะ อาจารย์อัญชัญ มาตรเลี่ยม อาจารย์สุรินทร์ เทพสวัสดิ์ อาจารย์เรณู รัชนาลักษณ์ อาจารย์นนท์ศุกรีย์ สมัครค้า ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจและประเมินผลเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ อาจารย์โสภา พิทักษ์วงศ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำเรื่องการใช้ภาษาอังกฤษทั้งหมด

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสุรนารีวิทยาจังหวัดนครราชสีมา ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านกลุ่มตัวอย่าง เพื่อดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล อาจารย์คณิต ธัญญภูมิ ที่กรุณาให้แนวทางในการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูล ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อทวีและคุณแม่สุวรรณา ริงคะนานนท์ ที่กรุณาส่งเสริมสนับสนุนให้กำลังใจมาโดยตลอด และเด็กหญิงวิชยา ริงคะนานนท์ ที่เป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้

วีณา ริงคะนานนท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	4
สมมติฐานการวิจัย	4
ข้อตกลงเบื้องต้น	5
นิยามศัพท์	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	8
ความหมายของวิทยาศาสตร์	8
จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์	10
ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์	12
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	14
ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	15
เจตคติทางวิทยาศาสตร์	18
การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง	21
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	38
กลุ่มตัวอย่าง	38
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
ตัวแปรในการวิจัย	42

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รูปแบบการวิจัย 43 การเก็บรวบรวมข้อมูล 43 การวิเคราะห์ข้อมูล 44

สถิติที่ใช้ในการวิจัย 45

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล 47

บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 53

สรุปการวิจัย 53

อภิปรายผลการวิจัย 55

ข้อเสนอแนะ 57

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 59

บรรณานุกรม 60

ภาคผนวก 70

ภาคผนวก ก. การหาประสิทธิภาพแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 71

ภาคผนวก ข. การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 75

ภาคผนวก ค. การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล 85

ภาคผนวก ง. แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 102

ภาคผนวก จ. แผนการเรียนแบบกำหนดแนวทาง (ตามวิธีของ สสวท.) 202

ภาคผนวก ฉ. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 211

ภาคผนวก ช. ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 236

ภาคผนวก ซ. ตัวอย่างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 241

ภาคผนวก ฌ. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 244

ประวัติผู้เขียน 246

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 แสดงตัวอย่างการกำหนดจำนวนขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 13

2 แสดงความแตกต่างระหว่างการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบกำหนดแนวทางโดยไม่ใช้แบบฝึกตามวิธีการของ สสวท. 22

3 ค่า t (t - test) ของคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 48

4 ค่า t (t - test) ของคะแนนความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 49

5 ค่า t (t - test) ของคะแนนความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 50

6 ค่า t (t - test) ของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับ หลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง 51

7 ค่า t (t - test) ของคะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับ หลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง 52

ตารางผนวกที่

1 ประสิทธิภาพของแบบฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขั้นภาคสน 73

2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับทดสอบก่อนเรียน (Pretest) 77

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
3	อัตราส่วนที่นักเรียนตอบถูก (p) และอัตราส่วนที่นักเรียนตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	79
4	แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับทดสอบหลังเรียน (Posttest)	81
5	อัตราส่วนที่นักเรียนตอบถูก (p) และอัตราส่วนที่นักเรียนตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	83
6	คะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	86
7	คะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	88
8	คะแนนความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	90
9	คะแนนความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	92
10	คะแนนความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง	94
11	คะแนนความก้าวหน้าของเตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม	96
12	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง	98
13	คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) หลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง	100

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีส่วนประกอบสำคัญอยู่ 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริงมโนมติ หลักการ กฎ ทฤษฎี และสมมติฐาน ส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และส่วนที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรจึงมุ่งให้ผู้เรียนได้ครบส่วนประกอบที่สำคัญทั้ง 3 ส่วน ซึ่งจะเห็นได้จาก การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรของ สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยกิจกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือการทดลองและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ซึ่งในระหว่างการทดลอง นักเรียนก็จะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา 2536 : 9 - 15) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับมาจากการที่นักวิทยาศาสตร์นำเอาวิธีการเฉพาะไปใช้ วิธีการเฉพาะนั้นก็คือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือพบเห็นปัญหาที่จะต้องค้นคว้าหาคำตอบในขั้นแรกเขาจะต้องบ่งชี้ปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นก็กำหนดวิธีการทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวเหล่านั้น ทำการทดลองสังเกตจนได้ข้อมูลนำมารวบรวมไว้เป็นสรุปผลของการทดลองและคำตอบของปัญหาในการแสวงหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาโดยกระทำตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นผู้ศึกษาจะต้องมีความสามารถในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดเป็นทักษะเรียกว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) นอกจากนี้ยังพบว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์จะต้องอาศัยประสบการณ์การสังเกต การทดลอง และความสนใจคิดค้น อันมีเหตุผลเป็นสำคัญ นักวิทยาศาสตร์จะไม่เชื่ออะไรง่ายๆโดยไม่มีเหตุผลหรือปราศจากข้อมูล การที่นักวิทยาศาสตร์จะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาหาความรู้ได้ผลดีเพียงใดหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการคิดการกระทำซึ่งอาจถือเป็นอุปนิสัยของนักวิทยาศาสตร์ผู้นั้นด้วย การคิดและการกระทำนี้เราเรียกว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes)

เนื่องจากจุดมุ่งหมายของหลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนได้องค์ประกอบของวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ส่วนครบถ้วน คือ เนื้อหาความรู้ กระบวนการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเห็นได้จากการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรของ สสวท. ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันอาศัยกิจกรรมที่สำคัญ 2 ประการ คือ การทดลองและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน ในระหว่างการทดลองนักเรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดลองในแบบเรียนของ สสวท. เป็นการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (Structured laboratory) ประกอบด้วยคำแนะนำปฏิบัติการและคำถามที่มุ่งให้นักเรียนหาความรู้จากการทดลองในระหว่างการทดลองนักเรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการอภิปรายและการสรุปซึ่งนำไปสู่แนวความคิดการค้นพบคำตอบและสรุปหลักเกณฑ์ ส่วนการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนเป็นการกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจมองเห็นปัญหาและเกิดแนวความคิดค้นคว้าหาคำตอบ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญประการแรกของการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการทดลองและการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของหลักสูตรที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดกับเยาวชนในสังคมข้อมูลข่าวสารที่ความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการปรับเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว เยาวชนจะสามารถปรับตัวรับสถานการณ์นั้นได้อย่างเหมาะสมและไม่เกิดภาวะฟิวเจอร์ช๊อค (Future shock) การเรียนการสอนต้องปรับเปลี่ยนจากการท่องจำเนื้อหาเป็นการค้นคว้าหาเหตุผลและแสวงหาคำตอบด้วยตนเองตามกระบวนการที่มีระบบเรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่เหมาะสมของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ควรเริ่มต้นจากการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง (Structured activity)ให้นักเรียนเกิดความชำนาญและเข้าใจในการดำเนินกิจกรรมตามคู่มือการทดลองเสียก่อน จากนั้นจึงค่อยๆผ่อนกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางลงทีละเล็กละน้อย โดยครูเริ่มให้นักเรียนคิดเองบางอย่างจนในที่สุดเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการค้นคว้าหาความรู้แล้ว จึงมาถึงกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured activity) ต่อไปโดยนักเรียนจะต้องวางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาคำตอบเองซึ่งเป็นจุดมุ่งหมายปลายทางของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

บรูเนอร์ (Bruner อ้างถึงในกิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์ 2532 : 32) ชี้ว่าผลจากการที่นักเรียนได้รับภายหลังจากการค้นพบด้วยตนเองจะให้ผลในแง่ความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motive) ที่ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นกระหายอยากได้องค์ความรู้หรือแสวงหาทางแก้ปัญหาโดยใช้สติปัญญาของเขาเองอย่างเต็มที่

เนื่องจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. มา 4 ปี (ม.1 - ม.4) คุ้นเคยกับการกระทำตามคู่มือการเรียนซึ่งมีลักษณะเป็นแบบกำหนดแนวทาง (Structured learning) จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างแบบฝึกใช้ในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง เพื่อเพิ่มความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ แบบฝึกนี้มีลักษณะเป็นการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured learning) คือ ครูกำหนดสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาแล้วให้นักเรียนกำหนดปัญหา ระบุตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูลและสรุปผลด้วยตนเอง วิธีการดังกล่าวเป็นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหานักเรียนจะกระทำขั้นตอนเหล่านั้นได้ดีเพียงใดขึ้นอยู่กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองและค้นพบคำตอบของปัญหาด้วยตนเองแล้วน่าจะทำให้นักเรียนรู้จักนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นๆได้ดีขึ้นรวมทั้งมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้นด้วย ปัจจัยเหล่านี้จะช่วยเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิธีการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Posttest) กับก่อนเรียน (Pretest) ของกลุ่มทดลอง

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1.ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยศึกษาเป็นทักษะขั้นบูรณาการ 4 ทักษะ คือทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปไม่รวมทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

2. ประชากรในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ (Non - science students)

3. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

3.1 ตัวแปรต้น คือ การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง

3.2 ตัวแปรตาม คือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.3 ตัวแปรควบคุม คือ เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกของ สสวท. ความเท่าเทียมของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง มีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบกำหนดแนวทาง

2. นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง มีความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกำหนดแนวทาง

3. นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง มีความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบกำหนดแนวทาง

4. นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. นักเรียนที่เรียนจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. กลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานทั้ง 8 ทักษะไม่แตกต่างกัน

2. แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ 6 ท่าน และผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2 เท่ากับ 80 / 80 แล้ว

นิยามศัพท์

การวิจัยครั้งนี้มีศัพท์ที่ผู้วิจัยใช้ในความหมายที่กำหนดขอบเขตเฉพาะดังนี้ คือ 1. แบบฝึก หมายถึง แบบฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบให้ข้อมูลบางส่วนแล้วมีกิจกรรมให้นักเรียนทำ

2. การแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แก้ปัญหาในการเรียนการสอน

3. การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured Learning) หมายถึง วิธีการเรียนที่ผู้เรียนเรียนโดยใช้แบบฝึก ครูกำหนดสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหา แล้วนักเรียนกำหนดปัญหา ระบุตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูลและสรุปผลได้ด้วยตนเอง วิธีการดังกล่าวเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. การเรียนแบบกำหนดแนวทาง (Structured Learning) หมายถึง การเรียนตามแบบที่ สสวท.กำหนดประกอบด้วยคำแนะนำปฏิบัติการและคำถามที่มุ่งให้นักเรียนหาความรู้จากการทดลอง ในระหว่างการทดลองนักเรียนจะใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่แนวความคิดการค้นพบคำตอบและสรุปหลักเกณฑ์ ส่วนการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียนเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจมองเห็นปัญหาและเกิดแนวความคิดค้นคว้าหาคำตอบ(สสวท. 2520)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. กลุ่มทดลอง หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 คน และได้เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. กลุ่มควบคุม หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 48 คน และได้เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบกำหนดแนวทางตามแบบของสสวท. โดยไม่ใช้แบบฝึก

8. เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific attitudes) เป็นคุณลักษณะอย่างหนึ่งที่กำหนด การแสดงพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์ในกระบวนการแสวงหาความรู้ (ทบวง-มหาวิทยาลัย 2525) แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์เจตคติที่เกี่ยวกับการยอมรับความคิดใหม่ๆและเจตคติที่เกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

9. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills) หมายถึง ทักษะที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการค้นคว้าหาคำตอบของปัญหามี 13 ทักษะ โดยแบ่งออกเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน กับทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ การวิจัยครั้งนี้เน้นทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ 4 ทักษะ ดังจะกล่าวถึงต่อไปนี้

9.1 ทักษะการตั้งหรือสร้างสมมติฐาน (Formulating hypotheses) หมายถึงการสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรล่วงหน้าก่อนที่จะทำการทดลองโดยอาศัยความรู้ประสบการณ์เดิมและการรวบรวมข้อมูล

9.2 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Indentifying and controlling variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในสมมติฐานหนึ่งตัวแปรอิสระคือตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดผลนั้นหรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าก่อให้เกิดผลเช่นนั้นจริงหรือไม่ ตัวแปรตามคือตัวแปรที่เป็นผลเนื่องมาจากตัวแปรอิสระ เมื่อตัวแปรอิสระเปลี่ยนไปตัวแปรตามจะแปรตามไปด้วย การควบคุมตัวแปรหมายถึง การควบคุมตัวแปรอิสระอื่นๆที่เกี่ยวข้องแต่ยังไม่ต้องการศึกษา

9.3 ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง การทดสอบสมมติฐานซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ การใช้เครื่องมือได้อย่างถูกต้อง การรวบรวมข้อมูล การจัดทำและสื่อความหมายข้อมูล และอาจ

หมายรวมถึงการปรับปรุงแก้ไขหรือตั้งสมติฐานใหม่เมื่อผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่ตั้งสมมติฐานไว้

9.4 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลหรือตัวแปรที่ได้จากการทดลอง ส่วนการลงข้อสรุปหมายถึงการนำเอาความหมายของข้อมูลที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สามารถใช้การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางเพื่อปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแก้ปัญหาอย่างมีระบบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.สามารถใช้การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางในการวางแผนการสอนของครูช่วยให้สร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนที่สนับสนุนการเรียนรู้และสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบ ความก้าวหน้าของ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. ผู้วิจัยจึงศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังได้นำรายละเอียดจากการศึกษาเสนอต่อไปนี้

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์
2. จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์
3. ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
5. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของวิทยาศาสตร์

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สามส่วนได้แก่ ส่วนที่เป็นเนื้อหาส่วนที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนเนื้อหา ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎสมมติฐานและทฤษฎี สิ่งเหล่านี้มิได้เกิดขึ้นเองแต่ได้มาจากการที่มนุษย์สนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่เป็นปัญหาโดยใช้กระบวนการต่างๆในการหาคำตอบของปัญหานั้น ถึงแม้กระบวนการต่างๆที่มนุษย์นำมาใช้จะมีความแตกต่างกันแต่มีลักษณะร่วมกันอยู่บ้างคือ สามารถจัดให้เป็นขั้นตอนได้วิทยาศาสตร์ก็อยู่ในลักษณะดังกล่าวนี้ขั้นตอนต่างๆที่ใช้ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา 2536 : 9-15)

เนเจล (Nagel อ้างถึงในกิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์ 2524 : 14) ได้ขียนไว้ในบทหนึ่งของหนังสือเรื่อง โครงสร้างของวิชาวิทยาศาสตร์ (The Structure of Science) ว่าวิทยาศาสตร์คือผลลัพธ์ที่ได้มาจากระบบของการค้นคว้าสืบเสาะซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์เรา

มอริส (Moris อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และ ละออ แสนศักดิ์ 2524 : 15-16) กล่าวว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราว หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการค้นคว้าหาความลี้ลับของธรรมชาติโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งอาศัยพื้นฐานจากคำถาม 3 ประการด้วยกัน คือ

1.1 **มีอะไรเกิดขึ้นบ้าง** (What question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดตามสภาพที่เป็นจริง นักวิทยาศาสตร์จะต้องสังเกตแล้วบันทึกผลไว้เป็นข้อมูลเบื้องต้น

1.2 **เกิดขึ้นได้อย่างไร** (How question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้ลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่าอะไรเกิดขึ้นก่อนหลังมีกระบวนการอย่างไร นอกจากนี้ยังถามหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องนั่นคือการถามหาสมมติฐานด้วย ซึ่งเป็นการคาดคะเนคำตอบของปัญหา เมื่อได้ทำการทดลองค้นคว้าหาคำตอบแล้วจะได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ออกมา

1.3 **ทำไมจึงเกิดขึ้น** (Why question) คำถามนี้จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ค้นหาคำอธิบายเพื่อสร้างกฎหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และเพื่ออธิบายปรากฏการณ์นั้นๆ เช่น ทำไมเหล็กเมื่อเป็นแม่เหล็กจึงมีอำนาจดึงดูด

จากคำถามทั้งสามประการดังกล่าวจะเป็นกุญแจสำคัญที่จะทำให้นักวิทยาศาสตร์ได้คำตอบของปัญหา ได้ค้นพบความจริงของธรรมชาติ เป็นความรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์ เช่น ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ สมมติฐานและทฤษฎี จึงกล่าวได้ว่าความหมายของวิทยาศาสตร์เป็นทั้งตัวความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นวิธีการหรือกระบวนการที่ได้ความรู้นั้นมา

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ ได้ให้ความหมายของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ที่ได้สะสมและจัดระบบไว้ และความรู้นี้ได้มาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติ ความก้าวหน้าของนักวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏมิได้เพียงแต่มาจากความรู้ที่สะสมไว้เท่านั้น แต่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย (สุจินต์ วิศวธีรานนท์ 2536 : 1-2)

จากแนวความคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมานั้น พอสรุปความหมายของวิทยาศาสตร์ได้ว่าวิทยาศาสตร์คือ เนื้อหาความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ สมติฐานและทฤษฎี เกิดจากการศึกษาค้นคว้าปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตาม

ธรรมชาติ การศึกษาค้นคว้านั้นใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นวิทยาศาสตร์จึงหมายถึง เนื้อหาความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2. จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์

สำหรับจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องให้ครอบคลุมและสอดคล้องกับความหมายของวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงกล่าวคือ จะต้องให้ผู้เรียนได้รับทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้เหล่านั้น

วูเบิร์น (Wooburn อ้างถึงใน สุนันท์ สังข์อ่อง 2526) กล่าวว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่จะเป็นการศึกษาเนื้อหาวิชาหรือข้อเท็จจริงต่างๆแต่ก็ยังมุ่งที่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการเสาะแสวงหาความรู้ใหม่และในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังมุ่งเน้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย ดังนั้นการกำหนดจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์จึงมิใช่แต่เพียงการถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังมุ่งเน้นในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถความรู้สึกมั่นใจและเตรียมให้ผู้เรียนรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุดเพื่อที่จะได้นำความรู้ไปใช้ปรับปรุงคุณภาพของชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ องค์ประกอบในการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดคุณสมบัติดังกล่าวได้แก่ การสอนทักษะการสืบเสาะหาความรู้เจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สอดคล้องกับที่ ธีระชัย ปุรณโชติ ได้กล่าวไว้ว่าวิทยาศาสตร์ที่แท้จริงนั้นต้องประกอบด้วยเนื้อหาวิชาและกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้นั้นๆ การสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิมมองและเน้นวิทยาศาสตร์ในด้านเนื้อหาวิชาความรู้ ได้แก่ข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ กฎ สมมติฐานและทฤษฎี ดังนั้นการระบุจุดประสงค์ในการสอนจึงเน้นแต่เรื่องของความรู้ ส่วนสมรรถภาพทางด้านความคิดอันประกอบด้วยการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะไม่ค่อยคำนึงถึง ดังนั้นจึงเป็นการมอง วิทยาศาสตร์แต่เพียงด้านเดียว สำหรับหลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์แนวใหม่ถือว่าความรู้ วิทยาศาสตร์มิใช่จุดหมายปลายทางที่ต้องการจะไปถึง แต่ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเพียงสะพานที่จะให้นักเรียนเดินไปสู่จุดหมายปลายทางที่ต้องการคือสมรรถภาพด้านความคิด ดังนั้น การสอนวิทยาศาสตร์แนวใหม่จะเน้นในด้านพัฒนาความคิด หรือด้านกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสะพานทอดไปสู่จุดหมายนั้น ซึ่งจะเป็นทาง สายกลางที่จะเข้าถึงวิทยาศาสตร์ครบถ้วนทั้งสามด้านอย่างแท้จริง (ธีระชัย ปุรณโชติ 2517 : 40-50)

การกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไปของวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการนั้น จะไม่นิยมระบุการกระทำของครูแต่ระบุการกระทำของนักเรียนเป็นหลัก ดังที่ The National Society for the Study of Education (NSSE) ได้ตั้ง จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานได้ว่า

1. เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ความจริงทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้นักเรียนมีความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้นักเรียนได้รู้หลักวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ
5. เพื่อให้นักเรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา
6. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
7. เพื่อให้นักเรียนมีความพอใจและซาบซึ้งในวิทยาศาสตร์
8. เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจทางวิทยาศาสตร์

สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2533 ได้รับการพัฒนาจาก สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีจุดมุ่งหมายทั่วไปดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ 2533)

1. เพื่อให้เข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยอาศัยเหตุผลและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้
3. เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้องและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เข้าใจปัญหา และมองเห็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิต การพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

กล่าวโดยสรุปคือ จุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งที่จะให้นักเรียนได้รับความรู้ทั้งในด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปพร้อมๆกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการพัฒนาสมรรถภาพทางความคิดและการค้นหาเหตุผลเพื่อเสาะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ได้ด้วยตัวเองรวมทั้งให้สามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันเมื่อบรรลุถึงจุดมุ่งหมายส่วนนี้ แล้วเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียนก็จะเกิดตามมาด้วย

3. ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากแนวความคิดในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นที่รู้จักแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้ พัฒนาการของแนวความคิดนี้สืบเนื่องมาจากการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) มาใช้ในการเรียนการสอน

ดิวอี้ (Dewey อ้างถึงใน สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523) ได้เสนอความคิดให้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยในปี พ.ศ.2458 ดิวอี้เสนอว่าการเรียนการสอนควรให้นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการกระทำจริงๆเพื่อให้นักเรียนได้คิด การคิดนี้ควรเป็นไปตามลำดับขั้นตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์และในการเรียนการสอนก็ควรใช้ที่เป็นลำดับขั้นเช่นเดียวกันความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในสมัยนั้นเห็นว่าการทำงานทางวิทยาศาสตร์จะเป็นไปตามขั้นตอนตามลำดับซึ่งดิวอี้ได้นำเสนอไว้เป็นวิธีการเรียนการสอนดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา
2. ขั้นสังเกต
3. ขั้นตั้งสมมติฐาน
4. ขั้นทดสอบสมมติฐาน

ดังนั้นวิธีการทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในฐานะเป็นจุดมุ่งหมายประการหนึ่งในการเรียนการสอนวิทยาสาสตร์ ดังที่ ในปี พ.ศ. 2492 เ ดรสเซล (Dressel อ้างถึงใน สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523) ได้ศึกษาการวัดจุดมุ่งหมายเหล่านี้โดยการระบุผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นจากการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าวไว้ 4 ประการคือ

1. การระบุและการแก้ปัญหา
2. การกำหนดสมมติฐานและการเลือกวิธีทดสอบสมมติฐาน
3. การวิเคราะห์หรือการประเมินวิธีการทดลอง ข้อมูล ข้อสรุป และการตีความหมายสิ่งเหล่า
4. การเคารพในสภาพความเป็นจริง

ในการศึกษาวิทยาศาสตร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ศึกษาจะต้องเข้าใจและทราบถึง ขั้นตอนต่างๆของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้น สุจินต์ วิศวธีรานนท์ ได้กล่าวว่า มีผู้ค้นหาการทำงานของนักวิทยาศาสตร์และกำหนดเป็นขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีจำนวนขั้นตอนที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแม้ว่าจำนวนขั้นตอนจะแตกต่างกันแต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็มีหลักการหรือแนวความคิดเป็นแบบเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 (ธีรชัย ปูรณโชติ 2536 : 49)

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการกำหนดจำนวนขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

6 ขั้นตอน	5 ขั้นตอน	4 ขั้นตอน
1. กำหนดปัญหา	1. กำหนดปัญหา	1. กำหนดปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน	2. ตั้งสมมติฐาน	2. ตั้งสมมติฐาน
3. ค้นหาวิธีทดสอบสมมติฐาน	3. ทำการทดลอง	3. รวบรวมข้อมูล
4. ทำการทดสอบสมมติฐานแล้ว สรุปผล	4. รวบรวมข้อมูล	4. สรุปผล
5. แก้ไขสมมติฐานถ้าจำเป็น	5. สรุป	
6. นำข้อสรุปไปใช้ในการแก้ปัญหา		

จากตัวอย่างที่แสดงในตารางนี้จะเห็นได้ว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีจำนวนขั้นตอนที่แตกต่างกันแต่มีหลักการทั่วไปคล้ายคลึงกัน คณะอนุกรรมการพัฒนาหลักสูตรและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย ได้สรุปไว้เป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทำการทดลองและรวบรวมข้อมูล
4. สรุปผล (คณะอนุกรรมการ พัฒนาหลักสูตรและ ผลิตวัสดุอุปกรณ์การ สอนวิทยาศาสตร์ทบวงมหาวิทยาลัย 2525)

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์พบว่าดิวอี้ (อ้างถึงใน สุรวุฒิสุชินโรจน์ 2523) เสนอให้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นวิธีที่นักเรียนได้รับประสบการณ์จากการลงมือกระทำจริง ดิวอี้ได้แบ่งวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไว้เป็นขั้นตอน ธีระชัย ปูรณโชติ กล่าวว่า มีผู้เสนอจำนวนขั้นตอนของวิธีการทางวิทยา

ศาสตร์ไว้ต่างกัน แต่ยังมีหลักการหรือแนวคิดเป็นแบบเดียวกัน (ธีระชัย ปูรณโชติ 2536 : 45 -50)

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ระยะแรกๆ ความคิดที่เกี่ยวกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และความเข้าใจวิธีการทำงานทางวิทยาศาสตร์หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นประเด็นสำคัญ เนื่องจากการสอนวิทยาศาสตร์ได้ใช้การปฏิบัติการทดลองเพื่อเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ดังนั้นในเวลาต่อมาจึงเริ่มมีการพิจารณาวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในแง่ทักษะขึ้น แต่ยังไม่แยกพิจารณาออกมาอย่างเด่นชัดยังคงจัดรวมๆไปกับจุดมุ่งหมายประการอื่นในการสอนวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จากในปีพ.ศ.2512 The National Society for the Study of Education (NSSE) ได้ระบุเป้าหมายในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะ ทัศนคติและความซาบซึ้ง ดังต่อไปนี้

1. การอ่านและการตีความข้อเขียนทางวิทยาศาสตร์ได้
2. รู้แหล่งข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์
3. ทำการทดลองที่เหมาะสมเพื่อทดสอบความคิดได้
4. สามารถใช้เครื่องมือและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์
5. รู้จักเลือกข้อมูลได้ตรงต่อปัญหาและกำหนดปริมาณข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้
6. สรุปลงความเห็นได้ถูกต้องสามารถทำนายโดยใช้ข้อมูลที่มีอยู่
7. รู้และสามารถประเมินค่าที่ตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิค และกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหา
8. สามารถแสดงความคิดออกมาได้ดี
9. รู้จักใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินกิจกรรมทางสังคม
10. แสวงหาความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดใหม่ๆจากความรู้ที่มีอยู่เดิมได้

ในเวลาต่อมาไม่นานวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้ถูกพิจารณาในแง่ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process)

โดแรน (Doran อ้างถึงใน สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523) กล่าวว่าสิ่งสำคัญ 2 ประการที่ทำให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นที่รู้จักแพร่หลายคือ

1. การพัฒนาหลักสูตร Science - A Process Approach (SAPA) โดย The American Association for the Advancement of Science (AAAS)

2. การประกาศสาระสำคัญซึ่งเป็นความเชื่อ พื้นฐานของ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในเอกสาร "จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ" (Theory Into Action) โดย National Science Teacher Association (NSTA)

2.1 วิทยาศาสตร์ดำเนินไปบนความเชื่อพื้นฐานที่ได้จากประสบการณ์ หลายศตวรรษว่าเอกภพจะไม่เปลี่ยนแปลงบ่อยๆและทันทีทันใด

2.2 ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตั้งอยู่บนการสังเกตตัวอย่างของสสาร ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยสาธารณะไม่ใช่เฉพาะบุคคล

2.3 วิทยาศาสตร์ดำเนินไปทีละเล็กละน้อยม้วาวิทยาศาสตร์จะมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ได้รับความเข้าใจที่เป็นระบบอย่างสมบูรณ์ในส่วนและลักษณะต่างๆ ของธรรมชาติ

2.4 วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ไม่จบหรือสิ้นสุดไปตลอดกาล จะมีสิ่งที่ถูกค้นพบอยู่ต่อไปเสมอเกี่ยวกับพฤติกรรมและความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในเอกภพ

จากข้อความดังกล่าวพอสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์ใช้การปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมส่วนหนึ่ง จึงมีการพิจารณาวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์แต่ยังจัดรวมไว้กับจุดมุ่งหมายด้านอื่น ต่อมาการพัฒนาหลักสูตรของ AAAS และการประกาศสาระสำคัญซึ่งเป็นความเชื่อพื้นฐานของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในเอกสาร จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ โดย NSTA ทำให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นที่รู้จักแพร่หลายขึ้น

5. ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์ กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็น.ในการใช้ สาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์ 2527 : 4)

ลัสแลนและสโตน (Luslan and Stone อ้างถึงใน ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์ 2527 : 14) กล่าวถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า คือการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นั่นเอง การปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การสังเกต การวัด การทดลองและการออกแบบการทดลอง การอธิบาย การสรุปหลักเกณฑ์ และการพิจารณาเหตุผลเชิงปรนัย

เวลช์ (Welch 1971 : 198) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าคือ "กิจกรรมหรือการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในการที่พยายามจะเข้าใจธรรมชาติ กิจกรรมเหล่านี้ตั้งอยู่บนความเชื่อพื้นฐานต่างๆ และได้รับการปฏิบัติไปตามความตระหนักในธรรมชาติของผลลัพธ์ศีลธรรม (Ethics) และเป้าหมายของศาสตร์ "

ปีเตอร์สัน (Peterson 1978 : 3) ได้นิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ (Operation of Scientific Inquiry) ซึ่งประกอบด้วยการสังเกต การตั้งคำถาม การทำการทดลอง การเปรียบเทียบ การสรุปอ้างอิง การสรุปหลักเกณฑ์ การสื่อความหมาย และการนำประโยชน์ไปใช้

ในปี พ.ศ.2514 The American Association for tha Advancement of Science (AAAS) ได้กำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตร SAPA ดังนี้

1. ทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน (The basic process skills) ประกอบด้วยทักษะต่างๆ 8 ทักษะ ดังนี้คือ

1.1 ทักษะการสังเกต (observing)

1.2 ทักษะการวัด (measuring)

1.3 ทักษะการใช้ตัวเลข (using number)

1.4 ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ (space / space relationship and space / time relationship)

1.5 ทักษะการจำแนก (classifying)

1.6 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (inferring)

1.7 ทักษะการทำนาย (predicting)

1.8 ทักษะการสื่อความหมาย (communicating)

2. ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการ (complex or integrated process skills) ประกอบด้วยทักษะต่างๆ 5 ทักษะดังนี้

2.1 ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulation hypotheses)

2.2 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (defining operationally)

2.3 ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (identifying and controlling variables)

2.4 ทักษะการทดลอง (experimenting)

2.5 ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เน้นตามแนวของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) ซึ่งกำหนดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสิ่งใหม่ๆมีทั้งหมด 13 ทักษะดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

เนื่องจากผู้วิจัยทำการทดลองฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสร์ โดยการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และมุ่งฝึกให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการแต่ไม่รวมทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยจึงกล่าวถึงเฉพาะทักษะกระบวนการขั้นบูรณาการเพียง 4 ทักษะโดยละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (formulating hypotheses)

สมมติฐานคือข้อความที่เป็นไปได้ที่ตั้งขึ้นโดยยังไม่มี การทดสอบรับรอง แต่ข้อความที่มีความเป็นไปได้ชั่วคราวนี้ใช้อธิบายปัญหาที่พบได้ หรือใช้บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้นๆได้

เนื่องจากสมมติฐานมิได้มีการทดสอบยืนยันว่าจริงหรือไม่ สมมติฐานจึงอาจผิดไปทั้งหมด ถูกทั้งหมด หรือถูกบ้างผิดบ้างก็ได้ในบางส่วน เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วก็จะต้องมีการทดสอบหาข้อมูลเพื่อทดสอบหาสมมติฐานนั้นๆ ถ้าข้อมูลได้ผลตรงข้ามกับสมมติฐานสมมติฐานนั้นก็จะถูกยกเลิกไป แต่ถ้าข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วนสมมติฐานก็จะถูกปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดสอบโดยการทดลองครั้งต่อๆไป สมมติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริง แล้วอาจกลายเป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีแล้วแต่กรณี

2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (indentifying and controlling variables)

ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การสังเกตอย่างรอบคอบ และเป็นระเบียบมีความสำคัญมาก เพราะเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จะเป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาอย่างละเอียดลึกซึ้งต่อไป การเป็นผู้ช่างสังเกตจะทำให้เป็นคนช่างคิดหาเหตุผลทำให้เกิดปัญหาขึ้นในใจ และถ้าสามารถระบุปัญหาได้ว่าอะไรคือปัญหา ก็จะช่วยให้ผู้นั้นตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆอีกหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการทดลองทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไป ปัจจัยต่างๆเหล่านี้เราเรียกว่าตัวแปร ผู้ศึกษาจะต้องมีทักษะในการแยกประเภทของตัวแปรต่างๆว่าเป็นประเภทใด ตัวแปรเหล่านี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ
(คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนฯ 2525)

2.1 ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น (independent variable) เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องการศึกษาหรือ เป็นตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่าจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆจริงหรือไม่

2.2 ตัวแปรตาม (dependent variable) เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไปตัวแปรตามจะเปลี่ยนตามไปด้วย

2.3 ตัวแปรควบคุม (controlled variable) คือตัวแปรต้นอื่นๆที่เรายังไม่สนใจศึกษาแต่อาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้น จึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อนทั้งนี้เพราะต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นเพียงชนิดเดียวเท่านั้น เพราะฉะนั้นการควบคุมตัวแปรจึงหมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่นๆที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม

3. ทักษะการทดลอง (experimenting)

การทดลองเป็นกระบวนการที่นำเอากระบวนการต่างๆได้แก่ การออกแบบการทดลองการเลือกวัสดุอุปกรณ์และการดำเนินการทดลองมาใช้เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งขึ้นว่าเป็นจริงหรือไม่ ก่อนการทดลองนั้นจะต้องมีปัญหาก่อนจากปัญหาจะทำให้แยกประเภทตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องว่ามีอะไรบ้างแล้วจึงเลือกตัวแปรที่เกี่ยวข้องนี้มาตั้งสมมติฐาน ต่อมาจึงถึงขั้นการออกแบบการทดลองเพื่อควบคุมตัวแปร เลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมแล้วดำเนินการทดลองต่อไป

4. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป (interpreting data and conclusion)

ทักษะการตีความหมายข้อมูลคือ ความสามารถในการที่จะบอกความหมายข้อมูลซึ่งอาจอยู่ในรูปตาราง กราฟ แผนภูมิ หรือรูปภาพต่างๆ รวมทั้งความสามารถในการบอกความหมายของข้อมูลในเชิงสถิติด้วย ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุปนั้นจึงเป็นการนำเอาความหมายของข้อมูล ที่ได้ทั้งหมดสรุปให้เห็นถึงความสัมพันธ์ภายในขอบเขตของการทดลองนั้นๆ

จากการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่าการแสวงหาความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์จะต้องมีการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบซึ่งเรียกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science process skills)

6. เจตคติทางวิทยาศาสตร์

สุนันท์ สังข์อ่อง ได้กล่าวถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด และยังช่วยให้เข้าใจถึงหลักวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพื้นฐานที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้สามารถปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดังนั้นเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงแตกต่างไปจากเจตคติโดยทั่วๆไป เพราะเจตคติทั่วๆไปเป็นความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้กระทำเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ (สุนันท์ สังข์อ่อง 2526)

6.1 **เจตคติที่ทำให้เกิดพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์**

แบ่งออกได้ดังนี้คือ

6.1.1 **ความอยากรู้อยากเห็น** หมายถึงความพึงพอใจของบุคคลที่เผชิญกับสถานการณ์ใหม่ๆคนที่มีลักษณะอยากรู้อยากเห็นจนเป็นคนที่ชอบซักถาม ชอบอ่าน ชอบความคิดริเริ่มใหม่ๆความอยากรู้อยากเห็นเป็นสิ่งเร้าทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้

6.1.2 **ความมีเหตุผล** ในขณะที่ความอยากรู้อยากเห็นทำให้เกิดการสืบเสาะหาความรู้ความมีเหตุผลจะเป็นตัวกำหนดแนวทางพฤติกรรมของนักวิทยาศาสตร์คนที่มีเหตุผลจะไม่เชื่อโชคลางจะพยายามอธิบายสิ่งต่างๆในแง่ของเหตุผล

6.1.3 **การไม่ด่วนลงข้อสรุปทันที** หมายถึงการไม่ด่วนตัดสินใจหรือลงข้ออสรุปในสิ่งใดสิ่งหนึ่งโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ

6.2 **เจตคติที่เกี่ยวกับการยอมรับความคิดเห็นใหม่ๆ** แบ่งออกได้ดังนี้คือ

6.2.1 **ความมีใจกว้าง** หมายถึงความเต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความคิดของตนและไม่มีความคิดว่าความจริงวันนี้จะเป็นความจริงที่แน่นอน แต่เชื่อว่าความจริงในวันนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ในอนาคต

6.2.2 **การใช้ความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์** หมายถึงความพยายามที่จะหาข้อมูลสนับสนุนหลักฐานหรือข้ออ้างอิงต่างๆก่อนจะยอมรับความคิดเห็นใดๆ จะรู้จักโต้แย้งและหาหลักฐานสนับสนุนความคิดของตนเอง

6.2.3 **การมีจุดมุ่งหมาย** หมายถึงความพอใจที่จะยอมรับข้อสรุปที่มีข้อมูลสนับสนุนหรือได้รับการทดสอบแล้ว

6.2.4 **ความซื่อสัตย์** หมายถึง ความพอใจที่จะแสวงหาความรู้โดยการค้นคว้าทดลองโดยปราศจากอคติหรือความรู้สึกส่วนตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง และตีความหมายหรือเสนอผลงานการค้นพบตามความเป็นจริง โดยไม่ยอมอยู่ใต้อิทธิพลของสังคมเศรษฐกิจ และการเมือง

6.3 **เจตคติเกี่ยวกับโลกทัศน์ของแต่ละบุคคล** คือการยอมรับในข้อจำกัด หมายถึงการยอมรับในข้อจำกัดของการแสวงหาความรู้ความจริงที่ค้นพบในวันนี้ อาจเปลี่ยนแปลงได้ในวันหน้า

การสอนให้เกิดเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์ จะต้องผ่านกระบวนการ สอนที่ถูกต้องวิธีสอนให้เกิดเจตคติไว้ว่าเจตคติที่จะสอนนั้นจะต้องชี้ให้เห็นว่าคืออะไรมีองค์ประกอบอะไรบ้างที่จะต้องเข้าใจความหมายอย่างชัดเจนและการที่จะให้เรียนรู้แล้วเกิดเจตคติในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง จำเป็นต้องให้นักเรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นคือต้องมีสิ่งเร้าอะไรสักอย่างจัดให้

กับนักเรียน การสอนเพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้นสิ่งเร้าหมายถึงสถานการณ์ต่างๆที่ต้องมีการแก้ปัญหาซึ่งมีดังนี้ คือ

1. ความรู้สึกว่าเกิดปัญหาและปัญหานั้นทำให้เกิดความสงสัย
2. มีความเข้าใจปัญหาอย่างชัดเจน
3. ต้องตั้งสมมติฐานได้
4. ต้องสามารถให้เหตุผลในการตั้งสมมติฐานได้ และมีเหตุผลที่จะทดสอบผลของสมมติฐานนั้นและมีเหตุผลในการวางแผนตรวจสอบสมมติฐานได้
5. ต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. ต้องมีการจัดกระทำกับข้อมูล
7. ต้องสามารถสรุปผลได้
8. ต้องสามารถที่จะเผยแพร่ผลการค้นคว้าให้คนอื่นๆเข้าใจได้

ในการสอนเพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีจะต้องทำให้นักเรียนเข้าใจ ในแต่ละขั้นดังกล่าวแล้วอย่างชัดเจน และมองเห็นความสัมพันธ์ของขั้นตอนต่างๆรวมทั้งความสัมพันธ์ของพฤติกรรมต่างๆที่ประกอบกันเป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์อีกด้วย

ข้อเสนอแนะดังกล่าวสอดคล้องกับที่ พิทักษ์ รักษพลเดช ได้กล่าวว่าการที่จะให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ขึ้นมานั้น ไม่ใช่เรื่องที่จะทำได้ง่ายและได้ผลรวดเร็วแต่จะต้องใช้เวลานาน ครูต้องเลือกให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (พิทักษ์ รักษพลเดช 2513 : 49) การดำเนินการเรียนหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างให้นักเรียนเกิดมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น ฉะนั้นการที่นักเรียนจะใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาหาความรู้ได้ผลดี และมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยลักษณะต่อไปนี้คือ (คณะอนุกรรมการ พัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ 2525)

1. ความละเอียดถี่ถ้วน และความมานะบากบั่นในการสังเกตหรือการทดลอง
2. การไม่เชื่ออะไรง่ายๆโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ
3. การมีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม โดยไม่ยึดมั่นในความคิดของตนฝ่ายเดียว
4. ความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี
5. ความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น
6. ความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิดและการกระทำและคอยตรวจสอบผลที่ได้รับเสมอ
7. การยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต

จากแนวความคิดดังกล่าวพอสรุปได้ว่า เจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยให้บุคคลเกิดการแสวงหาความรู้ไม่มีที่สิ้นสุด การที่จะสอนให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ได้นั้นจะต้องผ่านกระบวนการสอนที่ถูกต้อง คือครูจะต้องเลือกให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อฝึกหัดให้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้น การดำเนินการเรียนหรือการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการสร้างให้นักเรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น วิธีการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก

7. การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง

การเรียนแบบกำหนดแนวทาง มีลักษณะการเรียนตามวิธีการของ สสวท. โดย การทดลองในแบบเรียนของ สสวท.เป็นการทดลองแบบกำหนดแนวทาง (สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523) คือประกอบด้วยคำแนะนำปฏิบัติการและคำถามที่มุ่งให้นักเรียนหาความรู้จากการทดลอง ในระหว่างการทดลอง นักเรียนจะได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล การอภิปรายและการสรุปซึ่งนำไปสู่แนวความคิดการค้นพบคำตอบและสรุปหลักเกณฑ์ ส่วนการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน เป็นการกระตุ้นหรือเร้าให้นักเรียนเกิดความสนใจมองเห็นปัญหาและเกิดแนวความคิดค้นคว้าหาคำตอบ ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญประการแรกของการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่ากิจกรรมทั้งสองแบบดังกล่าวเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนคิดค้นหาเหตุผล และแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง ตามกระบวนการที่มีระบบ ทำให้เกิดการเรียนรู้จากความเข้าใจไม่ใช่ท่องจำเนื้อหา แต่เป็นการเรียนรู้ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ต่อไป

ส่วนการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางเป็นวิธีการที่พัฒนามาจากการค่อยๆ ผ่อนกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางทีละน้อยจากการที่ครูเริ่มให้นักเรียนคิดเองบางส่วน จนในที่สุดเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการค้นคว้าหาความรู้แล้วจึงมาถึงการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยครูจะกำหนดสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาแล้วนักเรียนจะกำหนดปัญหา ระบุตัวแปร ตั้งสมมติฐานออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูลและสรุปผลได้ด้วยตนเองวิธีการดังกล่าวเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้ทักษะกระบวน การทางวิทยาศาสตร์ จึงพอสรุปได้ว่าการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางและการเรียนแบบกำหนดแนวทาง จะมีวิธีการแตกต่างกันดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงความแตกต่างระหว่างการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท.

การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง (ใช้แบบฝึก)	การเรียนแบบกำหนดแนวทาง (ตามวิธีของสสวท.)
1. ครูแจกแบบฝึกที่เป็นสถานการณ์เพื่อนำให้ นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตนเอง	1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง
2. นักเรียนระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม	2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดสมมติฐาน
3. นักเรียนกำหนดสมมติฐาน	3. นักเรียนทำการทดลองตามที่แบบเรียนกำหนดไว้
4. นักเรียนออกแบบการทดลอง	4. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามที่แบบเรียนกำหนดไว้
5. นักเรียนระบุตัวแปรควบคุม	5. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป
6. นักเรียนทำการทดลองตามที่ออกแบบไว้	
7. นักเรียนบันทึกผลการทดลองตามที่ออกแบบไว้	
8. นักเรียนสรุปผลการทดลอง	

สุวัฒน์ นิยมค้า ได้ให้ความเห็นถึงขั้นตอนที่เหมาะสมของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าควรเริ่มต้นจากการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทาง (Structured activity) ให้นักเรียนมีความชำนาญ และมีความเข้าใจในการดำเนินกิจกรรมตามคู่มือการทดลองเสียก่อนจากนั้นจึงค่อยๆผ่อนกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางลงทีละน้อย โดยครูเริ่ม ให้นักเรียนคิดเองบางส่วน จนในที่สุดเมื่อนักเรียนคุ้นเคยกับการค้นคว้าหาความรู้แล้วจึงมาถึงกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง (Unstructured activity) ต่อไป ซึ่งนักเรียนจะต้องวางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาคำตอบเอง อันเป็นจุดหมายปลายทางของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้และได้กล่าวถึงลักษณะการจัดกิจกรรมทั้ง 2 แบบไว้ ดังนี้

การจัดกิจกรรมสำเร็จรูป

1. ครูกำหนดปัญหา

2. เสนอแนะวิธีการรวบรวมข้อมูล

3. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามวิธีการในข้อ 2

4. เมื่อได้ข้อมูลแล้วให้นักเรียนจัดทำตารางและเขียนกราฟตามที่ครูบอก

5. ตั้งคำถามที่ต้องการไว้แล้วให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลข้างต้น

6. ให้นักเรียนสรุปคำตอบของปัญหาแล้วอภิปรายหน้าชั้น การสรุปนักเรียนบางคนอาจจะถูกหรือผิด ครูจะบอกว่าใครถูกใครผิด

การจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทาง

1. ครูตั้งปัญหาให้

2. ให้นักเรียนทั้งชั้นวางแผนและกำหนดวิธีการแก้ปัญหาเองดำเนินการเองจนได้ข้อสรุป

3. ครูคอย แนะแนวทางด้วยการถามให้เกิดความคิด ทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาบางปัญหา นักเรียนอาจมองไม่เห็นทางที่จะกำหนดวิธีแสวงหาคำตอบได้ ครูควรทำดังนี้

3.1 ตั้งปัญหาให้นักเรียนนำไปคิดเป็นการบ้านก่อนการทดลอง

3.2 บอกเครื่องมือที่จำเป็นในการทดลองให้

3.3 เมื่อถึงวันทดลอง ให้นักเรียนเสนอวิธีการที่ค้นคว้ามา แล้วมีการอภิปราย กำหนดวิธีการค้นคว้าที่จะเป็นไปได้ 2 - 3 วิธี

3.4 ให้นักเรียนดำเนินการทดลองตามนั้น

3.5 เสนอผลงานด้วยการอภิปราย (สุวัฒน์ นิยมค้า 2527 :21-22)

สมาคมนักเคมีโรงงานอุตสาหกรรม (The Manufacturing Chemists Association) ได้ระบุลักษณะของการปฏิบัติการทดลองแบบไม่กำหนดแนวทางซึ่งเรียกว่าการทดลองแบบปลายเปิด (Open - ended Experimenting) ไว้ดังนี้

1. บทปฏิบัติการจะถามปัญหาต่างๆไม่บอกวิธีการปฏิบัติการทดลองให้

2. นักเรียนไม่ทราบคำตอบของปัญหาก่อนการทดลอง

3. นักเรียนต้องเข้าใจปัญหาอย่างดีรวมทั้งเหตุผลต่างๆ และวิธีการที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา

4. นักเรียนทำการสังเกต และสรุปผลเอง

5. รายงานผลการทดลอง ควรเป็นรายงานที่เขียนบอกจุดมุ่งหมายในการทดลองข้อมูลและข้อสรุปผล

6. ให้นักเรียนคิดตีความหมายสิ่งที่เขาสังเกต

7. ข้อมูลอาจถูกพิจารณาได้ในหลายระดับตามความสามารถของนักเรียน

8. คำตอบจากการทดลองอาจนำไปสู่ปัญหาใหม่ซึ่งอาจต้องมีการทดลองและอภิปรายต่อไปอีก

9. การทดลองสามารถปรับระยะเวลาได้

10. นักเรียนไม่อาจคาดหมายผลการทดลองล่วงหน้า

11.นักเรียนอาจปรึกษาผลการทดลองกับเพื่อนๆ ซึ่งจะทำให้เขารู้สึกภาคภูมิใจ ผลที่ถูกต้องและมีความสำคัญ

12. มักจะไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว นักเรียนแต่ละคนจะพบคำตอบที่ถูกต้องของตนเองด้วยเครื่องมือของแต่ละคน

13. การทดลองอาจทำให้นักเรียนมองเห็นว่าปัญหาหลายอย่าง อาจมีจุดรวมอยู่กับการทดลองเพียงอย่างเดียว และการทดลองนั้นควรได้รับการพิจารณาและถามคำถามหลายๆด้าน

14. นักเรียนอาจศึกษาคุณสมบัติบางประการ ซึ่งครูอาจถามให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติเหล่านั้น

15. ครูอาจถามให้นักเรียนสรุปหลักเกณฑ์ (Generalization) จากข้อมูลที่รวบรวมได้ และใช้หลักเกณฑ์เหล่านี้ทำนายพฤติกรรมหรือผลการทดลองที่เกี่ยวข้องอื่นๆ

16. การทดลองอาจทำให้เกิดปัญหา ในการแสวงหาคำตอบต่อไปนอกเวลาเรียนได้

บรูเนอร์ (Bruner อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และ ละออ แสนศักดิ์ 2532 : 47) เชื่อว่าผลจากการที่นักเรียนได้รับภายหลังจากการค้นพบด้วยตนเองจะส่งผลในแง่ความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแรงจูงใจภายใน ที่ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นกระหายอยากแสวงหาความรู้โดยใช้สติ ปัญญาของตนเองอย่างเต็มที่ ซึ่งจะเป็นผลให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้อย่างเป็นระบบ แล้วเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ตามมา

เนื่องจาก สสวท.พัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้การเรียนแบบ กำหนดแนวทาง (Structured Learning) สำหรับนักเรียนทั้งประเทศ เป็นการวางแนวทางการเรียนสำหรับคนส่วนใหญ่ที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกันเพื่อให้มีความถูกต้องในส่วนที่เป็นเนื้อหาจึงได้ออกแบบการเรียนแบบกำหนดแนวทาง อย่างไรก็ตามเพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านกระบวนการแสวงหาความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับเนื้อหาความรู้ ให้ได้องค์ประกอบของวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ส่วนครบถ้วนตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผู้วิจัยจึงต้องการทดลองใช้การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม

ทดลองที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. จากทฤษฎีของบรูเนอร์ที่อ้างถึงข้างต้นน่าจะทำให้เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนสูงขึ้นด้วย

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

8.1.1 งานวิจัยภายในประเทศ

จินตนา ราชรองเมือง ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้แบบทดสอบที่ใช้แนวความคิดแก้ปัญหาของ นงนุช วรรธนวหะ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา (โดยไม่คำนึงถึงวิธีการ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยหลักการมากกว่าข้อเท็จจริง อีกทั้งยังมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ (จินตนา ราชรองเมือง 2516 : บทคัดย่อ)

วรรณดี วรรณศิลป์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 310 คน การวิเคราะห์ข้อมูลจะนำข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งได้จากระดับคะแนนผลการสอบประจำภาคเรียนมาหาความสัมพันธ์โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหามีความสัมพันธ์ในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.01 (วรรณดี วรรณศิลป์ 2522 : บทคัดย่อ)

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว ได้สร้างเครื่องมือสำหรับครูในการบันทึกพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านทักษะการทดลองและการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา แล้วนำเครื่องมือนี้ไปบันทึกพฤติกรรมดังกล่าวของนักเรียนแต่ละคนจนครบ 5

ครั้ง หลังจากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มาทดสอบ เพื่อนำไปศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในด้านทักษะการทดลอง และการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการใช้ทักษะในการทดลองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .51 ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ .80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว 2523 : บทคัดย่อ)

โยธิน ศรีโสภา ได้ศึกษาแนวความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรียนตามหลักสูตรพุทธศักราช 2521 ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรพุทธศักราช 2521 เลือกใช้แนวคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้สูงที่สุด รองลงมาคือ ด้านความรู้ความจำ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับการเลือกใช้แนวความคิดแก้ปัญหา และยังพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำ เลือกใช้แนวคิดแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน แต่นัก-เรียน ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงเลือกใช้แนวคิดแก้ปัญหาด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาคำตอบมากกว่านักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ .05 ตามลำดับ (โยธิน ศรีโสภา 2524 : บทคัดย่อ)

ทัศนีย์ ผงผ่าน ได้เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ในด้านทักษะกระบวน-การทางวิทยาศาสตร์ ด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 521 คน โดยใช้เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลคือ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดแนวคิดการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงผลการเรียนรู้จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติ-ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ส่วนแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยน-แปลงผลการเรียนรู้ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงจะมีการเปลี่ยน-แปลงผลการเรียนรู้ในด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (ทัศนีย์ ผงผ่าน 2525 : บทคัดย่อ)

ปราโมทย์ แก้วสุข ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้แผนการสอน 2 แผน คือแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์กับแผนการ

สอนตามคู่มือครูของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีแนวโน้มการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำ ด้านการนำไปใช้ และด้านการคิดค้นคว้าหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. เลือกใช้แนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านความรู้ความจำมากที่สุด รองลงมาคือด้านการนำไปใช้และการคิดค้นคว้าหาแนวทางตามลำดับและแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ด้านการนำไปใช้มีความสัมพันธ์ทางลบกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ปราโมทย์ แก้วสุข 2528 : บทคัดย่อ)

8.1.2 ผลงานวิจัยต่างประเทศ

จอห์น (John 1966 : 994-995) ได้ศึกษาผลการเรียนของนักเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไปเกรด 8 โดยใช้วิธีการสอน 2 วิธี กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 56 คน เป็นชาย 27 คน และหญิง 29 คน ทั้งสองกลุ่มมีระดับความสามารถใกล้เคียงกัน กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบบรรยายสาธิตให้มีส่วนร่วมในการทดลองและทำแบบฝึกหัดที่ครูกำหนดให้ ส่วนกลุ่มทดลองให้เรียนด้วยวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองมีแต่เพียงเอกสารแนะนำ (Guide Sheet)ที่ครูแจกให้ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกปฏิบัติกิจกรรมที่จะก่อให้เกิดความรู้ ข้อเท็จจริงและมีมโนมติด้วยตนเอง ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีความคิดหาเหตุผล การแก้ปัญหา ทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะในการเรียนดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่กลุ่มควบคุมดีกว่ากลุ่มทดลองในด้านเนื้อหาวิชาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาฮาน (Mahan 1970 : 309-316) ได้ศึกษาผลการสอนของครู 2 แบบ คือ การสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture Discussion) และวิธีสอนแบบการแก้ปัญหา (Problem Solving) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 4 ห้องเรียนจำนวน 48 คน เป็นชาย 27 คน หญิง 21 คน ใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกคือ ระดับสติปัญญาคุณวุฒิของครูผู้สอนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากการเรียนการสอนผ่านไป 1 ปีแล้วทำการสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่าเด็กชายที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีกว่าเด็กชายที่ได้รับการสอนแบบบรรยายประกอบการอภิปราย ส่วนเด็กนักเรียนหญิงไม่พบความแตกต่าง ส่วนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้นมีความพอใจในความก้าวหน้าด้านความรู้ มีทักษะในการแก้ปัญหามากขึ้น

นอร์ตัน (Norton 1972 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 4 - 5 - 6 จำนวน 27 คน ในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบการแก้ปัญหาซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ตอน คือ

1. อภิปรายเพื่อนำเข้าสู่ปัญหา (Problem Orientation)
2. ชี้บ่งปัญหา (Problem Identification)
3. การแก้ปัญหา หาคำตอบ (Problem Solution)
4. วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)
5. พิสูจน์ปัญหา (Verification)

ผลปรากฏว่าความสามารถในการแก้ปัญหาสัมพันธ์กับ ความรู้ของนักเรียนที่มีอยู่ก่อนแล้ว

เนเบอร์ (Norbor 1975 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Educational Progres:Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skills Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

บาร์ด (Bard 1975 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ของนักศึกษาที่วิทยาลัยโคโรลาโด (Southern Cororado State College) โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยบทเรียนสำเร็จรูปและกลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

รัสเซลและเชียเพทตา (Russell and Chiapetta 1981 : 295-301) ได้ศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาธรณีศาสตร์ (Earth Science) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 287 คน แบ่งออกเป็น กลุ่มทดลอง 147 คน กลุ่มควบคุม 140 คน กลุ่มควบคุมให้ทำการทดลอง 7 การทดลองแล้วอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งครูจะใช้คำถามประเภทแคบถามในระดับความรู้ ความเข้าใจ กลุ่มทดลองให้ทำการทดลอง 7 การทดลองจะเน้น 3 ขั้นตอนคือ

1. การเสนอปัญหา (Problem presentation)

2. การสืบเสาะเพื่อรวบรวมความรู้ (An investigation together relevant information)

3. การค้นหาคำตอบของปัญหา (The discovery phase which produce answer to the problem)

แล้วอภิปรายในชั้นเรียนครูจะใช้คำถามประเภทกว้างเน้นการวิเคราะห์และการนำไปใช้ ผลการวิจัยพบว่าการใช้วิธีแก้ปัญหาในการเรียนการสอนเป็นผลส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาธรณีศาสตร์ช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจและการวิเคราะห์นอกจากนี้ยังพบว่าการสอนโดยใช้วิธีให้นักเรียนแก้ปัญหาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการตัดสินใจสนใจวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

กล่าวโดยภาพรวม งานวิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของจินตนา ราชรองเมือง (2516 : บทคัดย่อ) วรรณดี วรรณศิลป์ (2522 : บทคัดย่อ) ประศาสน์ชุ่มนาเสียว (2523 : บทคัดย่อ) เนเบอร์ (1975 : บทคัดย่อ : บทคัดย่อ) รัสเซล และเชียเพทตา (1981:295-301) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวก กับความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูง จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำ แต่ โยธิน ศรีโสภา (2524 : บทคัดย่อ) ทัศนีย์ ผงผ่าน (2525 : บทคัดย่อ) และปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : บทคัดย่อ) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

8.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

8.2.1 ผลงานวิจัยในประเทศ

นิมิตร มาศเกษม ทำการทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบสวนโดยวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง กลุ่มตัวอย่างประชากรจัดเป็น 2 กลุ่มๆละ 27 คน จัดกลุ่มโดยถือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น .05 การทดลองใช้เวลา 5สัปดาห์ กลุ่มละ 3 คาบต่อสัปดาห์ แบบสอบใช้แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบสอบถามความคิดเห็นต่อวิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบมัชฉิมเลขคณิตและทดสอบความมีนัยสำคัญด้วยการทดสอบค่าที (t-test) และการคิดค่าร้อยละ ผลการ วิจัยพบว่านักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตกับที่สอนด้วยวิธีทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยา

ศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่นักเรียนที่สอนด้วยวิธีสาธิตมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านการแก้ปัญหาดีกว่ากลุ่มนักเรียนที่สอนด้วยวิธีปฏิบัติ การทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (นิมิตร มาศเกษม 2517 : บทคัดย่อ)

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบทักษกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2525 โรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองมาหาความสัมพันธ์โดยใช้สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักเรียนชายกับกลุ่มนักเรียนหญิงโดยวิธีการทดสอบค่าซี (Z - test) ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ที่ระดับนัยสำคัญ .01 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ .05 เจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 และผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนชายและนักเรียนหญิงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ 2523 : บทคัดย่อ)

สุรวุฒิ สุชินโรจน์ ได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนสอบสวนที่มีคำนิยามปฏิบัติการและไม่มีคำนิยามปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในปีการศึกษา 2522 จำนวน 69 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน โดยกลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนที่ไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการ (สุรวุฒิ สุชินโรจน์ 2523)

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2523 โรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 360 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบทดสอบความสนใจทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองมา

หาความสัมพันธ์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสนใจทางวิทยาศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา 2524 : บทคัดย่อ)

ผกามาศ วรานุสันติ ได้ศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชายกับนักเรียนหญิงกลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร จำนวน 342 คน จากโรงเรียน 10 โรงเรียน ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 9 ใน 10 โรงเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ผกามาศ วรานุสันติ 2524 : บทคัดย่อ)

วรรณทิพา รอดแรงค้า ได้ศึกษาเรื่องการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมเพื่อช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จำนวน 127 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 63 คน ได้รับการฝึกทักษะขั้นผสมด้วยแบบเรียนสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยได้ดัดแปลงขึ้นพร้อมกับครูฝึก กลุ่มควบคุม 64 คน ได้รับการสอนปกติตามหลักสูตรของ สสวท. ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะขั้นผสมโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป พร้อมกับครูฝึกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ทักษะขั้นผสมสูงกว่า-
นักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติตามหลักสูตรของ สสวท. (วรรณทิพา รอดแรงค้า 2528 : บทคัดย่อ)

เนียม รัตนตรัยภพ ได้สร้างแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยไม่ใช้แบบฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน โปรแกรมคณิต - ภาษาของโรงเรียนมัญจาศึกษาเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน กลุ่มควบคุม 31 คน ใช้เครื่องมือในการวิจัยคือแบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ ละเอียด กีรอนันต์ แบบสอบถามเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของ สสวท.ใช้วิธีการสอบวัดแบบ Pretest - Posttest Control Group Design วิเคราะห์ข้อมูลใช้ t - test เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมนอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มทดลองมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แต่เจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (เนียม รัตนตรัยภพ 2531)

นิรมิตร ภัทรสุวรรณกิจ ได้สร้างชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนตลิ่งชันวิทยา ปีการศึกษา 2534 ภาคเรียนที่ 1 กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มควบคุมเรียนโดยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังการใช้ชุดการสอนสูงกว่าก่อนการใช้ชุดการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (นิรมิตร ภัทรสุวรรณกิจ 2535 : บทคัดย่อ)

8.2.2 ผลงานวิจัยต่างประเทศ

วีเบอร์ (Weber 1972 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 30 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้หลักสูตรที่สร้างขึ้นมาเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อีกกลุ่มหนึ่งใช้หลักสูตรเดิม ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้นี้ประกอบด้วยการสังเกต การจัดจำพวก การวัดและการทำนาย ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะด้านต่างๆเพิ่มมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ไวดีน (Wideen 1972 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษานักเรียนจำนวน 555 คน และครู 26 คน จากโรงเรียนมัธยม 2 แห่ง กลุ่มทดลองได้รับการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบเดิม ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีทักษะที่เกี่ยวข้องกับความรู้หรือการคิดสูงกว่ากลุ่มควบคุม และความเข้าใจในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูนั้นมีผลต่อความงอกงามด้านความรู้ของนักเรียน

โอลารินอยด์ (Olarinoye 1974 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง (guided inquiry) ผลการสอนแบบปกติ (traditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กำหนดบทบาทให้ผู้เรียน(inquitry role approach) ในวิชาฟิสิกส์โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กำหนดบทบาทให้ผู้เรียน ผู้วิจัยดำเนินการสอนเองทั้ง3 กลุ่ม ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

ไรเลย์ (Riley 1975 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการฝึกครูประถมศึกษาด้านทักษะ และความสามารถความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์และการสอนวิทยาศาสตร์ ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาฝึกสอนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการปฏิบัติจริง กลุ่มที่ 2 ได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยการเรียนรู้เฉพาะทฤษฎีเท่านั้น ส่วนกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการสอนโดยให้ทำกิจกรรมวิทยาศาสตร์ทั่วๆไป ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมในด้านความรู้ความเข้าใจอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

แจ๊คนิคค์ (Jacknicke 1975 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาเกรด 2 จำนวน 240 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยเน้นการฝึกทักษะกระบวน-การทางวิทยาศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมสูงกว่ากลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เฮาคูส และเพนิค (Haukoos and Penick 1983 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาอิทธิพลของบรรยากาศในชั้นเรียนต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาวิทยาลัยดูแพครัฐอิลินนอยด์ (Du Page College , Ellynlinoid) จำนวน 78 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งสองกลุ่มได้รับการสอนเนื้อหาวิชาชีววิทยา 4 บทเป็นเวลา 10 สัปดาห์เท่ากัน แต่กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยครูสร้างบรรยากาศให้นักศึกษาเกิดการค้นพบด้วยตนเองมากกว่ากลุ่มควบคุม ผลการวิจัยพบว่าบรรยากาศในชั้นเรียนมีอิทธิพลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กล่าวคือกลุ่มทดลองมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้นกว่ากลุ่มควบคุมแต่ผลสัมฤทธิ์ทางเนื้อหาวิชาทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพดิลลาและเจอร์เรด (Pedilla and Geraid 1983 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม และความสามารถในการคิดแบบนามธรรมตามทฤษฎีของพี-อา-เจ (Piaget) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 7 - 12 เกรดละประมาณ 80 คน รวม 492 คน จากโรงเรียนนอกเมืองแอตแลนตาและจอเจียร์ ผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม มีความสัมพันธ์กับการคิดอย่างมีเหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สตราวิตซ์และมาโลน (Strawitz and Malone 1987 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความรู้และความคงทนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักศึกษาครู โดยเปรียบเทียบระหว่างนักศึกษาครูที่เรียนจากครูกับเรียนด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยจารัจ เซาเทิร์น (Jarage Southern University) จำนวน 32 คน ผลการวิจัยพบว่าการให้นักศึกษาเรียนด้วยตนเอง จะมีผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมสูงกว่าการเรียนจากครู ส่วนความคงทนทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นให้ผลเหมือนกันทั้งสองวิธี

กล่าวโดยภาพรวม จากผลงานวิจัยเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า การฝึกให้นักเรียนได้เรียนแบบค้นพบด้วยตนเองเช่น การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่มีบทปฏิบัติการและการสอนแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและยังพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

8.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์

8.3.1 งานวิจัยภายในประเทศ

รุจี โรจนประศาสน์ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของกลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูง และกลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงและต่ำและได้ศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มนักเรียน ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 จำนวน 640 คนพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวกและกลุ่มนักเรียนที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ตลอดจนกลุ่มที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงด้วย (รุจี โรจนประศาสน์ 2523 : บทคัดย่อ)

สุวิมล ชอบทำกิจ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเขตการศึกษา 2 การศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนมัธยมสาธิต และโรงเรียนมัธยมสามัญกลุ่มตัวอย่างเป็นนัก

เรียนมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 250 คน ซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาสาธิต 100 คน และนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาสามัญ 150 คน ผลการวิจัยพบว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 (สุวิมล ชอบทำกิจ 2523 : บทคัดย่อ)

อนันต์ จันทร์กวี ได้ศึกษาผลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และมัธยม 2 ระดับชั้นเรียนละ 16 ห้องเรียน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วนกลางจำนวน 32 โรงเรียน ผลการวิจัยพบว่าผลวสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังการสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่านักเรียนชั้นมัธยม 2 (อนันต์ จันทร์กวี 2523 : บทคัดย่อ)

ดาราวรรณ เหลืองอร่ามโชติ ได้ศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เล่ม 5 ของนักเรียนชั้น ม. 3 และม.ศ. 3 จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่านักเรียนชั้น ม.3 ลแะ ม.ศ.3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทุกด้านไม่แตกต่างกัน เจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (ดาราวรรณ เหลืองอร่ามโชติ 2524 : บทคัดย่อ)

วันดี เกษรมาลา ได้เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ป.กศ.สูง ระหว่างนักเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักเรียนที่เรียนวิชาเอกสังคมศึกษาในกลุ่มวิทยาลัยครูภาคตะวันตก พบว่านักศึกษาที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักศึกษาเรียนวิชาเอกสังคมศึกษามีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงที่เรียนวิชาเอกเดียวกันมีเจตคติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (วันดี เกษรมาลา 2524 : บทคัดย่อ)

ชูชาติ แพน้อย ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียน เซิมพิทยาคม หนองคาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน โดย แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน ได้รับการฝึกด้วยชุดฝึกทักษะฯ และกลุ่มควบคุม 30 คน เรียนด้วยวิธีสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ส่วนผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติของนักเรียนกลุ่มทดลองสูกงว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ชูชาติ แพน้อย 2533 : บทคัดย่อ)

8.3.2 ผลงานวิจัยต่างประเทศ

คาห์น (Kahn 1962 : 115-127) ได้ทดลองวิธีสอนที่จะช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 7 และ 8 โดยการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเข้าสู่เหตุการณ์ในปัจจุบัน (current event approch) ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง และสอนด้วยวิธีTธรรมดากับนักเรียนกลุ่มควบคุม ผลปรากฏว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แต่กลุ่มทดลองมีความต้องการที่จะทดสอบสิ่งต่างๆมากกว่า รู้จัดสัมเกตรอบคอบมากขึ้นกว่าเดิม ไม่เชื่อโชคลางและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ มีความคิดเห็นเป็นส่วนตัวมากขึ้น การสรุปสิ่งต่างๆต้องมีข้อมูลอย่างเพียงพอเสียก่อน

บิลลิชและแซคาเรียดส์ (Billeh and Zakhariades 1975 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนระดับมัธมศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยและครูวิทยาศาสตร์ ทั้งยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธมศึกษาพบว่านักศึกษาปีสุดท้ายของหาวิทยาลัยมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกับครูวิทยาศาสตร์ นักเรียนระดับมัธยมศึกษากับนักศึกษามหาวิทยาลัยมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่า 0.248 ที่ระดับนัย-นัยสำคัญ .01

สตราวิตซ์ (Strawitz 1977 : 545-549) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความใจกว้างซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติเกี่ยวกับการสอนวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยหลุยเซียนา (Lousiana) ปี พ.ศ.2507 จำนวน 61 คน ชาย 4 คน หญิง 57 คน ซึ่งทั้งหมดเป็นนักศึกษาปีที่ 3 และ 4 กลุ่มตัวอย่างอีกกลุ่มหนึ่งคือครูประจำการซึ่งสอนในบอสตัน รูจ (Boston Rouge) จำนวน 32 คน ชาย 1 คน หญิง 31 คน ผล การวิจัยพบว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างความใจกว้างกับการสอนวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มเป็นลบ การหาค่าสหสัมพันธ์หาโดยใช้สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาค่าสหสัมพันธ์ - 0.49 กลุ่มครูประจำการค่าสหสัมพันธ์ - 0.64 จากข้อมูลที่ได้สนับสนุนว่าครูที่ใจกว้างจะไปกันได้ดีกับปรัชญาวิทยาศาสตร์และการสอนแบบสืบสวนมากกว่าครูใจแคบ

เฮนดริก (Hendrick 1978 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของการสอนสองแบบคือ การสอนตามหลักสูตร SCIS และการสอนโดยให้นักเรียนอ่านจากหนังสือเรียนธรรมดาว่าจะมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์และความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ 5 ในอเมริกา พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน แต่มีเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

กล่าวโดยภาพรวม จากผลงานวิจัยเกี่ยวกับเจตคติทางวิทยาศาสตร์กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่าเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนั้นยังพบว่าระยะเวลาที่เรียนวิทยาศาสตร์ มีผลต่อการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ จากการที่ให้นักเรียนเรียนโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาฝึกให้นักเรียนคิดและทำด้วยตนเองมากขึ้น เมื่อฝึกให้นักเรียนทำเช่นนี้ระยะหนึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจตคติทางวิทยาศาสตร์อย่างไร

ผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศข้างต้น ตอบประเด็นปัญหาทั้งในกรณีสนับสนุนและขัดแย้งชี้นำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการสอนแบบสืบเสาะแบบที่ไม่กำหนดแนวทางและเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรง ฝึกให้นักเรียนคิดและทำด้วยตนเองมากขึ้น เมื่อฝึกให้นักเรียนทำเช่นนี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นอย่างไร

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. โดยไม่ใช้แบบฝึก เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีดำเนินการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุรนารีวิทยา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 7 ห้องเรียน เลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ ของนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2536 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 พบว่าค่า $\overline{X}$ ค่า S.D และความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 จึงสุ่มอย่างง่ายให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 48 คน เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 48 คน เรียนแบบกำหนดแนวทางโดยวิธีของ สสวท. ไม่ใช้แบบฝึก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็นเครื่องมือทดลอง และเครื่องมือรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. **เครื่องมือทดลอง** คือ

1.1 **แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น** อาศัยแนวทางการสร้างจากชุดการเรียนการสอนหน่วยที่ 5 การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของคณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย 2525) การสร้างแบบฝึกตั้งสมมติฐานวิชาวิทยาศาสตร์ (เกียรติชัย ปิยะวงศ์สมบูรณ์ 2524) และแบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิตระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (สสวท. 2536)

วิธีการสร้างแบบฝึกการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้ คือ

1.1.1 ศึกษาแบบเรียนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ภายในขอบเขตของหลักสูตร

1.1.2 ศึกษาเอกสารเกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำ

1.1.3 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกัน

1.1.4 กำหนดอุปกรณ์ที่จะใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ที่ให้ไว้ในแบบฝึกแต่ละชุด (รายละเอียดดูที่คู่มือครู)

1.1.5 กำหนดเวลาที่ใช้ในแบบฝึกให้เหมาะสม

1.1.6 สร้างแบบฝึกเพื่อใช้ในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้เนื้อหาในหนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้คือ

1) คู่มือครู

2) คู่มือการเรียน

3) อุปกรณ์ที่ใช้ในแบบฝึกแต่ละชุด

4) เอกสารฝึกหัด

5) เฉลยเอกสารฝึกหัด

6) เอกสารอ่านประกอบ

7) แบบทดสอบ

1.1.7 นำแบบฝึกที่สร้างไปให้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความตรง จำนวน 6 ท่าน (รายชื่ออยู่ในภาคผนวก ฌ) ตรวจในด้านความถูกต้องครอบคลุม และสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละชุด ตลอดจนความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสร้างแบบฝึก

1.1.8 นำแบบฝึกที่ผ่านการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพโดยทำการทดลอง 3 ขั้นตอน (คณะกรรมการคุรุสภา กรุงเทพมหานคร 2537 : 293-295) ดังนี้

1) ขั้นทดลองหนึ่งต่อหนึ่ง นำแบบฝึกไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ยังไม่ได้เรียนเรื่องนี้จำนวน 3 คน โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา เพื่อดูข้อบกพร่องของข้อความและภาษาที่ใช้ในแบบฝึก แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไข

2) ขั้นทดลองกลุ่มเล็ก นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในขั้นทดลองหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับนักเรียน 10 คน ที่โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา นำมาปรับปรุงแก้ไขอีก

3) ขั้นทดลองภาคสนาม นำแบบฝึกที่ปรับปรุงแก้ไขจากขั้นทดลองกลุ่มเล็ก มาทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียน ที่โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัยจังหวัดนครราชสีมา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุงส่วนที่ยังบกพร่องอยู่และนำมาหาค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์มาตรฐาน $E_1 / E_2 = 80 / 80$

แบบทดสอบท้ายแบบฝึกเป็นแบบเติมคำ ซึ่งตรงตามเนื้อ และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยให้อาจารย์ผู้สอนวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้าแม่เหล็ก และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์พิจารณาความตรงตามเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้วปรับปรุงแก้ไข

2. **เครื่องมือรวบรวมข้อมูล** คือ

2.1 **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ**เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ตามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์ในแบบเรียนและคู่มือครู เพื่อนำไปสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

2.1.2 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ได้แบบทดสอบคู่ขนานด้านเนื้อหาจำนวน 2 ฉบับมีจำนวนแบบทดสอบฉบับละ 48 ข้อ

2.1.3 ตรวจสอบความตรงของแบบทดสอบ ให้อาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้าแม่เหล็กจำนวน 4 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์จำนวน 4 ท่าน ตรวจสอบความตรงทางด้านเนื้อหา และตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัดโดยแบ่งจุดประสงค์เป็น 4 ด้าน (ธงชัย ชิวปรีชา 2536 : 24)

1) ด้านความรู้ความจำ

2) ด้านความเข้าใจ

3) ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4) ด้านการนำไปใช้ (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ข)

2.1.4 ทดลองใช้แบบทดสอบ นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุรนารีวิทยาจำนวน 103 คน

2.1.5 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาวิเคราะห์ ดังนี้

1) หาความยากง่ายของแบบทดสอบเป็นรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า P ระหว่าง .20 - .80 ไว้

2) หาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบเป็นรายข้อ คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า r ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้

3) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคู่ขนานทั้ง 2 ฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 (อ้างถึงในอนันต์ ศรีโสภา 2525 : 128-129) ได้ค่าสำหรับแบบทดสอบ Pretest มีค่า .85 ส่วน แบบทดสอบ Posttest มีค่า .86

2.1.6 นำข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้มาปรับปรุงได้ข้อสอบฉบับละ 40 ข้อ ทั้ง 2 ฉบับ เป็นข้อสอบที่นำไปใช้จริงประกอบด้วยข้อสอบวัดความรู้ความจำฉบับละ 5 ข้อ ความเข้าใจฉบับละ 7 ข้อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ฉบับละ11 ข้อ และการนำไปใช้ฉบับละ 17 ข้อ จึงอาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพทั้ง 2 ฉบับ มีคุณภาพพอที่จะเป็นเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ได้

2.2 แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบของคำนูณ สายแสงจันทร์ ซึ่งวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่รวมทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เขตการศึกษา 11 เป็นแบบทดสอบปรนัย5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น .89 แต่เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบันผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งโดยใช้สูตร KR - 20 ได้หาค่าความเชื่อมั่น .85

2.3 **แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์** ผู้วิจัยใช้แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของวิจิตร ลิ่มพานิชย์ เป็นคำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่าของลิเคอร์ท มี 5 สเกล คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง จำนวน 38 ข้อ ค่าความเชื่อมั่น .70 แต่เพื่อให้ข้อมูลเป็นปัจจุบันผู้วิจัยได้หาค่าความเชื่อมั่นอีกครั้งหนึ่ง โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาหาค่าความเชื่อมั่นได้ .79

ตัวแปรในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีตัวแปรดังนี้

ตัวแปรต้นต้นคือ การเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง และการเรียนแกำหนดแนวทาง

ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ตัวแปรควบคุมคือ เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกของ สสวท. กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพทั้ง 2 ภาคเรียน ก่อนทดลอง มีค่า $\overline{X}$ ค่า S.D และความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (quasi - experimental Research) ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัย แบบศึกษากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม วัดก่อน - หลังการทดลอง (Pretest -Posttest Disign with Nonequivalent Group) ซึ่งมีแผนการวิจัยดังนี้

กลุ่มทดลอง O_1 X O_2

กลุ่มควบคุม O_3 O_4 (Campbell 1966 : 21)

โดย X หมายถึง Treatment

O_1 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียนในกลุ่มทดลอง

O_2 หมายถึง การทดสอบหลังเรียนในกลุ่มทดลอง

O_3 หมายถึง การทดสอบก่อนเรียนในกลุ่มควบคุม

O_4 หมายถึง การทดสอบหลังเรียนในกลุ่มควบคุม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยกำหนดขั้นตอนดำเนินการทดลองไว้ดังนี้

1. ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือในการทดลอง

2. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัยมศึกษาปีที่5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ห้องเรียน มีนักเรียน จำนวน 96 คน ได้จากการเลือกโดยวิธีพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน

3. ทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับก่อนเรียนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ทั้งสองกลุ่ม

4. ทดลองสอนกลุ่มทดลองด้วยการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และสอนกลุ่มควบคุมด้วยการเรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. ไม่ใช้แบบฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ๆละ 3 คาบๆละ 50 นาที จำนวน 18 คาบ ตามตารางสอนของโรงเรียน โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่ม ในการทำปฏิบัติการเรื่องเดียวกันกลุ่มทดลองจะทำก่อนกลุ่มควบคุมเพื่อป้องกันการเลียนแบบการทดลอง

5. ทดสอบหลังเรียน (Posttest) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับหลังเรียน แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน แล้วตรวจคำตอบเพื่อนำคะแนนไปวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้แบบฝึกกับการเรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. แล้วเปรียบเทียบผลก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้สถิติ t - test ชนิด independent และ t - test ชนิด dependent ตามลำดับดังนี้

1. ใช้ t - independent ทดสอบความแตกต่างของคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

2. ใช้ t - dependent ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทาง;วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ Pretest - Posttest ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ทดสอบความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหาความเท่าเทียมกันของกลุ่มตัวอย่าง (วีนัส พีชวณิชย์ และสมจิต วัฒนาชยวกุล 2527 : 43) โดยใช้ F - test ดังสูตรต่อไปนี้

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{หรือ} \quad \frac{S_2^2}{S_1^2}$$

S_1^2 หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S_2^2 หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

โดยมี $df = n_1 - 1$ และ $df = n_2 - 1$

2. ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t - test ชนิด independent (วีนัส พีชวณิชย์ และ สมจิต วัฒนาชัยวกุล 2527 : 37) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระต่อกันในกรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังสูตรต่อไปนี้

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{Sp\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$\overline{X}_1$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}_2$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

S_p หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 2 กลุ่ม

n_1 หมายถึง จำนวนข้อมูลในกลุ่มทดลอง

n_2 หมายถึง จำนวนข้อมูลในกลุ่มควบคุม

โดยมี $df = n_1 + n_2 - 2$

3. **ในกรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างแตกต่างกันทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย** ดังสูตรต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ 2536 : 299)

$$t = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}{\frac{(S_1^2/n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(S_2^2/n_2)^2}{n_2 - 1}}$$

$\overline{X}_1$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\overline{X}_2$ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

S_1^2 หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S_2^2 หมายถึง ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

n_1 หมายถึง จำนวนข้อมูลในกลุ่มทดลอง

n_2 หมายถึง จำนวนข้อมูลในกลุ่มควบคุม

4. **ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์** ระหว่างคะแนนก่อนเรียน (Pretest) กับคะแนนหลังเรียน (Posttest) ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้ t ชนิด dependent เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างการวิจัยครั้งนี้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน (Dependent Samples) จึงใช้สูตรต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ 2536 : 301)

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

เมื่อกำหนดให้ D เป็น ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

n เป็นจำนวนคู่

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้แบบฝึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กับกลุ่มควบคุมที่เรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. โดยไม่ใช้แบบฝึก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ผู้วิจัยใช้วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยพิจารณาจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา ที่ไม่ได้เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2537 จำนวน 2 ห้องเรียนๆ ละ 48 คน รวมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 96 คน เนื่องจากระดับผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนทั้ง 2 ห้อง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2536 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2537 จากการทดสอบความแปรปรวนของคะแนนนักเรียนทั้งสองห้อง พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผู้วิจัยจึงใช้วิธีสุ่มอย่างง่ายให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองและอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 48 คน เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 48 คน เรียนแบบกำหนดแนวทางโดยวิธีของ สสวท. ไม่ใช้แบบฝึก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของคำนูณ สายแสงจันทร์ และแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของวิจิตร์ ลิ่มพานิชย์ การดำเนินการวิจัยจัดเป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลองโดยใช้รูปแบบการวิจัยที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมวัดก่อนหลังการทดลอง (Pretest - Posttest Design with

Nonequivalent group) เวลาที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 6 สัปดาห์ๆละ 3 คาบเรียน ๆ ละ 50 นาที รวม 18 คาบ ผู้วิจัย เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ และความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยหาค่า t (t - test) ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้คือ

1. นักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกำหนดแนวทางโดยวิธีของสสวท.ไม่ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกำหนดแนวทาง โดยวิธีของสสวท.ไม่ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกำหนดแนวทางโดยวิธีของ สสวท. ไม่ใช้แบบฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. นักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิดของตนเอง ในการแก้ปัญหาประกอบกับการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการทดลองเพื่อแก้ปัญหาด้วย ดังจะเห็นได้จากการที่นักเรียนมีความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบกำหนดแนวทาง และมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน (Posttest) สูงกว่าก่อนเรียน (Pretest) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียนเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นนักเรียนได้ระบุปัญหา กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ทำการทดลอง บันทึกผล และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง การเรียนด้วยวิธีการดังกล่าวได้เน้นให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทุกกระบวนการโดยอิสระ น่าจะส่งผลทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ต่างจากการเรียนแบบกำหนดแนวทางโดยวิธีของสสวท. ไม่ใช้แบบฝึก ซึ่งนักเรียนต้องทำการทดลองตามวิธีการที่กำหนดไว้ในแบบเรียน ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของสุรวุฒิ สุชินโรจน์ (2523) วรรณทิพา รอดแรงค้า (2528 : บทคัดย่อ) เนียม รัตนตรัยภพ (2531) นิรมิตร ภัทรสุวรรณกิจ (2535 : บทคัดย่อ) โรเม่ย์ (1968 : บทคัด-ย่อ) สตราวิตซ์และมาโลน (1987 : 53-61) ซึ่งพบว่าการฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด

คะแนนความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองไม่สูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์กับการเรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของสสวท. ไม่ใช้แบบฝึก นักเรียนได้ส่วนที่เป็นความรู้เนื้อหาเดียวกันมีกิจกรรมที่คล้ายคลึงกันแต่กลุ่มทดลองได้ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่ตนเองกำหนดขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมปฏิบัติการทดลองตามที่แบบเรียนกำหนดไว้ และความจำกัดเรื่องระยะเวลาที่ทำการวิจัยซึ่งนำมาเปรียบเทียบเพียง 6 สัปดาห์18 คาบเรียน ฉะนั้นการเรียนด้วยวิธีทั้งสองแบบจึงไม่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นิมิตร มาศเกษม (2517 : บทคัดย่อ) ยงยุทธ สายคง (2527 : บทคัดย่อ) ปราโมทย์ แก้วสุข (2528: บทคัดย่อ) เนียม รัตนตรัยภพ (2531) โอลาริ นอยด์ (1974 : บทคัดย่อ) บาร์ด (1975 : บทคัดย่อ) เฮาคูสและเพนนิค (1983 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยการจัดกิจ

กรรมการเรียนต่างกัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คะแนนความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองก็สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ครูได้กำหนดสถานการณ์ที่ทำให้นักเรียนเกิดปัญหาแล้วนักเรียนกำหนดปัญหา ระบุตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง บันทึกข้อมูล และสรุปผลด้วยตนเองทั้งหมด จากความเชื่อของบรูเนอร์ (อ้างถึงในกิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์ 2532 : 47) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ผลจากการที่นักเรียนได้รับภายหลังจากการค้นพบความรู้ด้วยตนเองส่งผลในแง่ความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแรงจูงใจภายในทำให้ความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองก็สูงกว่าก่อนเรียนด้วย ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับที่ รุจี โรจนประศาสน์ (2523 : บทคัดย่อ) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันในทางบวก กลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูง จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่ำ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของชูชาติ แพน้อย (2533 : บทคัดย่อ) ซึ่งพบว่านักเรียนที่เรียนโดยได้รับการฝึกด้วยชุดฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ในการนำการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในโอกาสต่อไป ควรปฏิบัติดังนี้คือ

1.1 ขั้นตอนกำหนดปัญหาก่อนการทดลองมีความสำคัญมาก ควรใช้วิธีอภิปรายในชั้นเรียนก่อนการทำปฏิบัติการ โดยครูให้ความช่วยเหลือตะล่อมการอภิปรายให้เข้าสู่ประเด็นสำคัญซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาได้มาก

1.2 เตรียมเครื่องมือปฏิบัติการทดลองไว้ในตู้อุปกรณ์ประ จำห้องทดลองเป็นเรื่องๆอย่างมีระเบียบหรือจัดใส่ตะกร้าอุปกรณ์ไว้เป็นเรื่องๆแต่ย้ำนักเรียนเสมอว่านักเรียนสามารถสับเปลี่ยนเลือกใช้อุปกรณ์ได้โดยอิสระ โดยต้องจัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อยหลังทำการทดลองเสร็จ

1.3 ขณะปฏิบัติการทดลองนักเรียนจะไม่ซักถามครู แต่มักจะมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กันเองภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่มซึ่งเป็นลักษณะที่ระดมสมองเสริมการเรียนรู้ ครูควรปล่อยให้นักเรียนมีอิสระเสรีในการปฏิบัติกิจกรรมได้ตามความคิดของตนเอง ถ้าครูเข้าไปมีบทบาทในกลุ่มปฏิบัติการกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จะส่งผลกระทบไปถึงการปฏิบัติการทดลองของกลุ่มอื่นที่อยู่ข้างเคียง สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนว่าเด็กกลุ่มอื่นจะขาดความเชื่อมั่นในการปฏิบัติการทดลองตามวิธีการทดลองที่ตนเองได้วางแผนออกแบบไว้

1.4 การเสริมแรง (Reinforcement) สำหรับการเรียนการสอนลักษณะนี้มีความสำคัญสูงมาก ครูก็มีโอกาสที่จะเสริมแรงแก่เด็กได้มากโดยเฉพาะในการให้นักเรียนได้รับทราบผลการทำงานของตน (Feedback) ในเวลาอันรวดเร็วหลังการปฏิบัติกิจกรรมครั้งหนึ่งๆครูควรรีบตรวจผลงานของนักเรียนและได้แจกคืนแก่นักเรียนก่อนปฏิบัติกิจกรรมครั้งต่อไป เพราะนักเรียนจะต้องการทราบว่าครูมีความเห็นต่อการทดลองของเขาอย่างไร การวิจารณ์อภิปรายการทดลองหน้าชั้นเพื่อเปรียบเทียบว่าการทำกิจกรรมของกลุ่มแต่ละกลุ่มเป็นอย่างไร ต้องระมัดระวังการเปรียบเทียบในเชิงคุณภาพ เพราะการที่ครูวิจารณ์ระบุว่าการออกแบบการทดลองของเขาไม่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของอีกกลุ่มหนึ่ง จะส่งผลให้ครั้งต่อไปนักเรียนกลุ่มนั้นจะไม่กล้าแสดงความคิดเห็นโดยอิสระ แต่จะเปลี่ยนไปใช้วิธีหาข้อมูลจากกลุ่มอื่นมากขึ้น เกิดการลอกเลียนแบบหรือเปรียบเทียบข้อมูลในการทดลองของกลุ่มตนเองกับกลุ่มอื่น

1.5 การปฏิบัติกิจกรรมในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทาง โดยใช้แบบฝึกนี้ใช้เวลามาก การจัดเวลาในการเรียนจึงควรจัดให้มีคาบคู่ไว้สำหรับการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าว เพื่อให้นักเรียนมีเวลาปรับตัวหรือยืดหยุ่นเวลาด้วยตนเองได้บ้าง จากการสังเกตพบว่าการปฏิบัติกิจกรรมดังกล่าวมีลักษณะเป็นปลายเปิด (Opened Laboratory) คือนักเรียนมักใช้วิธี

ทดลองแบบลองผิดลองถูกโดยในแบบฝึกชุดแรกๆจะใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้ แต่ในแบบฝึกชุดต่อไปนักเรียนจะปฏิบัติได้ถูกต้องดีขึ้นตามเวลาที่กำหนดให้ในแบบฝึกได้ดี ดังนั้นในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ละครั้ง ครูควรเน้นให้นักเรียนรักษาเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมให้เป็นไปตามที่กำหนดโดยเคร่งครัด กระตุ้นเรื่องการรักษาเวลาก่อนเริ่มการปฏิบัติกิจกรรมทุกครั้ง เพื่อนักเรียนได้กำหนดเวลาในการปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่างๆได้ดีขึ้นใช้เวลาที่สิ้นเปลื้องไปกับการลองผิดลองถูกน้อยลง

1.6 ในการตรวจรายงานการทดลองของครู คำแนะนำของครูที่เขียนลงในกระดาษรายงานการทดลองมีประโยชน์ต่อนักเรียนมากกว่าการให้คำแนะนำรวมๆหน้าชั้น อีกทั้งเป็นการเสริมแรง เป็นวิธีการให้คำแนะนำเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานักเรียนลอกเลียนแบบหรือเปรียบเทียบการทดลองกับกลุ่มปฏิบัติการทดลองอื่นๆที่อยู่ข้างเคียงด้วย

1.7 เมื่อให้เวลาเรียนในคาบคู่ปฏิบัติกิจกรรมจะเหลือเวลาเรียนอีก 1 คาบใน 1 สัปดาห์ ครูควรใช้เวลาคาบเดี่ยวที่เหลืออภิปรายให้ความรู้ในเอกสารอ่านประกอบ (เอกสารหมายเลข 3) ในแบบฝึกชุดที่ได้ปฏิบัติการผ่านมาเมื่อคาบคู่ เพื่อแก้ไขจุดอ่อนในด้านการให้เนื้อหาความรู้ที่อาจมีขึ้นในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึก เพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้เนื้อหาความรู้ในการเรียนแบบกำหนดแนวทางตามวิธีของ สสวท. โดยไม่ใช้แบบฝึก ซึ่งครูมักมีการอภิปรายหรือบรรยายสรุปตัวเนื้อหาความรู้ให้นักเรียน แต่ในการอภิปรายให้ความรู้ในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง ครูต้องไม่ลืมตั้งคำถามที่มีลักษณะจุดประกายความคิดให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะไปศึกษาค้นคว้าต่อด้วยตนเอง จนเกิดลักษณะ นิสัยอยากรู้อยากเห็นซึ่งเป็นคุณสมบัติของนักวิทยาศาสตร์เบื้องต้น

1.8 การปฏิบัติการเรื่องไฟฟ้าบางการทดลองต้องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ซึ่งมีความต่างศักย์ถึง 220 โวลต์ ซึ่งอาจเกิดอันตรายร้ายแรงแก่นักเรียนที่ปฏิบัติการทดลองได้เพื่อความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเรื่องไฟฟ้า จึงควรติดตั้งเครื่องอัตโนมัติไว้ประจำห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันอันตรายดังกล่าวด้วย

2. จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกมีความก้าวหน้าของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าการเรียนแบบกำหนดแนวทาง บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาควรมองเห็นประโยชน์ และคุณค่าของการพัฒนาการผลิตแบบฝึกเพื่อใช้ในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางในรายวิชาอื่นต่อไป

3. ครูผู้สอนควรตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะ กระบวณการวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน ตลอดจนการพัฒนาแบบฝึกเพื่อใช้ในการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางในรายวิชาอื่นซึ่งเป็นสาขาของวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การจัดการศึกษาทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาและนำการเรียนแบบไม่กำหนดแนวทางโดยใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เรียนโปรแกรมวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5ทั้งในโรงเรียนเดียวกันและต่างโรงเรียน โดยใช้เนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ เคมี หรือชีววิทยา เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาที่จะเกิดกับนักเรียน

2.ควรมีการพัฒนาแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์สำหรับเนื้อหาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องอื่นๆนอกเหนือจากเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

3. ควรมีการวิจัยติดตามผลเกี่ยวกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาความคงทนด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์. หลักสูตรและการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา . คำบรรยายและเอกสารการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2524.

กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์. การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสืบเสาะความรู้ . คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2532.

กิ่งฟ้า สินธุวงศ์ และละออ แสนศักดิ์. พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ . ประมวลสาระชุดวิชา 22714 สารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2536 .

กันยา สุทธินิเทศก์. ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้วิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2507.

เกียรติชัย ปิยะวงศ์สมบูรณ์ . การสร้างแบบฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ม.3) โรงเรียนสตรีราชินูทิศ จังหวัดอุดรธานี . ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2524.

คณะกรรมการคุรุสภากรุงเทพมหานคร. คู่มือเลื่อนระดับ ปรับตำแหน่งข้าราชการครูเล่ม 2 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วชิรินทร์สาสน์ , 2537

คณะอนุกรรมการการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ทักษะระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ . กรุงเทพฯ, 2525.

คำนูณ สายแสงจันทร์. การสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา ในท้องที่การศึกษา 11 . ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2526 .

จินตนา ราชรองเมือง. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบสวนสอบสวน วิธีแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ . ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร , 2516 .

ชูชาติ แพน้อย. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเซิมพิทยาคม โดยใช้ชุดฝึกทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพมหานคร : 2533.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. ระบบสื่อการสอน : 2528 (เอกสารอัดสำเนา)

ชัยวัฒน์ คุประตกุล. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . ประมวลสาระชุดวิชา 22714 สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2536.

ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการสอนวิทยาศาสตร์และทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2523 .

ดาราวรรณ เหลืองอร่ามโชติ. การศึกษาเปรียบเทียบทัศนคติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 5 ของนักเรียนชั้น ม. 3 และม.ศ.3 จากโรงเรียนในเขตกรุงเทพมหานคร. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2524.

ทบวงมหาวิทยาลัย, คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ , 2525 .

ทัศนีย์ ผงผ่าน. การศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูและการเปลี่ยนแปลงด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร สสวท. จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2524 . ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม , 2525 .

ธีระชัย ปูรณโชติ. ประวัติ ปรัชญา และวัฒนธรรมทางวิทยาศาสตร์ . ประมวลสาระชุดวิชา 22714 สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2536.

ธงชัย ชิวปรีชา. การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ . ประมวลสาระชุดวิชา 22714 สารัตถะแลวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2536.

นิรมิตร ภัทรสุวรรณกิจ. ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ชุดการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ .วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2535.

นงนุช วรรธนวหะ. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีแก้ปัญหาความคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยการศึกษาประสานมิตร , 2514.

เนียม รัตนตรัยภพ. ผลการใช้แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2531.

ประสานวงศ์ บูรณะพิมพ์. การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่รูปแบบการคัดต่างกันในโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัย . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2527.

ประศาสน์ ชุ่มนาเสียว. การสร้างเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 . ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2533.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแนวการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้น ม.3 . ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี-นครินทรวิโรฒประสานมิตร , 2528.

ผกามาศ วรานุสันติ . ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามการประเมินของครู . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2524.

พิทักษ์ รักษพลเดช. นโยบายการศึกษาฝ่ายวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สตรีเนติศึกษา,2513.

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. การพัฒนาการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์. ประมวลสาระชุดวิชา 22714 สารัตถะและวิทยวิธีทางวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ,2536.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ และสำลี ทองธิว. การวิจัยการศึกษา : หลักและวิธีการสำหรับนักวิจัย . กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2527.

ยงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง . ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี-นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2527.

โยธิน ศรีโสภา การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ พุทธศักราช2521. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ-โรฒ ประสานมิตร , 2524.

รุจี โรจนประศาสน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เขตการศึกษา 2 . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2523 .

วันดี เกษรมาลา. เปรียบเทียบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ป.กศ.สูงระหว่างนักศึกษาที่เรียนวิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักศึกษาที่เรียนวิชาเอกสังคม ในกลุ่ม

วิทยาลัยครูภาคตะวันตก. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2524.

วรรณดี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2522 .

วรรณทิพา รอดแรงค้า. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาองค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ในการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และการใช้ทักษะขั้นผสมเพื่อช่วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประสบความสำเร็จในการเรียนวิทยาศาสตร์ . กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528.

วิจิตร์ ลิ่มพานิชย์. การเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4ที่มีระดับสติปัญญาตามแบบของเปียเจท์ต่างกัน . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2528.

วิฑูร ธรรมศักดิ์ และคณะ. วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ม.4-5-6 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อินเดียสโตร์ , 2528.

วีนัส พีชวณิชย์ และสมจิต วัฒนาชยวกุล. สถิติสำหรับสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประกายพรึก , 2527.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา , 2520.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว ,2534.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 5 ว305 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 . กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ประชาชนจำกัด , 2533

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่ม 4 ว023. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว , 2535.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หนังสือแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก . กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2534.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. แบบฝึกกิจกรรมวิชาวิทยาศาสตร์ ว017โครงงานวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว , 2536.

สมชัย โกมล และคณะ. การสร้างชุดการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สำหรับครู . คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2525.

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ . การจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนร่วมมือกัน. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช , 2536 .(เอกสารอัดสำเนา)

สุจินต์ วิศวธีรานนท์ . เอกสารการสอนชุดพื้นฐานการศึกษา . สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช . 2525 .

สุนันท์ สังข์อ่อง. สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการสอนวิทยาศาสตร์ . เอกสารประกอบการศึกษาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ 531 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2536.

สุรวุฒิ สุชินโรจน์. เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งเรียนด้วยการสอนแบบสืบสวนที่มีคำแนะนำปฏิบัติการและไม่มีคำแนะนำปฏิบัติการ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2533.

สุวิมล ชอบทำกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เขตการศึกษา 2 . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2523.

สุวัฒน์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์วัฒนาพา-นิช, 2517

เสงี่ยม วิไลนุวัฒน์. ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3ในจังหวัดนครราชสีมา . ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรี-นครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2527.

อนันต์ จันทร์กวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ.2 และ ม.2. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอกมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2533.

อนันต์ ศรีโสภา. การพัฒนาการทดสอบ. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,2525.

AAAS. American Association for the Advancement of Science. Science A Process Approach, Guide for Teacher , 1974.

Anderson , Han O. Reading in Science Education for the Secondary School . New York : The Macimillan Company , 1969.

Bard , E.D. "Development of Variable - Step Programed System of Instruction for College Physical Science". Dissertation Abstract International . 35 (March 1975):5947-A , 1975.

Billieh , Victor Y. and George A. Zakhariadies. The Developmental and Application of Scale for Measuring Scientific Attitudes, Science Education .1975 , 59 (2) : 55-164.

Campbell , D.T and Stanley , J.C. Experimental and quasi - Experimental Designs. for Research. Chicago : Rand Mc Nally , 1966.

Dewey , John. Democracy and Education an Introduction to the Philosophy of Education. New York : The Free Press , 1975.

Doran , Rodney L. Measuring the Processes of Science Objectives. Science Education . 1978, 62: 19-30.

Dressel , Paul L. Critical Thinking the Goal of Education. The Journal of the Education Association. 1955 , 44 (10) : 418 - 420.

Dressel P.G. and Others . Comprehensive Examinations in a Program of General Education (Michigan State University Press , 1949) Quoted in Rodney L. Doran ; Measuring the Processes of Science Objectives. Science Education .1978 62:19.

Hauskoos , Gerry D. and Penick , Jonh E. The Influence of Classroom Climate on Science Process and Content Achievement of Community College Student. Journal of Research in Science Teaching . 1983 , 20 (7) : 629- 637.

Hendicks , John Ira , Jr. The comparative effect of twelve weels of the science curriculum improvment study and textbook approach on achievement , attitude toward science , and scientific curriosity for selected rural disadventage fifth grade students. Dissertation Abstracts International .1978, 39 (5) : 2853-A.

Jacknicke , Kenneth Gordon. A Comparision of Teacher and Student outcomes of Science A Process Approach and Alternative Program in Selected Grade Two Classrooms. Disseration Abstracts International. 1975 ,36(5):2930-A.

John , K.W. A Comparison of Two Methods of Teaching Eighth Grade General Science Traditional and Structured Problem Solving. Dissertation Abstracts International. 1966, 24(10) : 994-995A.

Kahn , P. An Experimental Study of Determine the Effect of a Selected Procedure for Teaching the Scienctific Attitudes to Seventh snd Eighth Grade Boys Through the Use of Current Events in Science. Science Education.1962, 46 : 115-127.

Mahan,Luther A. Which Extreme Variant of the Problem - Solving Method of Teaching Should be more Characteristic of the many teacher Variations of Problem Solving Teaching. Science Education. 1970 , 54(10 - 12) : 309-316.

Nabor , Donald G . A Compatative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Pupils at the Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self - Contained International Process.1975,36(12): 3241A.

National Society for the Study of Education. Rethinking Science Education , Quoted in Nathan S ,Waston. Teaching Science Creatively. (Philadelphia : W.B. Sauders Co.,1967) 1960, P.43.

Norton , R.E. A developmental Study in Assessing Childrens Ability to Solve Problems in Science. Dissertation Abstracts International. 1972 , 22 (40) : 3550.

Olarinoye , Raphel Dale. Comparative Study of the Effectiveness of there Methods of Teaching a Secondary School Physic Course in a Nigerian Secondary School. Dissertation Abstracts International. 1974 , 39 (2).

Pedilla , Michael J. Okey , James R. and Gerald , Dillashaw F. The relationship between Science Process Skills and formal Thinking. Journal of Research in Science teaching. 1983 , 20 (3) : 239-246.

Peterson , Kenneth Dale. An Experimental Evaluation of a Science Inquiry Traning Program for High School Students . Dissertation Abstracts International. 1977 , 37 (3):5728-A.

Riley , josep Phillip. The Effect of Science Process Skills Abilities , Understanding of Science and Science Teaching. Dissertation Abstracts International. 1975 , 35(8): 5152-A.

Romey , Willian D. Inquiry Techniques for teching Science. New Jersey : Prentice - Hall ,1968.

Russel , J. and Chiapetta , Eugenel. The Effects of a Problem Solving Strategy on the Achievement of Earth Science Study . Journal of Research in Science Teaching . 1981, 18 (1) : 295 - 301.

Strawitz , Barbara M. Open-Mindedness and Attitudes about Teaching Science . Journal of Research in Science Teaching. 1977 , 14 (6) : 545 - 549.

Strawitz , B.M. and M.R.malone ."Preservice Teacher's Acquisition and Retention of Integrates Science Process Skills : A Comparision of Teacher - Directed and Self - Instructional Strategies" . Journal of Research in Science Teaching. 24 (January 1987) : 53-60,1987.

Srollberg , R.J. Problem Solving , The Precious Gem in Science Teaching . Science Teacher. 1956 , 23 (9) : 225 - 228 .

Sund , Robert B. and Trobridge , Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio : Charles e. Merrill Publishing Co,1967.

Washton , Nathan S. Teaching Science Creatively. Philadelphia : W.B.saunders Co, 1967.

Weber , Mavin C. The Influence of the Science Curriculum Improvement Study on the Learner a Operational Utilization of Science Processes. Dissertation Abstracts International . 1972 , 32 (7) : 3583-A.

Welch , W.W. The development of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Process of Science, " Doctoral Dissertation , University of Wisconsin ,1966.Quoted in Marshall A. Nay and Associates", A Process Approach of Teaching Science . Science Education 1971 , 55 (4-6): 198.

Wideen , Marvin Frand. A Product Education of Science A Process Approach . Dissertation Abstracts International. 1972 , 32 (1) : 2583-A.

Wooburn , John H. and Obourn , Ellsworth S. Teaching the Pursuit of Science. New York : The Macmillan Co, 1965.

ภาคผนวก ก

การหาประสิทธิภาพแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การหาประสิทธิภาพของแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (คณะกรรมการคุรุสภากรุงเทพมหานคร 2537)

ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบฝึก ตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2 เท่ากับ 80 / 80 หาได้ดังนี้คือ

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายแบบฝึก (เอกสารหมายเลข 4) ได้ถูกต้อง

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 80 ของคะแนนที่นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการฝึก (Posttest) ได้ถูกต้อง

สูตรที่ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของแบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์ คือ

$$E_1 = \frac{(\Sigma X) / N}{A} \times 100$$ (คณะกรรมการคุรุสภากรุงเทพฯ 2537)

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ (คะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

ΣX หมายถึง คะแนนรวมของแบบทดสอบท้ายแบบฝึกที่ผู้เรียนปฏิบัติได้

A หมายถึง ผลรวมคะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายแบบฝึกทุกชุด

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{(\Sigma X) / N}{B} \times 100$$ (คณะกรรมการคุรุสภากรุงเทพฯ 2537)

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (คะแนนเฉลี่ยเป็นร้อยละของนักเรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน)

ΣX หมายถึง คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน

B หมายถึง ผลรวมคะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N หมายถึง จำนวนผู้เรียน

ตารางผนวกที่ 1 ประสิทธิภาพของแบบฝึกการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขั้นภาคสนาม

นักเรียนคนที่	คะแนนท้ายแบบฝึก (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)
1	47.5	34
2	55.5	35
3	54.5	35
4	49.5	33
5	45.0	30
6	46.5	30
7	50.5	36
8	53.5	33
9	52.5	37
10	51.0	34
11	54.5	29
12	43.0	29
13	55.0	34
14	47.0	33
15	47.0	32
16	48.0	35
17	47.0	35
18	45.0	29
19	51.5	33
20	50.0	32
21	47.5	34
22	47.0	31
23	44.5	29
24	45.0	36

ตารางผนวกที่ 1 ประสิทธิภาพของแบบฝึกการแก้ปัญหา ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ขั้นภาคสนาม (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนท้ายแบบฝึก (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)
25	45.5	29
26	48.5	35
27	47.0	28
28	40.0	34
29	47.0	32
30	48.5	33
31	48.0	37
32	50.0	32
33	47.0	31
34	49.0	30
35	49.5	30
36	50.5	31
37	49.5	28
38	45.0	33
39	51.0	34
40	52.0	32
41	50.0	28
42	45.5	31
43	48.5	32
44	51.0	30
45	49.5	29
46	47.5	31
47	47.5	28
48	48.5	31
รวม	2334.5	1537
เฉลี่ย	48.635	32.02
คิดเป็นร้อยละ	81.06	80.05

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1. หาค่าความยากง่ายและอำนาจของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ (Item Analysis) ใช้เทคนิค 27 เปอร์เซนต์ แบ่งเป็นกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ ใช้สูตรต่อไปนี้

$$P = \frac{R_H + R_L}{N}$$ (อนันต์ ศรีโสภา 2525)

P หมายถึง ความยากง่ายของแบบทดสอบรายข้อ

R_H หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N หมายถึง จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$ (อนันต์ ศรีโสภา 2525)

r หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

R_H หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H หมายถึง จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

2. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับ ใช้สุตร Kuder - Richardson (KR - 20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}(1 - \frac{pq}{S^2})$$ (อนันต์ ศรีโสภา , 2525)

r_{tt} หมายถึง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n หมายถึง จำนวนข้อของแบบทดสอบ

pq หมายถึง ผลคูณของสัดส่วนนักเรียนที่ตอบถูกและผิดในแต่ละข้อ

S^2 หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนจากแบบทดสอบ

ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

ข้อ	R_H	R_L	P	r
1	41	22	.77	.24
2	45	23	.79	.43
3	19	10	.35	.71
4	28	12	.52	.43
5	25	10	.47	.24
6	34	14	.64	.43
7	46	20	.71	.21
8	29	11	.54	.43
9	48	21	.69	.71
10	27	10	.50	.71
11	26	13	.49	.24
12	49	23	.52	.41
13	34	16	.64	.35
14	30	15	.57	.24
15	28	13	.53	.50
16	14	5	.26	.71
17	28	13	.52	.35
18	20	9	.38	.21
19	44	20	.80	.24
20	30	12	.57	.28

ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับทดสอบก่อนเรียน (Pretest) (ต่อ)

ข้อ	R_H	R_L	P	r
21	8	4	.21	.30
22	24	9	.45	.24
23	42	19	.79	.71
24	30	12	.57	.47
25	32	21	.60	.44
26	33	22	.62	.71
27	34	23	.64	.43
28	3	24	.68	.43
29	52	24	.80	.26
30	21	8	.40	.71
31	40	18	.76	.43
32	31	13	.59	.41
33	22	11	.42	.24
34	10	6	.21	.43
35	39	17	.74	.32
36	19	9	.36	.29
37	37	17	.70	.43
38	48	23	.76	.71
39	41	17	.77	.43
40	40	17	.76	.71

ตารางผนวกที่ 3 อัตราส่วนที่นักเรียนตอบถูก (p) และอัตราส่วนที่นักเรียนตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	*p*	*q*	*pq*
1	.50	.50	.2500
2	.50	.50	.2500
3	.64	.36	.2304
4	.48	.52	.2496
5	.70	.30	.2100
6	.56	.44	.2464
7	.65	.35	.2275
8	.44	.56	.2464
9	.44	.56	.2464
10	.68	.32	.2176
11	.44	.56	.2464
12	.51	.49	.2499
13	.70	.30	.2100
14	.45	.55	.2475
15	.61	.39	.2379
16	.71	.29	.2059
17	.75	.56	.1875
18	.44	.56	.2464
19	.51	.49	.2499
20	.47	.53	.2491

ตารางผนวกที่ 3 อัตราส่วนที่นักเรียนตอบถูก (p) และอัตราส่วนที่นักเรียนตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	*p*	*q*	*pq*
21	.53	.47	.2491
22	.47	.53	.2491
23	.52	.48	.2496
24	.51	.49	.2499
25	.52	.48	.2496
26	.48	.52	.2496
27	.53	.47	.2491
28	.50	.50	.2500
29	.47	.53	.2491
30	.52	.48	.2496
31	.45	.55	.2475
32	.50	.50	.2500
33	.44	.56	.2464
34	.50	.50	.2500
35	.53	.47	.2491
36	.52	.48	.2496
37	.50	.50	.2500
38	.53	.47	.2491
39	.45	.55	2475
40	.51	.49	.2499
	Σ pq =	9.6886	

r_{tt} = 0.85

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับทดสอบหลังเรียน (Posttest)

ข้อ	R_H	R_L	P	r
1	43	21	.78	.24
2	45	22	.79	.43
3	20	11	.35	.70
4	29	12	.52	.44
5	26	10	.46	.24
6	34	15	.64	.43
7	47	22	.71	.21
8	29	12	.54	.44
9	49	20	.69	.70
10	29	11	.51	.71
11	27	12	.48	.24
12	49	23	.52	.41
13	35	17	.64	.35
14	30	16	.57	.24
15	29	12	.53	.50
16	14	5	.26	.71
17	27	15	.53	.35
18	22	10	.39	.21
19	44	20	.80	.24
20	31	11	.57	.28

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ฉบับทดสอบหลังเรียน (Posttest) (ต่อ)

ข้อ	R_H	R_L	P	r
21	10	7	.21	.30
22	26	10	.45	.25
23	42	21	.79	.71
24	30	12	.58	.47
25	33	13	.60	.44
26	34	14	.62	.71
27	35	16	.64	.43
28	37	17	.69	.44
29	52	23	.80	.26
30	20	8	.40	.71
31	42	17	.76	.43
32	32	13	.59	.41
33	22	11	.42	.24
34	13	9	.22	.44
35	39	17	.74	.32
36	19	10	.36	.29
37	37	17	.70	.43
38	48	23	.76	.71
39	41	17	.77	.43
40	40	17	.76	.71

ตารางผนวกที่ 5 อัตราส่วนที่นักเรียนตอบถูก (p) และอัตราส่วนที่นักเรียนตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	*p*	*q*	*pq*
1	.51	.49	.2499
2	.49	.51	.2499
3	.62	.38	.2356
4	.47	.53	.2491
5	.71	.29	.2059
6	.57	.43	.2451
7	.65	.35	.2275
8	.41	.59	.2419
9	.45	.55	.2475
10	.67	.33	.2211
11	.40	.60	.2400
12	.49	.51	.2499
13	.67	.33	.2211
14	.45	.55	.2475
15	.63	.37	.2331
16	.71	.29	.2059
17	.72	.28	.2016
18	.44	.56	.2464
19	.52	.48	.2496
20	.45	.55	.2475

ตารางผนวกที่ 5 อัตราส่วนที่นักเรียนตอบถูก (p) และอัตราส่วนที่นักเรียนตอบผิด (q) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับทดสอบหลังเรียน (Posttest) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

ข้อ	*p*	*q*	*pq*
21	.52	.48	.2496
22	.48	.52	.2496
23	.52	.48	.2496
24	.50	.50	.2500
25	.53	.47	.2491
26	.46	.54	.2484
27	.53	.47	.2491
28	.51	.49	.2499
29	.45	.55	.2475
30	.53	.47	.2491
31	.43	.57	.2451
32	.51	.49	.2499
33	.45	.55	.2475
34	.49	.51	.2499
35	.51	.49	.2499
36	.52	.48	.2496
37	.49	.51	.2499
38	.53	.47	.2491
39	.46	.54	2484
40	.53	.47	.2491
	Σ pq =	9.6964	

r_{tt} = 0.86

ภาคผนวก ค

การบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางผนวกที่ 6 คะแนนความก้าว หน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

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

ตารางผนวกที่ 6 คะแนนความก้าว หน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
27	13	28	15
28	16	27	11
29	22	33	11
30	11	30	19
31	21	30	9
32	20	32	12
33	12	25	13
34	18	24	6
35	14	25	11
36	23	31	8
37	12	26	14
38	14	33	19
39	15	27	12
40	19	32	13
41	16	22	6
42	15	26	11
43	19	27	8
44	17	24	7
45	12	20	8
46	17	25	8
47	14	22	8
48	14	25	11
รวม			568
$\overline{X}$			11.83
S.D			4.194

ตารางผนวกที่ 7 คะแนนความก้าว หน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	11	33	22
2	14	33	19
3	15	31	16
4	14	21	7
5	13	32	19
6	18	32	14
7	16	35	19
8	18	30	12
9	17	25	8
10	15	25	10
11	14	23	9
12	12	24	12
13	17	30	13
14	18	37	19
15	15	30	15
16	23	32	9
17	19	27	8
18	21	39	18
19	11	18	7
20	17	24	7
21	15	23	8
22	18	30	12
23	20	32	12
24	19	30	11
25	22	39	17
26	16	29	13

ตารางผนวกที่ 7 คะแนนความก้าว หน้าของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
27	16	26	10
28	18	26	8
29	25	35	20
30	16	32	16
31	17	35	18
32	16	32	16
33	11	22	11
34	12	20	8
35	17	30	13
36	18	32	14
37	14	24	10
38	16	26	10
39	19	26	7
40	13	23	10
41	14	28	14
42	15	24	9
43	21	26	5
44	15	22	7
45	9	18	9
46	8	15	7
47	17	22	5
48	21	24	4
รวม			567
$\overline{X}$			11.81
S.D.			4.443

$t = 0.28$

ตารางผนวกที่ 8 คะแนนความก้าวหน้า ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	19	23	4
2	20	24	4
3	19	23	4
4	20	24	4
5	11	17	6
6	15	21	6
7	15	18	3
8	17	23	6
9	19	21	2
10	17	21	4
11	20	23	3
12	20	25	5
13	20	22	2
14	13	18	5
15	15	20	5
16	10	27	17
17	10	15	5
18	12	16	4
19	12	21	9
20	9	13	4
21	11	16	5
22	7	17	10
23	15	18	3
24	12	17	5
25	9	21	12
26	14	24	10

ตารางผนวกที่ 8 คะแนนความก้าวหน้าของ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มทดลอง (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
27	17	22	5
28	12	22	10
29	14	17	3
30	11	27	16
31	20	24	4
32	15	19	4
33	10	17	7
34	10	13	3
35	12	24	12
36	19	21	2
37	10	19	9
38	15	18	3
39	14	18	4
40	13	21	8
41	12	22	10
42	15	19	4
43	13	17	4
44	12	16	4
45	10	23	13
46	10	15	5
47	6	9	3
48	12	16	4
รวม			284
$\overline{X}$			5.92
S.D.			3.584

ตารางผนวกที่ 9 คะแนนความ ก้าวหน้าของทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	27	33	6
2	28	33	5
3	28	31	3
4	15	21	6
5	28	32	4
6	25	32	7
7	29	35	6
8	24	30	6
9	21	25	4
10	20	25	5
11	21	23	2
12	19	24	5
13	25	30	5
14	29	37	8
15	23	30	7
16	27	32	5
17	23	27	4
18	31	39	8
19	16	18	2
20	17	24	7
21	17	23	6
22	27	30	3
23	21	32	11
24	22	30	8
25	28	39	11
26	15	16	1

ตารางผนวกที่ 9 คะแนนความก้าว หน้าของทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
27	15	16	1
28	8	12	4
29	14	15	1
30	18	24	6
31	18	19	1
32	17	18	1
33	8	10	2
34	10	12	2
35	9	10	1
36	15	20	5
37	7	9	2
38	8	10	2
39	8	9	1
40	14	16	2
41	21	22	1
42	10	12	2
43	13	14	1
44	11	12	1
45	17	19	2
46	10	13	3
47	8	10	2
48	12	16	4
รวม			192
$\overline{X}$			4.00
S.D.			2.674

$t = 2.97$ *

ตารางผนวกที่ 10 คะแนนความ ก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	144	152	8
2	119	125	6
3	120	121	1
4	106	110	4
5	120	128	8
6	133	139	6
7	127	135	8
8	136	138	2
9	119	130	11
10	121	139	18
11	137	142	5
12	121	139	18
13	106	119	13
14	133	140	7
15	125	130	5
16	122	129	7
17	107	119	12
18	135	138	3
19	136	150	14
20	127	129	2
21	119	120	1
22	134	138	4
23	116	138	22
24	125	126	1
25	131	137	6
26	119	128	9

ตารางผนวกที่ 10 คะแนนความก้าว หน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
27	136	152	16
28	126	136	10
29	133	144	11
30	127	137	10
31	127	130	3
32	123	130	7
33	113	137	24
34	139	150	11
35	126	127	1
36	135	137	2
37	123	129	7
38	139	144	5
39	130	140	10
40	152	161	9
41	126	134	8
42	136	143	7
43	135	139	4
44	157	167	10
45	127	132	5
46	125	134	9
47	128	133	5
48	118	128	10
รวม			385
$\overline{X}$			8.02
S.D.			5.279

ตารางผนวกที่ 11 คะแนนความ ก้าวหน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มควบคุม

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
1	124	127	3
2	109	110	1
3	128	133	5
4	127	128	1
5	125	126	1
6	128	130	2
7	146	150	4
8	123	124	1
9	129	131	2
10	128	130	2
11	140	143	3
12	137	140	3
13	106	108	2
14	160	166	6
15	119	120	1
16	125	130	5
17	118	120	2
18	134	135	1
19	138	140	2
20	121	123	2
21	129	130	1
22	132	133	1
23	138	140	2
24	120	122	2
25	122	126	4
26	137	140	3

ตารางผนวกที่ 11 คะแนนความก้าว หน้าของเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มควบคุม (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน		
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง
27	139	141	2
28	127	132	5
29	144	145	1
30	129	130	1
31	117	127	10
32	120	121	1
33	126	127	1
34	140	141	1
35	104	107	3
36	136	138	2
37	108	128	20
38	137	140	3
39	140	142	2
40	121	125	4
41	105	107	2
42	126	127	1
43	135	138	3
44	116	117	1
45	130	135	5
46	129	131	2
47	124	126	2
48	120	123	3
รวม			137
$\overline{X}$			2.85
S.D.			3.436

$t = 5.89^{*}$

ตารางผนวกที่ 12 คะแนนทักษะกระบวน การทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	21	23
2	20	24
3	20	23
4	21	24
5	16	17
6	17	23
7	15	18
8	23	23
9	20	21
10	18	21
11	22	23
12	24	25
13	21	22
14	16	18
15	18	20
16	11	27
17	17	15
18	17	16
19	14	21
20	10	13
21	14	16
22	7	17
23	13	18
24	18	17
25	9	21

ตารางผนวกที่ 12 คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
26	15	24
27	21	22
28	17	17
29	13	22
30	13	27
31	21	24
32	16	19
33	10	17
34	13	13
35	13	24
36	20	21
37	10	19
38	16	18
39	19	18
40	13	21
41	14	22
42	18	19
43	17	17
44	17	16
45	10	23
46	16	15
47	9	9
48	15	16
รวม	768	949
$\overline{X}$	16	19.77
ร้อยละ	53.33	65.90

S.D = 4.575

t = 5.39 *

ตารางผนวกที่ 13 คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	144	152
2	126	125
3	120	121
4	106	110
5	116	128
6	133	139
7	148	135
8	142	138
9	131	130
10	136	139
11	137	142
12	141	139
13	116	119
14	143	140
15	129	130
16	125	129
17	127	119
18	147	138
19	136	150
20	127	129
21	119	120
22	134	138
23	146	138
24	125	126
25	131	137

ตารางผนวกที่ 13 คะแนนเจตคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน (Pretest) กับหลังเรียน (Posttest) ของกลุ่มทดลอง

นักเรียนคนที่	คะแนน	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	144	152
2	126	125
3	120	121
4	106	110
5	116	128
6	133	139
7	148	135
8	142	138
9	131	130
10	136	139
11	137	142
12	141	139
13	116	119
14	143	140
15	129	130
16	125	129
17	127	119
18	147	138
19	136	150
20	127	129
21	119	120
22	134	138
23	146	138
24	125	126
25	131	137

ภาคผนวก ง

แบบฝึกเพื่อเสริมวิธีการทางวิทยาศาสตร์

รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง

ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คู่มือครู
กิจกรรมเสริม

คำชี้แจงสำหรับครู

แบบฝึกชุดนี้เกี่ยวกับความรู้เรื่องการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ศึกษาขั้นตอนต่างๆของวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และฝึกทักษะของแต่ละขั้นตอนเหล่านั้น จนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในบทเรียนเรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวกได้ด้วยตนเอง

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

แจกแบบฝึกชุดนี้ให้นักเรียนเป็นรายบุคคล ในแบบฝึก 1 ชุดจะประกอบด้วย

1. อ่านประกอบ เรื่อง การตั้งสมมติฐานและตัวแปร
2. เอกสารอ่านประกอบ เรื่อง การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกิจกรรมเสริมทักษะ 2 กิจกรรม

การจัดชั้นเรียน

ให้นั่งเรียนในห้องตามปกติ

การประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจในการทำกิจกรรม
2. ตรวจจากกระดาษคำตอบของกิจกรรม

เวลาที่ใช้

ศึกษาเอกสารอ่านประกอบ 20 นาที

กิจกรรมเสริมทักษะชุดที่ 1 15 นาที

กิจกรรมเสริมทักษะชุดที่ 2 15 นาที

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สำหรับกิจกรรมนี้ไม่มีคะแนน เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ฝึกจำแนกขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ครูต้องรีบตรวจกระดาษคำตอบของนักเรียน ถ้านักเรียนคนใดยังจำแนกไม่ได้ ให้แบบฝึกชุดนี้ไปศึกษาที่บ้านจนกว่าจะเข้าใจก่อนการเรียนครั้งต่อไป

คู่มือการเรียน

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้ศึกษาขั้นตอนต่างๆของวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะของแต่ละขั้นตอนเหล่านั้นจนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาแบบฝึกนี้จบแล้วผู้เรียนควรจะสามารถ

1. ระบุปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้
2. ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตามได้
3. สร้างสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
4. ออกแบบการทดลองจากสมมติฐานที่กำหนดขึ้น
5. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่กำหนด

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ศึกษาเอกสารอ่านประกอบ เรื่องการตั้งสมมติฐานและตัวแปร
2. ศึกษาเอกสารอ่านประกอบ เรื่องการแก้ปัญหาโดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทำกิจกรรมเสริมทักษะ 2 กิจกรรม

เวลาที่ใช้

1. ศึกษาเอกสารอ่านประกอบ 20 นาที
2. ทำกิจกรรมเสริมทักษะชุดที่ 1 15 นาที
3. ทำกิจกรรมเสริมทักษะชุดที่ 2 15 นาที

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สำหรับแบบฝึกชุดนี้นัก เรียนจะต้องทำความเข้าใจและฝึกจำแนกขั้นต้อนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนที่จะเริ่มเรียนแบบฝึกชุดต่อไป ถ้ายังไม่เข้าใจและยังจำแนกขั้นตอนต่างๆไม่ได้ควรจะนำแบบฝึกชุดนี้ไปศึกษาด้วยตนเอง

การตั้งสมมติฐาน

สมมติฐาน คือ ข้อความที่เป็นไปได้ซึ่งตั้งขึ้นโดยยังไม่มีการทดสอบรับรองหรือเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงทั้งหลายที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้นๆ

เนื่องจากสมมติฐานยังไม่ทดสอบยืนยันว่าจริงหรือไม่ สมมติฐานจึงอาจผิดทั้งหมดถูกทั้งหมดหรือถูกบ้างผิดบ้างก็ได้ในบางส่วน เมื่อตั้งสมมติฐานแล้วก็จะต้องมีการทดลองหาข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐานนั้นๆถ้าข้อมูลที่ได้ผลตรงข้ามกับสมมติฐาน สมมติฐานนั้นก็จะถูกยกเลิกไปแต่ถ้าข้อมูลสนับสนุนเพียงบางส่วนสมมติฐานก็จะถูกปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดสอบโดยการทดลองครั้งต่อๆไป สมมติฐานที่ได้รับการทดสอบยืนยันว่าเป็นความจริงแล้วก็อาจจะกลายเป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎี ก็แล้วแต่กรณีดังตัวอย่างต่อไปนี้

เมื่อกรอกน้ำใส่สายพลาสติกประมาณครึ่งสาย จับปลายทั้งสองข้างให้อยู่ในระดับเดียวกันสังเกตดูจะเห็นว่าระดับน้ำทั้งสองข้างเท่ากัน เมื่อยกปลายทางขวาให้สูงขึ้นกว่าปลายทางซ้าย หรือยกปลายทางด้านซ้ายให้สูงเพิ่มขึ้นก็พบว่าระดับน้ำทั้งสองข้างอยู่ในระดับเดียวกันเสมอจากผลที่สังเกตได้ถ้าเราต้องการทราบว่าของเหลวชนิดอื่นๆจะรักษาระดับเหมือนน้ำหรือไม่โดยยังไม่ได้ทำการทดลองก็อาจตังสมมติฐานว่า *ของเหลวทุกชนิดจะรักษาระดับเช่นเดียวกันกับน้ำ* ต่อไปก็ทดลองดูว่าสมมติฐานที่ตั้งนี้เป็นจริงหรือไม่ โดยการเอาของเหลวชนิดต่างๆมาทดลองเช่นเดียวกับน้ำ ถ้าผลปรากฏว่าของเหลวทุกชนิดที่นำมาทดลองรักษาระดับเช่นเดียวกับน้ำสมมติฐาน ที่ตั้งขึ้นก็กลายเป็นหลักการขึ้นมา

สมมติฐานที่ดีควรมีขอบเขตกว้างขวางครอบคลุมประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหาให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น เรามีประสบการณ์เพียงว่าน้ำตาลทรายจะละลายในน้ำได้ และจะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น ถ้าอยากทราบต่อไปว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆจะเป็นไปทำนองเดียวกันหรือไม่ก็ตั้งสมมติฐานว่า *น้ำตาลทุกชนิดจะละลายในน้ำได้และจะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าในน้ำเย็น* การตั้งสมมติฐานแค่นี้อาจจะใช้ได้แต่ก็อยู่ในวงแคบเราต้องพยายามขยายขอบเขตให้ครอบคลุมสารอื่นๆให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ นั่นคือพยายามให้สมมติฐานเป็นข้อความทั่วไปโดยไม่จำกัดวงเฉพาะน้ำตาลเพราะว่า เกลือ กาแฟ นมผง อาจจะเป็นเช่นเดียวกับน้ำตาลทราย ฉะนั้นสมมติฐานที่ควรตั้งคือ *สารทุกชนิดที่ละลายในน้ำได้จะละลายในน้ำร้อนได้เร็วกว่าน้ำเย็น* แล้วนำไปทดสอบดูว่าสมมติฐานที่ตั้งนี้จะใช้ได้หรือไม่โดยการเอาสารต่างๆที่ละลายในน้ำไปทดลองกับน้ำร้อน ถ้าสารทุกอย่าง

ทดลองแล้วละลายในน้ำร้อนได้ดีกว่าน้ำเย็น สมมติฐานที่ตั้งขึ้นนี้ก็จะกลายเป็นหลักการ แต่ถ้าไม่เป็นไปตามนี้สมมติฐานนั้นก็ควรจะได้รับการแก้ไขปรับปรุง จากตัวอย่างที่แล้วๆมาจะเห็นว่าถ้าเป็นเป็นไปตามสมมติฐานเราจะไม่มีความมั่นใจว่าถูกต้องสูงพอเพราะเราไม่มีผลการทดลองใดๆยืนยัน จึงคิดว่าอาจจะผิดหรือถูกก็ได้ แต่ถ้าเป็นการทำนายเรามีความมั่นใจสูงกว่าทั้งนี้เพราะเราเห็นเหตุการณ์นั้นๆมาก่อนแล้วทั้งส่วนที่เป็นเหตุและส่วนที่เป็นผล

ตัวแปร

ในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์การสังเกตอย่างรอบคอบ และเป็นระบบมีความสำคัญมากเพราะเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จะเป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาอย่างละเอียดลึกซึ้งต่อไปการเป็นคนช่างสังเกตจะทำให้เป็นคนช่างคิดหาเหตุผลทำให้เกิดปัญหาขึ้นในใจและถ้าสามารถระบุปัญหาได้ว่าเป็นอะไรก็จะช่วยให้ผู้นั้นตั้งสมมติฐานที่สอดคล้องกับการแก้ปัญหาได้ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆอีกหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อการทดลองทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนไปปัจจัยต่างๆเหล่านี้เราเรียกว่า ตัวแปร ผู้ศึกษาจะต้องมีทักษะในการแยกประเภทของตัวแปรต่างๆว่าเป็นประเภทใด ตัวแปรเหล่านี้แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1. ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อผลที่ต้องศึกษาหรือตัวแปรที่เราต้องการทดลองดูว่ามันจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์นั้นๆจริงหรือไม่

2. ตัวแปรตาม เป็นตัวแปรที่ขึ้นกับตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น เมื่อตัวแปรต้นมีค่าเปลี่ยนไปตัวแปรตามมักจะเปลี่ยนไปด้วย

3. คัวแปรควบคุม คือ ตัวแปรต้นอื่นๆที่เรายังไม่สนใจที่จะศึกษาอาจจะมีผลต่อตัวแปรตามในขณะนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมให้คงที่ไว้ก่อน ทั้งนี้เพราะต้องการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต้นที่ส่งผลต่อตัวแปรตามเท่านั้น

การควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรต้นอื่นๆที่เรายังไม่ต้องการศึกษาให้คงที่เพื่อไม่ให้ตัวแปรต้นเหล่านี้มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเช่น

ถ้าออกแรงลากวัตถุก้อนหนึ่งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นโต๊ะ การออกแรงจะต้องออกแรงเอาชนะแรงเสียดทานของพื้นที่ผิวสัมผัสที่กระทำต่อวัตถุ

ปัญหามีอยู่ว่าแรงเสียดทานของวัตถุขึ้นอยู่กับอะไร ปัญหานี้อาจจะมีตัวแปรหลายอย่างมาเกี่ยวข้อง เช่น น้ำหนักของวัตถุ ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส ชนิดของผิวสัมผัส และค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นต้น ดังนั้นถ้าเราจะศึกษาว่าน้ำหนักของวัตถุมีอิทธิพลต่อแรงเสียดทานของวัตถุหรือไม่ในที่นี้

ตัวแปรต้น คือ น้ำหนักของวัตถุ

ตัวแปรตาม คือ ขนาดของแรงเสียดทานซึ่งวัดได้โดยเราออกแรงดึงวัตถุจนวัตถุเริ่มเคลื่อนที่

ตัวแปรควบคุม คือ ตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ทุกครั้งของการทดลองเพื่อให้มีผลต่อแรงเสียดทานของวัตถุ ซึ่งได้แก่ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัสและชนิดของผิวสัมผัสของวัตถุอย่างไรก็ดี

ตัวแปรทั้ง 3 ประเภทนี้ในแต่ละเรื่องที่ทำการ ทดลองย่อมแตกต่างกันนักเรียนจะต้องมีทักษะที่จะแยกประเภท และชี้บ่งตัวแปรแต่ละประเภทของการทดลองว่าตัวแปรใดเป็นตัวแปรต้นตัวแปรตาม ตัวแปรใดที่ต้องควบคุม ซึ่งมีความสำคัญในการออกแบบการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ถูกต้องและเป็นคำตอบของปัญหานั้น

เอกสารอ่านประกอบ
การแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่สามส่วนได้แก่ ส่วนที่เป็นความรู้ ส่วนที่เป็นกระบวนการที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ และส่วนที่เป็นเจตคติทางวิทยาศาสตร์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนมติ กฎ หลักการ สมมติฐานและทฤษฎี สิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นเอง แต่ได้มาจากการที่มนุษย์สนใจที่จะหาคำตอบต่อสิ่งที่เป็นปัญหา โดยใช้กระบวนการต่างๆในการหาคำตอบของปัญหานั้น ถึงแม้กระบวนการต่างๆที่มนุษย์นำมาใช้มีความแตกต่างกันแต่มีลักษณะร่วมกันอยู่บ้าง คือ สามารถจัดให้เป็นขั้นตอนได้ วิทยาศาสตร์ก็อยู่ในลักษณะดังกล่าวนี้ขั้นตอนต่างๆที่ใช้หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method) วิธีการนี้นักวิทยาศาสตร์ใช้หาความรู้มานานแล้ว แต่เพิ่งมาจัดลำดับขั้นตอนและกำหนดขั้นตอนดังกล่าวในคริสต์ศตวรรษที่ 20

ในปี พ.ศ.2471 เซอร์อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิ่ง (Sir Alexander Flemming) เพาะเลี้ยงแบคทีเรียบนวุ้นเลี้ยงเชื้อในจานแก้ว โดยมีจุดประสงค์ที่จะศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียในจานแก้วในสภาวะต่างๆ วันหนึ่งเฟลมมิ่งสังเกตเห็นบางส่วนของวุ้นปราศจากเชื้อแบคทีเรียในบริเวณดังกล่าวมีเชื้อราขึ้นอยู่เขาชี้ให้เพื่อนดูเพื่อนของเขาไม่แสดงความสนใจและไม่คิดว่าเป็นเรื่องแปลก แต่เฟลมมิ่งคิดว่าเชื่อราชนิดนั้นอาจจะทำลายแบคทีเรียได้ จึงทำการทดลองต่อไปเพื่อที่จะพิสูจน์ความคิดของเขาว่าถูกต้องหรือไม่โดยใส่เชื้อราลงจานที่เพาะเชื้อแบคทีเรีย ผลปรากฏว่าแบคทีเรียบริเวณรอบๆเชื้อราไม่เจริญเติบโต เขาคาดว่าเชื้อรานั้นสามารถทำลายแบคทีเรียได้ ซึ่งในระยะต่อมาได้มีการสกัดสารชนิดนั้นมาใช้เป็นยาเรียกว่า เพนนิซิลลิน

จากตัวอย่างข้างต้นแสดงว่า เซอร์อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิ่งเป็นบุคคลที่มีเจตคติที่สำคัญอย่างหนึ่งของนักวิทยาศาสตร์คือ มีความอยากรู้อยากเห็นไม่ละเลยต่อสิ่งที่พบเห็น ได้ดำเนินการทดลอง เพื่อแสวงหาคำตอบของปัญหาที่เขาสนใจ ขั้นตอนการดำเนินงานของเขามีดังนี้

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ทดลอง
4. สรุปผลการทดลอง

ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ อาจแจกแจงได้มากกว่า 4 ขั้นตอนแล้วแต่ความละเอียดในการแบ่ง ในที่นี้แบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นตอน โดยนำเอาตัวอย่างเรื่องการค้นพบยาเพนนิซิลลินของเซอร์อเล็กซานเดอร์ เฟลมมิ่ง มาใช้ในการอธิบายการแก้ปัญหาตามขั้นตอนดังกล่าว

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา สิ่งที่สำคัญในขั้นนี้ คือ ความสนใจที่นักวิทยาศาสตร์มีต่อสิ่งที่ตนเองพบเห็น ซึ่งอาจเกิดขึ้นเนื่องจากความอยากรู้อยากเห็นและทักษะในการสังเกต เขาจึงตั้งปัญหาถามตัวเองว่า *ทำไมเชื้อแบคทีเรียในบริเวณที่มีเชื้อราจึงหายไป*

ขั้นที่ 2 การตั้งสมมติฐาน เขาคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้ ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เรียกว่าสมมติฐาน และสมมติฐานในกรณีนี้คือ *เชื้อราน่าจะมีส่วนในการทำลายแบคทีเรีย*

ขั้นที่ 3 การทดลอง เขาทำการทดลองต่อไปโดยเพาะเลี้ยงแบคทีเรียจนเต็มจานแล้วใส่เชื้อราลงไป ผลปรากฏว่าแบคทีเรียในบริเวณนั้นไม่เจริญเติบโต

ขั้นที่ 4 สรุปผลการทดลอง เมื่อเขาพบผลที่ได้จากการทดลองว่าบริเวณที่มีแบคทีเรียอยู่ก่อนแล้ว เมื่อใส่เชื้อราลงไปแบคทีเรียในบริเวณนั้นจะไม่เจริญเติบโต เขาจึงสรุปว่า *เชื้อราเป็นตัวการทำลายแบคทีเรีย*

เมื่อนักวิทยาศาสตร์มีความสนใจหรือพบปัญหาที่เขาต้องการคำตอบหรือคำอธิบาย ในขั้นแรกเขาต้องตั้งปัญหาแล้วตั้งสมมติฐานขึ้น จากนั้นก็ต้องกำหนดวิธีการสังเกต หรือวิธีการทดลองเกี่ยวกับเรื่องราวนั้นๆแล้วทำการสังเกต หรือทดลองจนได้ข้อเท็จจริงต่างๆรวบรวมไว้เป็นผลสรุปของการทดลอง หรือคำตอบของปัญหาข้างต้น ในการดำเนินการแก้ปัญหาโดยวิธีการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) เช่น ทักษะการสังเกต การวัด การคิดคำนวณการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ การจำแนก การบันทึกข้อมูลและสื่อความหมายการทำนายการสรุปอ้างอิง การให้คำนิยามเชิงปฏิบัติการ การแปลความหมายข้อมูล การตั้งสมมติฐานการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร การทดลองและการสรุปผลการทดลองโดยนำเอาทักษะเหล่านี้ไปใช้ในแต่ละขั้นตอนตามความต้องการและความเหมาะสมในการแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

การที่นักวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ศึกษาหาความรู้ให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย

1. ความละเอียดถี่ถ้วน และความมานะบากบั่นในการสังเกต หรือการทดลอง
2. การไม่เชื่ออะไรอย่างง่ายๆโดยปราศจากข้อมูลสนับสนุนอย่างเพียงพอ

3. การมีใจกว้างยอมรับฟังความ คิดเห็นจากผู้อื่นด้วยใจเป็นธรรม โดยไม่ยึดมั่น ในความคิดของตนฝ่ายเดียว

4. ความรับผิดชอบและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

5. ความกระตือรือร้นที่จะค้นคว้าหาความรู้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

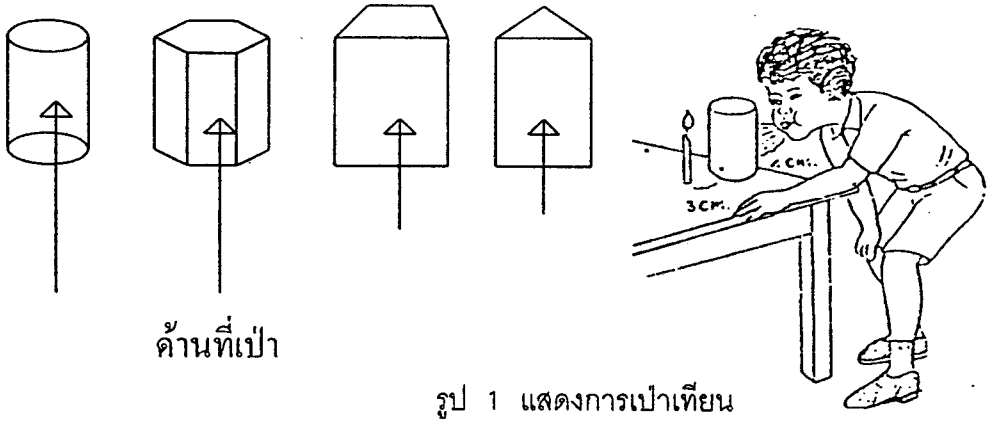
6. ความซื่อสัตย์สุจริตทั้งในการคิด และการกระทำและคอยตรวจสอบผลที่ได้รับเสมอ

7. การยอมรับการเปลี่ยนแปลงและความก้าวหน้าใหม่ๆที่มีคุณค่าต่อการดำรงชีวิต

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ ซึ่งไม่เพียงแต่สามารถในการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์เท่านั้น อาจจะนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวันของบุคคลในอาชีพต่างๆได้ นอกจากนี้การใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้ที่นำไปใช้ไม่เร่งรีบสรุปอะไรอย่างปราศจากเหตุผล แต่จะสังเกตอย่างถี่ถ้วนหาข้อมูลเพิ่มเติมถ้ายังไม่เพียงพอทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การทดสอบหาสาเหตุและวิธีการที่ถูกต้องในที่สุด

เพื่อให้เข้าใจในการแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น ให้ท่านศึกษาตัวอย่างดังต่อไปนี้

ในการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องราวเป้าเทียนผ่านสิ่งกีดขวางรูปทรงเรขาคณิตต่างๆที่มีขนาดความกว้างและส่วนสูงเท่ากัน เช่น ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมหกเหลี่ยม และรูปทรงกระบอก ให้นักเรียนเป้าเทียนผ่านวัตถุต่างๆเหล่านี้ทีละอัน โดยการวางวัตถุให้ส่วนกว้างของวัตถุวางในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางที่เป้า วัตถุต่างๆเหล่านี้วางอยู่ในตำแหน่งเดียวกันทุกครั้งและออกแรงเป้าเท่ากัน ปากอยู่ห่างจากวัตถุเท่ากันทุกครั้ง สังเกตว่าเกิดอะไรขึ้น



รูป 1 แสดงการเป้าเทียน

คำถามต่อไปนี้เป็นคำถามที่จะนำไปสู่คำตอบ แสดงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์คำตอบที่ให้ไว้แต่ละข้อเป็นตัวอย่าง บางข้ออาจมีคำตอบที่เป็นไปได้อย่างอื่นอีก

1. จากข้อมูลเบื้องต้น ท่าน คิดว่าปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ขณะนั้นคืออะไร
การดับของเทียนขึ้นอยู่กับอะไร
2. จากปัญหาที่ท่านระบุข้างต้น ตัวแปรต้นคืออะไร และตัวแปรตามคืออะไร
ตัวแปรต้น ในที่นี้คือ ลักษณะรูปทรงของวัตถุ ตัวแปรตาม คือ การดับของเทียน
3. สมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 ว่าอย่างไร *ลักษณะรูปทรงของวัตถุมีผลต่อการดับของเทียน*
4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

ใช้ดินน้ำมันยึดฐานเทียนไขกับโต๊ะในที่ที่ไม่มีลม วางวัตถุให้ส่วนกว้างของวัตถุ ในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางที่จะเป่า ให้วัตถุทุกชิ้นที่นำมาวางมีส่วนกว้างเท่ากัน และวัตถุทุกชิ้นวางที่ตำแหน่งให้ตรงกับปาก การเป่าลมทุกครั้งต้องเป่าให้แรงเท่ากัน และห่างกันจากวัตถุแต่ละชิ้นเท่ากัน วัตถุแต่ละชิ้นให้เป่า 3 ครั้ง ดูผล การดับของเทียน ว่าเป็นอย่างไร

5. จากการออกแบบการทดลองในข้อ 4 ตัวแปรที่ต้องควบคุม คืออะไรบ้าง *ตัวแปรที่ต้องควบคุมในที่นี้คือชนิดและขนาดของวัตถุ ชนิดและขนาดของเล่ม เทียน ระยะห่างระหว่างเทียนกับวัตถุและระหว่างปากกับวัตถุ ความแรงของลมที่เป่า*
6. ดำเนินการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ แล้วบันทึกผลในตารางบันทึกข้อมูล

รูปร่างของวัตถุ	ขนาดของวัตถุ		จำนวนครั้งที่เป่าเทียน	จำนวนครั้งที่เทียนดับ
	สูง (cm)	ขนาดกว้างที่สุดของพื้นที่หน้าตัด (cm)		
ปริซึมสามเหลี่ยม	12	5.5	3	-
ปริซึมสี่เหลี่ยม	12	5.5	3	-
ปริซึมหกเหลี่ยม	12	5.5	3	-
ทรงกระบอก	12	5.5	3	3

7. จงสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าลักษณะบางรูปทรงของวัตถุจะมีผลต่อการดับของเทียน

จากตัวอย่างข้างต้นนี้จะนำไปใช้ เป็นแบบอย่างในการใช้ทำเอสารฝึกหัดต่อไป และตอบคำถามที่มีอยู่ในแต่ละข้อ แสดงถึงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

การทดลอง คำตอบในข้อที่ 1 เป็นการระบุปัญหา

คำตอบในข้อที่ 2 และ 3 เป็นการตั้งสมมติฐาน

คำตอบในข้อที่ 4 , 5 และ 6 เป็นการทดลอง

คำตอบในข้อที่ 7 เป็นการสรุปผล

กิจกรรมเสริมทักษะ (ชุดที่ 1)

สุจิตราทำการทดลองศึกษาการเจริญเติบโตของพืช โดยนำเมล็ดถั่วเขียวมาปลูกในกระถางที่มีขนาดเท่ากัน 4 ใบ วางไว้ในที่มืด 2 กระถาง อีก 2 กระถางไว้ในที่มีแสงสว่าง เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ พบว่าต้นถั่วที่อยู่ในที่มืดมีสีเหลืองซีด ต้นถั่วที่อยู่ในที่มีแสงใบสีเขียวเข้ม

ให้นักเรียนเอาหมายเลขข้างหน้า ซึ่งแสดงลำดับขั้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ต่อไปนี้มาเติมในช่วงข้อความที่นักเรียนคิดว่าถูกต้องถ้าข้อความใดไม่อยู่ในขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวให้เว้นว่างไว้

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ปัญหาที่สุจิตรากำลังเผชิญอยู่ในขณะนั้นคืออะไร
2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น
   2.1 ตัวแปรต้น คืออะไร
   2.2 ตัวแปรตามคืออะไร
3. สมมติฐานที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร
4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3
5. จากการออกแบบการทดลองในข้อ 4 ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไรบ้าง
6. ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้แล้วบันทึกผล
7. จงสรุปผลการทดลอง

ตัวอย่าง การนำเอาหมายเลขหน้าลำดับขั้นการแก้ปัญหามาใส่หน้าข้อความที่นักเรียนคิดว่าถูก

.....3..... 1. รูปร่างลักษณะรูปทรงของวัตถุมีผลต่อการดับของเทียน

.....5..... 2. ลักษณะรูปทรงของวัตถุ

.....1..... 3. การดับของเทียนขึ้นอยู่กับอะไร

.....-..... 4. เทียนดับเพราะถูกลมพัด

.....1. ต้นถั่วอยู่ในที่มืดมีสีเหลืองซีด

.....2. สัปดาห์ที่ 1 ต้นถั่วที่เพาะในที่มืดมีลักษณะลำต้นยาวขาวใส โค้งงอ ใบซีด

.....3. นำเมล็ดถั่วเขียวมาเพาะในกระถางทั้ง 4 ใบๆละ 10 เมล็ด

.....4. เพราะเหตุใดต้นถั่วเขียวอยู่ในที่มืด และที่มีแสงจึงมีสีแตกต่างกัน

.....5. การสร้างสารสีเขียวของพืชขึ้นอยู่กับแสง

.....6 แสง

.....7. สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผลทุกสัปดาห์เป็นเวลา 2 สัปดาห์

.....8. แสงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของต้นถั่ว

.....9. ขนาดของกระถางและปริมาณดินในกระถาง

.....10. พืชขาดคลอโรฟิลล์ใบจะมีสีเหลืองซีด

.....11. เพราะเหตุใดต้นถั่วจึงมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

.....12. การเจริญเติบโตของต้นถั่วขึ้นอยู่กับแสง

.....13. แสงมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นพืช

.....14. แสงทำให้การเจริญเติบโตของต้นถั่วเกิดการเปลี่ยนแปลง

กิจกรรมเสริมทักษะ (ชุดที่ 2)

นักเรียนคนหนึ่งทำการทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการกลิ้งวัตถุทรงกลมขนาดต่างๆกันลงจากพื้นเอียงโดยอิสระ

ให้นักเรียนพิจารณาข้อความข้างล่าง แล้วใส่หมายเลขลำดับขั้นวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หน้าข้อความที่นักเรียนเห็นว่าเหมาะสม ส่วนข้อความใดไม่ใช่ขั้นตอนของวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวให้เว้นว่างไว้

.....1. พื้นเอียง

.....2. ขนาดของทรงกลม

.....3. วัตถุทรงกลมผิวเกลี้ยงขนาดต่างๆกัน ใช้เวลาในการกลิ้งลงจากพื้นเอียงโดยอิสระแตกต่างกันอย่างไร

.....4. วัตถุทรงกลมขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากทำให้กลิ้งเร็ว

.....5. เวลาในการลิ้งลงจากพื้ นเอียงของวัตถุทรงกลมทุกขนาด ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 mm. ลงมาไม่เท่ากัน

.....6. เวลา

..... 7. ลูกแก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 mm. 2 ลูก เวลากลิ้งบนพื้นเอียง 2.3 , 2.2 วินาที

..... 8. ผิวสัมผัสเรียบทำให้วัตถุทรงกลมกลิ้งเร็ว

..... 9. ปล่อยวัตถุทรงกลมกลิ้งโดยอิสระลูกละ 2 ครั้ง

.....10. เวลาในการกลิ้งจากพื้นเอียงของวัตถุทรงกลมขนาดต่างกันไม่เท่ากัน

.....11. ความยาวของพื้นเอียง (ระยะทางจากจุดเริ่มถึงปลายทาง)

.....12. จับเวลาบันทึกผลลงในตารางหาค่าเฉลี่ยเวลาที่กลิ้ง

.....

คู่มือครูชุดที่ 1

คำชี้แจงสำหรับครู

1. ครูควรศึกษาเนื้อหาที่ต้องสอนโดยละเอียด และศึกษาแบบฝึกอย่างรอบคอบ
2. ครูควรเตรียมเอกสารฝึกหัดและกระดาษขาว 1 แผ่น ไว้บนโต๊ะประจำกลุ่มอย่าง เรียบร้อยโดยแจกเอกสารให้นักเรียนคนละ 1 ชุด
3. ก่อนลงมือทำเอกสาร (เอกสารฝึกหัดหมายเลข 1) จะต้องให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4 แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)
4. เมื่อนักเรียนทำการทดสอบแล้วให้ลงมือทำเอกสารหมายเลข 1 ถ้าอุปกรณ์มีไม่เพียงพออาจให้นักเรียนที่ต้องใช้อุปกรณ์เหมือนกันทดลองร่วมกัน
5. นักเรียนส่งเอกสารหมายเลข 1 แล้วศึกษาเอกสารเฉลย (เอกสารหมายเลข 2) ซึ่งเป็นแนวคำตอบของเอกสารหมายเลข 1 นักเรียนอาจตอบไม่เหมือนที่เฉลยไว้ แต่ถ้านักเรียนทำถูกขั้นตอน และได้ผลสรุปเหมือนกันก็ถือว่าถูกต้อง ครูตรวจเอกสารหมายเลข 1 เป็นรายบุคคลให้คำแนะนำเมื่อมีข้อบกพร่องแจกคืนก่อนเรียนครั้งต่อไป
6. นักเรียนศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ) แล้วเก็บให้เรียบร้อยก่อนทำเอกสารหมายเลข 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)
7. ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมครูควรเดินดูการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด
8. ถ้านักเรียนทำงานช้าเกินไปควรเตือนให้นักเรียนรักษาเวลา
9. หากนักเรียนคนใดขาดเรียน ครูควรให้นักเรียนเรียนเป็นรายบุคคลจากแบบฝึกโดยแยกมาเพียงชุดเดียวสำหรับนักเรียนคนนั้น
10. ครูควรเก็บกระดาษคำตอบของนักเรียนไว้ในแฟ้มประวัติการเรียนของแต่ละคน เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และความก้าวหน้า

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. กระดาษขาวคนละหนึ่งแผ่น
2. เซลล์สุริยะกลุ่มละ 1 อัน
3. แอมมิเตอร์กลุ่มละ 1 เครื่อง
4. โคมไฟกลุ่มละ 1 ชุด
5. ไม้บรรทัดกลุ่มละ 1 อัน
6. กระดาษหนาขนาด 4" x 4" กลุ่มละ 1 แผ่น

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรชี้แจงมห้นักเรียนทราบได้แก่

1. ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. พยายามทำแบบทดสอบประจำชุดด้วยความตั้งใจ
3. นักเรียนตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ชวนเพื่อนคุยออกนอกเรื่อง
4. เมื่อทำเอกสารฝึกหัดเสร็จเรียบร้อย ต้องจัดเอกสารและสื่อการสอนเข้าที่ให้เรียบร้อยถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมครบทุขั้นตอนจะต้องจัดเก้าอี้ประจำกลุ่มตนให้เรียบร้อย
6. นักเรียนควรใช้แบบฝึกด้วยความระมัดระวัง
7. การปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างมีเวลาจำกัด นักเรียนต้องตั้งใจปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่นั่งรวมกันเป็นกลุ่มๆละ 6 คน ในลักษณะเดียวกับกลุ่มการทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การประเมินผล

1. สังเกตความสนใจในการทำกิจกรรม
2. ตรวจเอกสารหมายเลข 1
3. ตรวจแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ครูควรเรียกตรวจกระดาษคำตอบผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 60 % ถือว่าไม่ผ่านต้องกลับไปศึกษาเอกสารหมายเลข 3 ใหม่ แล้วมาทดสอบอีกครั้งให้ผ่านก่อนขึ้นแบบฝึกชุดต่อไป

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในคำถาม

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบ (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 40 นาที
3. ศึกษาเอกสารหมายเลข 2 10 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 15 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

คำแนะนำเพิ่มเติม

ครูเตือนให้นักเรียนใช้เซลล์สุริยะอย่างระมัดระวังอย่าให้ตก การอ่านค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ต้องอ่านระดับสายตา การต่อปลายขั้วของเซลล์สุริยะให้ถูกขั้วกับแอมมิเตอร์

คู่มือการเรียนชุดที่ 1

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ศึกษาขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะแต่ละขั้นตอนเหล่านั้น จนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทำแบบฝึกจะทำเรียงกันไปทีละหมายเลข

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาแบบฝึกนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้
2. ระบุตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้
3. สร้างสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้
4. อกกแบบการทดลองจากสมมติฐานที่กำหนด
5. ระบุตัวแปรที่ต้องควบคุม
6. ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้และบันทึกผลการทดลอง
7. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่กำหนด

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4)
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 (เอกสารฝึกหัด)
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 (เอกสารเฉลย)
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ)
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

หมายเหตุ นักเรียนจะต้องทำเอกสารแต่ละหมายเลขให้เสร็จก่อนที่เริ่มอันต่อไป เอกสารแต่ละหมายเลขมีเวลาจำกัดเท่าที่กำหนดไว้ นักเรียนต้องพยายามรักษาเวลาให้ได้ตามที่กำหนด ห้ามหยิบเอกสารหมายเลขต่อไปนี้มาก่อนที่จะทำอันแรกเสร็จ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึก 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วยเอกสารหมายเลข 1 - 4
2. อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองแต่ละชุดให้เขียนใส่กระดาษที่ครูแจกให้ หลังจากอ่านสถานการณ์แล้ว จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเท่านั้นโดยครูจะเป็นผู้จัดหาให้

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในคำถาม

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลา 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 40 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 10 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 15 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

เอกสารหมายเลข 1

เอกสารฝึกหัดชุดที่ 1

วิชาพยายามทำการทดลอง เกี่ยวกับการเกิดกระแสไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะ (Solar Cell) เขาต่อปลายทั้งสองของเซลล์สุริยะเข้ากับแอมมิเตอร์โดยเอาขั้วเหมือนกันต่อกัน 1.ให้เซลล์สุริยะรับแสงอาทตย์สังเกตเข็มแอมมิเตอร์ 2. ต่อจากนั้นใช้กระดาษหนาๆกั้นแสงที่ตกกระทบบนเซลล์
สุริยะสังเกตเข็มของแอมมิเตอร์ 3. ต่อมาทดลองเปลี่ยนแหล่งพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาเป็นโคมไฟ โดยให้เซลล์สุริยะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสง 5 และ 10 cm. ตามลำดับพบว่าทั้ง 3 กรณีเข็มแอมมิเตอร์เบนไปจาก 0 มากน้อยไม่เท่ากัน

1.จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าปัญหาที่วิชยากำลังเผชิญอยู่คืออะไร

.....

.....

2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น

ตัวแปรต้นคืออะไร?.....

.....

ตัวแปรตามคืออะไร?.....

3. สมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร

.....

.....

4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร ?

.....

.....

.....

.....

6. จงทำการทดลองตามที่นักเรียนออกแบบไว้พร้อมกับบันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. จงสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

เฉลยเอกสารฝึกหัดชุดที่ 1

1. เพราะเหตุใดเข็มของแอมมิเตอร์จึงเบนไปจาก 0 มากน้อยไม่เท่ากัน
2. ตัวแปรต้น คือ แหล่งกำเนิดแสง ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์สุริยะ ตัวแปรตาม คือ การเบนของเข็มแอมมิเตอร์
3. ชนิดของแหล่งกำเนิดแสง และระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์สุริยะมีผลต่อการเบนของเข็มแอมมิเตอร์
4. วิธีทดลอง
   - 4.1 ต่อปลายทั้งสองของเซลล์สุริยะเข้ากับแอมมิเตอร์โดยเอาขั้นเหมือนกันต่อกัน
   - 4.2 ให้เซลล์สุริยะรับแสงอาทิตย์สังเกตการเบนของเข็มแอมมิเตอร์แล้วบันทึกผล
   - 4.3 ใช้กระดาษหนาๆ กั้นแสงที่ตกกระทบบนเซลล์สุริยะสังเกตเข็มของแอมมิเตอร์แล้วบันทึกผล
   - 4.4 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2 และ ข้อ 3 แต่ใช้แสงจากโคมไฟโดยให้เซลล์สุริยะอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสง 5 และ 10 cm. ตามลำดับ
5. ตัวแปรควบคุม คือ ชนิดของเซลล์สุริยะที่ใช้ทดลองต้องเป็นชนิดและขนาดเดียวกันตลอดการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง

แหล่งกำเนิดแสง	ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสง (cm.)	กระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ (mA)	
		มื่อเปิดให้แสงเข้า	เมื่อกั้นแสง
ดวงอาทิตย์	อนันต์	0.4	0
โคมไฟ	5	0.15	0
โคมไฟ	10	0.05	0

7. สรุปผลการทดลอง

7.1 การที่เข็มของแอมมิเตอร์เบนไปจาก 0 แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร ถ้าเบนมากแสดงว่าเกิดไฟฟ้ามาก ถ้าเบนน้อยแสดงว่าเกิดไฟฟ้าน้อย ถ้าไม่เบนแสดงว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร

7.2 ไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงที่ตกกระทบเซลล์สุริยะ และระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์สุริยะ

เอกสารหมายเลข 3

เอกสารอ่านประกอบชุดที่ 1

แหล่งพลังงานไฟฟ้า

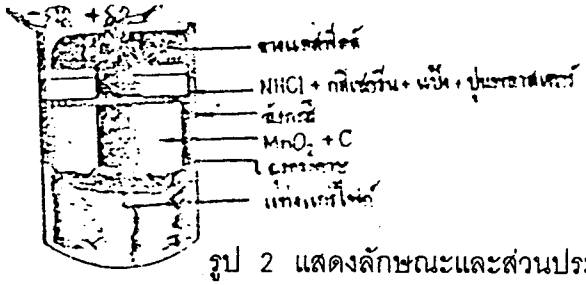
แหล่งพลังงานไฟฟ้า หมายถึง แหล่งผลิตพลังงานไฟฟ้าที่นำมาใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน แหล่งพลังงานไฟฟ้าที่สำคัญมี 6 แหล่ง ดังนี้คือ

1. เซลล์ไฟฟ้าแห้ง (Dry cell หรือ Primary cell)
2. Secondary cell
3. เซลล์แห้งชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้
4. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell)
5. เซลล์สุริยะ (Solar cell)
6. เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า (Dynamo)

เซลล์ไฟฟ้า (Electic cell) คือ อุปกรณ์ที่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาได้โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาภายในเซลล์

1. เซลล์ไฟฟ้าแห้ง

คือ เซลล์ไฟฟ้าซึ่งสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาได้ทันที หลังจากประกอบเสร็จ เช่น ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน มีความต่างศักย์ 1.5 โวลต์ ซึ่งมีลักษณะและส่วนประกอบ ดังนี้



รูป 2 แสดงลักษณะและส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย

1.1 แท่งกราไฟต์ (C) ทำหน้าที่เป็นขั้วบวกของเซลล์

1.2 กระป๋องสังกะสี (Zn) ทำหน้าที่เป็นขั้วลบของเซลล์

1.3 NH_4Cl + กลีเซอรีน + แป้ง + ปูนปลาสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสารอิเลคโตรไลต์ (Electrolyte) คือสารที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ เนื่องจากมีประจุอิเลคตรอนอิสระในสารนั้น

1.4 MnO_2 ทำหน้าที่เป็น Depolarizer

- Polarization เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจาก H_2 ไปเกาะขั้วของเซลล์ไฟฟ้า ทำให้ปฏิกิริยาในเซลล์ไฟฟ้าลดลง ไฟฟ้าที่ได้จึงลดลงเรื่อยๆ

- Depolarization เป็นขบวนการแก้ Polarization ทำได้โดยการเคาะขั้วของเซลล์หรือเติมสารบางชนิด (Depolarizer) ลงไปในเซลล์ไฟฟ้าเพื่อทำให้ H_2 เกิดปฏิกิริยา กับสารอื่นเป็นน้ำหรือกลายเป็นสารอื่น

- สารที่นำมาใช้เป็น Depolarizer ได้แก่ MnO_2 HNO_3 H_2CrO_4 $CuSO_4$ ฯลฯ เซลล์ไฟฟ้าแห้ง เมื่อกระแสไฟฟ้าหมดไปไม่สามารถประจุกระแสไฟฟ้าใหม่เข้าไปในเซลล์ได้

- ถ่านอัลคาไลน์คล้ายถ่านไฟฉายธรรมดา แต่ทำให้สามารถรักษาระดับพลังงานไฟฟ้าของเซลล์ให้คงที่ จนกระทั่งหมดอายุการใช้งาน ราคาแพงกว่าถ่านไฟฉายธรรมดาแต่ใช้งานได้นานเหมาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องใช้งานหนัก หรือที่ระบุว่าใช้กับเซลล์อัลคาไลน์เท่านั้น เช่นเครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า เครื่องเล่นเทป

- เซลล์ลิเทียมคล้ายเม็ดกระดุมใช้กับนาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข เครื่องของเล่นเกมส์

2. Secondary cell

เป็นเซลล์ไฟฟ้าเมื่อประกอบเสร็จใหม่ๆไม่สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ทันทีจะต้องผ่านการประจุไฟฟ้า (Charge) เสียก่อน เช่นแบตเตอรีรถยนต์ซึ่งมีส่วนประกอบดังนี้

2.1 PbO_2 ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก

2.2 Pb ทำหน้าที่เป็นขั้วลบ

2.3 H_2SO_4 ทำหน้าที่เป็นสาร Electrolyte มีค่า ถ.พ. ระหว่าง 1.15 - 1.25

PbO_2 กับ Pb 1 คู่ คือเซลล์ไฟฟ้า 1 เซลล์ เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไปมาต่อกันจะได้แบตเตอรี ถ้าต้องการให้แบตเตอรีมีค่าความต่างศักย์สูงๆ จะทำได้โดยนำเซลล์ไฟฟ้าหลายๆเซลล์มาต่อกันแบบอนุกรม (ขั้วต่างกันต่อกัน) แต่ละเซลล์มีความต่างศักย์ 2 V. ส่วนใหญ่แบตเตอรีรถยนต์จะประกอบด้วยเซลล์ไฟฟ้า 6 เซลล์

3. เซลล์แห้งชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้

เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่มีขนาดและรูปร่างเท่าถ่านไฟฉายสังเกตว่าจะมีคำ Rechargeable อยู่บนตัวเซลล์ เมื่อใช้งานไฟฟ้าหมดสามารถนำไปประจุไฟฟ้าได้ใหม่ โดยต่อวงจรกับไฟฟ้ากระแสสลับ (A.C.) 220 V และประจุครั้งละประมาณ 15 นาที เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้ 1 เซลล์มีความต่างศักย์ประมาณ 1.2 V เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้มีส่วนประกอบดังนี้

3.1 ขั้วบวก (Anode) ทำด้วย NiC_2 หรือ AgO_2

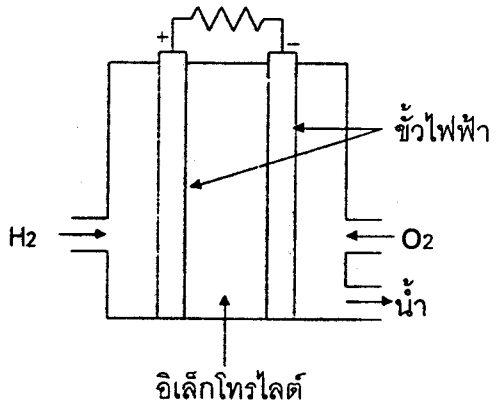
3.2 ขั้วลบ (Cathode) ทำด้วย Cd หรือ Zn

3.3 สาร (Electrolyte) ใช้ KOH หรือ NaOH

เซลล์ไฟฟ้าชนิดนี้มีราคาสูงกว่าถ่านไฟฉายธรรมดาประมาณ 25 เท่า เมื่อใช้ไฟหมดแล้วจะสามารถประจุไฟฟ้าได้ใหม่ประมาณ 300 ครั้ง เหมาะกับเครื่องมืออิเลคทรอนิกส์ที่ต้องใช้งานติดต่อกันเป็นเวลานานๆ เช่น ระบบไฟฉุกเฉิน เครื่องคิดเลข โทรทัศน์แบบหิ้ว แฟลช

4. เซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell)

เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าออกมาได้ เนื่องจากการปล่อยเชื้อเพลิงอย่างต่อเนื่องเข้าไปในเซลล์ พลังงานเคมีในเชื้อเพลิงจึงเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานไฟฟ้า เซลล์เชื้อเพลิงมีรูปร่างและส่วนประกอบดังนี้



รูป 3 เซลล์เชื้อเพลิง

4.1 Electrode เป็นขั้วไฟฟ้าซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่าง C กับ Pt

4.2 H_2 , O_2 เป็นเชื้อเพลิงต่อเนื่องที่ถูกส่งเข้าไปในเซลล์ด้วยระบบความกดดัน

4.3 KOH หรือ NaOH เป็นสาร Electrolyte

- ในเซลล์เชื้อเพลิง H_2 และ O_2 จะทำปฏิกิริยากันแล้วมีไอน้ำเกิดขึ้นในขณะเดียวกันกับการรวมตัวของ H_2 และ O_2 จะมีการถ่ายทอดประจุอิเลคตอรนก็มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

- ปฏิกิริยาในฟิวเอลเซลล์เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$2\,H_2 + O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + \text{พลังงานไฟฟ้า}$$

- เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าในยานอวกาศให้ผลพลอยได้เป็นน้ำ

- ถ้านำมาใช้ขับเคลื่อนรถยนต์จะช่วยลดมลภาวะได้

5. เซลล์สุริยะ (Solar cell)

เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าทำด้วยสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) พวกเจอร์มาเนียม (Ge) ขั้วบวกเป็นซิลิกอน (Si) ผสมโบรอน (B) ขั้วลบเป็นซิลิกอน (Si) ผสมฟอสฟอรัส (P) เมื่อมีพลังงานแสงตกกระทบขั้วทั้งสอง อนุภาคอิเลคตรอนของ Si จะมีพลังงานสูงขึ้นจนหลุดออกมาเคลื่อนที่เป็นอิเลคตรอนอิสระ (เกิดกระแสไฟฟ้าไหล) อิเลคตรอนเคลื่อนที่จากขั้วลบไปยังขั้วบวกเพราะขั้วลบที่ถูกกระตุ้นด้วยพลังงานแสงจะเกิดสภาวะเครียดของอิเลคตรอน จึงต้องถ่ายเทประจุอิเลคตรอนขึ้นในเซลล์จากขั้วลบไปขั้วบวก ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้คือ

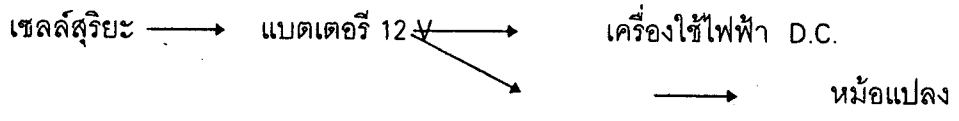
5.1 ปริมาณความเข้มของแสงที่ตกกระทบขั้วทั้งสอง

5.2 ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์

จึงสรุปความสัมพันธ์ได้ว่า

ปริมาณกระแสไฟฟ้า α ปริมาณความเข้มของแสง α 1/ ระยะทางฯ

ถ้าต้องการให้เซลล์สุริยะจ่ายไฟฟ้าได้มากขึ้น ต้องนำเซลล์หลายๆเซลล์มาต่อกันแบบขนาน แต่ถ้าต้องการให้ได้ความต่างศักย์มากขึ้นต้องนำเซลล์มาต่อกันแบบอนุกรม เซลล์ไฟฟ้าประเภทนี้ให้ปริมาณไฟฟ้าน้อยเหมาะจะใช้กับเครื่องใช้ที่ต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำๆ เช่น วิทยุ
เครื่องคิดเลข และถ้าต้องการให้เซลล์สุริยะจ่ายไฟได้ขณะที่ไม่มีพลังงานแสงทำได้ โดยสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไว้ในแบตเตอรีดังขั้นตอนต่อไปนี้



เครื่องใช้ไฟฟ้า

ตั้งแต่ปี พ.ศ.2529 มีโรงไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะขนาด 20 kW. อยู่ที่คลองช่องกล่ำ อำเภอวัฒนานคร จังหวัดปราจีนบุรี

เอกสารหมายเลข 4

แบบทดสอบชุดที่ 1

1. เซลล์แห้งหรือถ่านไฟฉายจ่ายไฟฟ้าลดลงเนื่องจากสาเหตุใด ? (1 คะแนน)

.....

.....

2. ส่วนประกอบส่วนใดในถ่านไฟฉายช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานขึ้น (1 คะแนน)

.....

3. Secondary cell จะหยุดจ่ายไฟฟ้าเมื่อใด ? (2 คะแนน)

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เหมาะจะใช้กับเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้มา 2 ชนิด (1 คะแนน)

.....

5. ถ้าสามารถนำเซลล์เชื้อเพลิงมาใช้ขับเคลื่อนรถยนต์ได้สำเร็จจะเกิดผลดีอย่างไร บอกมา 2 ข้อ (2 คะแนน)

.....

.....

6. เซลล์สุริยะจะจ่ายไฟฟ้าเมื่อมีพลังงานแสงตกกระทบขั้วทั้งสองได้อย่างไร ? (2 คะแนน)

.....

.....

.....

7. ถ้าต้องการให้ได้กระแสไฟฟ้ามากขึ้นจะนำเซลล์สุริยะหลายๆเซลล์ มาต่อวงจรกันแบบใด ? (1 คะแนน)

.....

คู่มือครูชุดที่ 2

คำชี้แจงสำหรับครู

แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกที่นักเรียนจะได้ฝึกการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จากเอกสารหมายเลข 1 ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 ศึกษารายละเอียดของปัญหาจากเอกสารหมายเลข 3 และทำแบบทดสอบจากเอกสารหมายเลข 4 เช่นเดียวกับชุดที่ผ่านมา

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. กระดาษขาวคนละ 1 แผ่น
2. อุปกรณ์ชุดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำกลุ่มละ 1 ชุด
3. Dynamo ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับกลุ่มละ 1 ชุด
4. สายไฟกลุ่มละ 1 คู่
5. Ammeter กลุ่มละ 1 เครื่อง

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบได้แก่

1. ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. พยายามทำข้อสอบประจำชุดด้วยความตั้งใจ
3. นักเรียนตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ชวนเพื่อนคุยออกนอกเรื่อง
4. เมื่อทำเอกสารฝึกหัดเสร็จเรียบร้อยจะต้องจัดเอกสาร และสื่อการสอนเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย ถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอนจะต้องจัดเก้าอี้ประจำกลุ่มตนให้เรียบร้อย
6. นักเรียนควรใช้ชุดฝึกด้วยความระมัดระวัง
7. การปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างมีเวลาจำกัด นักเรียนตั้งใจปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่นั่งรวมกันเป็นกลุ่มๆละ 6 คน ในลักษณะเดียวกับกลุ่มทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การให้คะแนน

แบบทดสอบชุดนี้คะแนนเต็ม 10 คะแนน แบบทดสอบมี 7 ข้อเป็นแบบเติมข้อความสั้นๆให้ได้ใจความถูกต้องและสมบูรณ์การให้คะแนนจะให้ตามที่ระบุไว้ในแบบทดสอบ

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 20 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 30 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

คำแนะนำเพิ่มเติม

ตรวจสอบหรือทำความสะอาดจุดสัมผัสระหว่างปลายขดลวดและจุดที่กระแสไฟฟ้าไหลออก เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้สะดวก

คู่มือการเรียนชุดที่ 2

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ศึกษาถึงขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะของแต่ละขั้นตอนเหล่านั้น จนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของไดนาโม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาแบบฝึกนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุปัญหาจากข้อมูลที่กำหนด
2. ระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้
3. สร้างสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
4. ออกแบบการทดลองจากสมมติฐานที่กำหนด
5. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่กำหนด

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4)
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 (เอกสารฝึกหัด)
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 (เอกสารเฉลย)
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ)
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

หมายเหตุ นักเรียนจะต้องทำเอกสาร แต่ละหมายเลขให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มอันต่อไปและห้ามหยิบเอกสารหมายเลขอื่นขึ้นมาก่อนที่จะทำอันแรกเสร็จ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึก 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วยเอกสารหมายเลข 1 - 4
2. อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองแต่ละชุดให้เขียนใส่กระดาษที่ครูแจกให้หลังจากอ่านสถานการณ์แล้ว และต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเท่านั้น โดยครูจะเป็นผู้จัดหาให้

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในคำถาม

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 20 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 30 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

เอกสารหมายเลข 1

เอกสารฝึกหัดชุดที่ 2

วิชยาวางขดลวดทองแดงไว้ในสนามแม่เหล็ก แล้วใช้สายไฟฟ้าต่อจากปลายขดลวด 2 ปลาย เข้ากับแอมมิเตอร์แล้วทดลองเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กผ่านขดลวด และเคลื่อนที่ขดลวดผ่านแท่งแม่เหล็ก พบว่าเข็มของแอมมิเตอร์เบนไปจาก 0 บางครั้งทิศทางเบนของเข็มเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงกันข้ามเมื่อหมุนขดลวดทุกครึ่งรอบแรกหรือครึ่งรอบหลัง แต่บางครั้งการเบนของเข็มจะเบนไปทิศทางเดียวกันตลอด ไม่ว่าจะหมุนขดลวดครึ่งรอบแรกหรือครึ่งรอบหลัง

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าปัญหาที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่คืออะไร?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น

ตัวแปรต้นคืออะไร ?

.....

.....

.....

ตัวแปรตามคืออะไร

.....

.....

3. สมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร

.....

.....

.....

.....

6. จงทำการทดลองตามที่ท่านออกแบบไว้ พร้อมกับบันทึกข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. จงสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

เฉลยเอกสารฝึกหัดชุดที่ 2

1. เพราะเหตุใด ?
   1.1 เมื่อเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวด หรือการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก เข็มของแอมมิเตอร์จึงเบนไปจาก 0
   1.2 เมื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนของขดลวด หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ขั้วแม่เหล็กเข็มของแอมมิเตอร์จึงเบนไปในทิศทางตรงกันข้ามทันที
   1.3 เมื่อหมุนขดลวดครึ่งรอบแรก และครึ่งรอบหลังของไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ การเบนของเข็มแอมมิเตอร์จึงมีลักษณะแตกต่างกัน
2. ตัวแปรต้น คือ
   2.1 การเคลื่อนที่ของแท่งแม่เหล็กหรือขดลวด
   2.2 ทิศทางการหมุนของขดลวดหรือทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็ก
   2.3 การหมุนขดลวดครึ่งรอบแรก และครึ่งรอบหลังของไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

   ตัวแปรตาม คือ ลักษณะการเบนของเข็มแอมมิเตอร์
3. สมมติฐาน คือ
   3.1 การเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวดหรือการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าทั้ง 2 กรณี
   3.2 เมื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนของขดลวดหรือทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็ก จะทำให้กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางการไหล
   3.3 การหมุนขดลวดครึ่งรอบแรก และครึ่งรอบหลังของไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสแสลับจะทำให้ได้กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลต่างกัน
4. วิธีทดลอง
   4.1 ต่อสายไฟ 2 เส้น จากขดลวดทองแดงเข้ากับแอมมิเตอร์บนอุปกรณ์ชุดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
   4.2 เคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้า - ออก กับขดลวด สังเกตการเบนของเข็มแอมมิเตอร์
   4.3 กลับขั้วของแท่งแม่เหล็กทดลองเช่นเดียวกับ 4.2 สังเกตการเบนของเข็มแอมมิเตอร์
   4.4 วางแท่งแม่เหล็กไว้ในขดลวด หมุนขดลวดให้ตัดสนามแม่เหล็กสังเกตการเบนของเข็ม

แอมมิเตอร์

4.5 หมุนขดลวดในทิศทางตรงข้ามกับ 4.4 สังเกตการเบนของเข็มแอมมิเตอร์

4.6 ต่อสายไฟจากไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับแอมมิเตอร์ทดลองหมุนขดลวดไดนาโมครึ่งรอบแรก และครึ่งรอบหลัง สังเกตการเบนของเข็มแอมมิเตอร์

4.7 ต่อสายไฟจากไดนาโมไฟฟ้ากระแสสลับเข้ากับแอมมิเตอร์แล้วทดลองเช่นเดียวกับ 4.6

5. ตัวแปรควบคุม คือความเร็วในการเคลื่อนที่ขดลวดหรือแท่งแม่เหล็กใช้แอมมิเตอร์ชุดเดียวกันตลอดการทดลอง

6. บันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเบนของเข็มแอมมิเตอร์
1. เคลื่อนที่แม่เหล็กเข้าหาขดลวด	เบนขวา
2. กลับขั้วแม่เหล็กเคลื่อนเข้าหาขดลวด	เบนซ้าย
3. หมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก	เบนขวา
4. หมุนขดลวดในทิศตรงกันข้ามกับข้อ 3	เบนซ้าย
5. หมุนขดลวดของไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรง	ครึ่งรอบแรกและครึ่งรอบหลังเบนขวา
6. หมุนขดลวดของไดนาโมไฟฟ้ากระแสสลับ	ครึ่งรอบแรกเบนขวาครึ่งรอบหลังเบนซ้าย

7. สรุปผลการทดลอง

7.1 การเคลื่อนที่แท่งแม่เหล็กเข้าหาขดลวดหรือ การหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

7.2 เมื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนของขดลวดหรือ ทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็กจะทำให้กระแสไฟฟ้าเปลี่ยนทิศทางการไหล

7.3 การหมุนขดลวดครึ่งรอบแรกและครึ่งรอบหลังไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟจะไหลไปทางเดียวกันตลอดส่วนการหมุนขดลวดครึ่งรอบแรกและ ครึ่งรอบหลังของไดนาโมไฟฟ้ากระแสสลับกระแสไฟฟ้าจะไหลในทิศทางตรงกัน ข้ามในการหมุนขดลวดทุกครึ่งรอบ

เอกสารหมายเลข 3

เอกสารอ่านประกอบชุดที่ 2

6. ไดนาโม (Dynamo)

เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาได้ โดยอาศัยการเคลื่อนที่ขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่สนามแม่เหล็กตัดกับขดลวด ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในกรณีนี้เรียกว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ผู้ค้นพบคือ ไมเคิล ฟาราเดย์ และโจเซฟ เฮนรี กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

6.1 จำนวนรอบของขดลวด

6.2 อำนาจหรือกำลังของขั้วแม่เหล็ก

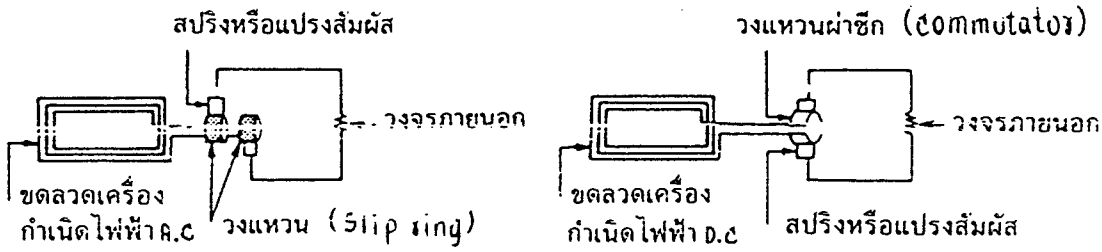
6.3 ความเร็วในการเคลื่อนที่ขดลวดหรือสนามแม่เหล็ก

ไดนาโม ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งไดนาโมจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- ไดนาโมไฟฟ้ากระแสสลับ จะใช้แหวนลื่น (Slip ring)
- ไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรง จะใช้แหวนแยก (Commutator)

กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดไดนาโมจะเป็นไฟฟ้า A.C. แต่เมื่อไหลออกสู่วงจรภายนอกจะเป็นไฟฟ้า A.C. หรือไฟฟ้ากระแสตรง (D.C.) ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

- วิธีต่อสายไฟจากปลายขดลวดออกสู่วงจรภายนอกถ้าต่อแบบไม่สลับสายได้ไฟ A.C. ถ้าสลับสายได้ไฟ D.C.
- ลักษณะแหวนที่แปรงสัมผัสแหวนลื่นให้ไฟ A.C. แหวนแยกให้ไฟ D.C.



รูป 4 ลักษณะแหวนที่แปรงสัมผัสของไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

การเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ของขดลวด หรือสนามแม่เหล็กจะทำให้กระแสไฟฟ้าที่ได้เปลี่ยนทิศทางการไหลทันที และในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากไดนาโมเครื่องเดียวกันแต่ต้องการให้ได้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 1 ชุด ทำได้โดยใช้ขดลวดหลายชุดวางบนแกนเดียวกันแต่ต่างระนาบกัน กษณะนี้ไฟฟ้าที่ได้จากขดลวดแต่ะชุดจะมีกระแสมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดชุดนั้นๆ

การผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชน

การผลิตไฟฟ้าสำหรับชุมชนใช้แหล่งพลังงานไฟฟ้าจากไดนาโมเป็นส่วนใหญ่ แต่แบ่งชนิดของโรงไฟฟ้าตามประเภทของพลังงานต้นกำเนิดที่ให้พลังงานกลเพื่อจะเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้เป็น 6 ระบบ ดังนี้

1. โรงไฟฟ้าระบบพลังน้ำ มีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนี้

พลังงานศักย์ ------> พลังงานจลน์ ------> พลังงานกล -------> พลังงานไฟฟ้า

(ระดับน้ำ) (การไหลของน้ำ) (การหมุนไดนาโม) (กระแสไฟฟ้าที่ได้)

1.1 พลังงานศักย์เป็นพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุที่กำลังอยู่นิ่ง (น้ำในที่เก็บน้ำ) จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระดับความสูงที่เป็นตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุ และมวลของวัตถุนั้น

1.2 แหล่งน้ำที่นำมาผลิตไฟฟ้า ได้มาจากเขื่อน แล้วยังต้องมีองค์ประกอบอื่นๆอีก เช่น ท่อส่งน้ำ กังหันที่ติดกับเพลาของไดนาโม

1.3 การผลิตไฟฟ้าระบบนี้ทำให้เกิดมลภาวะน้อยที่สุด

1.4 การสร้างเขื่อนมีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
- เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร	- ต้นทุนสูง
- ป้องกันอุทกภัย	- ถ้าเขื่อนพังจะเกิดอุทกภัย
- แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ	- พื้นที่เพาะปลูกลดลง
- แหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า	- สูญเสียพื้นที่ป่าไม้
- เป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ	- ระดับน้ำไม่แน่นอนอาจไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตลอดปี

2. *โรงไฟฟ้าระบบพลังความร้อน* มีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนี้

พลังงานเคมี ------> พลังงานความร้อน ------> พลังงานจลน์ ------> พลังงานกล -----> พลังงานไฟฟ้า
(เชื้อเพลิง) (พลังงานไอน้ำ) · (หมุนไดนาโม)

เชื้อเพลิงที่ใช้กับโรงไฟฟ้าระบบนี้จะใช้ถ่านหิน น้ำมัน หรือก๊าซธรรมชาติก็ได้ ไปต้มน้ำให้เดือดจนมีปริมาณไอน้ำมากพอ จนเกิดความร้อนและความดันสูงเรียกว่า *ไอน้ำแห้ง* นำแรงดันของไอน้ำแห้งไปหมุนกังหันไดนาโมโรงไฟฟ้าระบบนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสียดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
- เลือกใช้เชื้อเพลิงได้หลายชนิด	- มีกลิ่นและควันทำให้อากาศเป็นพิษ
- ต้นทุนการผลิตขึ้นอยู่กับราคาเชื้อเพลิงที่ใช้	- น้ำจากโรงงานมีอุณหภูมิสูงถ้าปล่อยสู่แหล่งน้ำจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

3. *โรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซ* มีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนี้

พลังงานเคมี ----------> พลังงานจลน์ ----> พลังงานกล ------> พลังงานไฟฟ้า
(เชื้อเพลิง + อากาศ = ส้นดาป) (ก๊าซเคลื่อนที่) (กังหันหมุน)

การผลิตไฟฟ้าระบบนี้ใช้เสริมกำลังผลิตในช่วงระยะเวลาสั้นๆตามความจำเป็นที่เกิดขึ้นติดตั้งได้รวดเร็ว ใช้อุปกรณ์น้อยการควบคุมเครื่องเกือบจะไม่ต้องใช้คนคุมเลย เครื่องทำงานรวดเร็วมากเริ่มเดินเครื่องถึงผลิตเต็มกำลังใช้เวลาเพียง 15 นาที แต่ประสิทธิภาพของเครื่องต่ำค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าเครื่องผลิตไฟฟ้าทุกระบบ จึงไม่เหมาะที่จะใช้งานระยะยาว

4. *โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม* ต่อเนื่องกับโรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซที่ต้องปล่อยก๊าซเสียอุณหภูมิสูงทิ้ง จึงนำไปใช้ให้คุ้มค่าร่วมกับโรงไฟฟ้าระบบพลังความร้อน คือ เอาก๊าซร้อนไปต้มน้ำให้เป็นไอ โรงไฟฟ้าระบบนี้ตั้งอยู่ที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา

5. *โรงไฟฟ้าดีเซล* นำกลจักรดีเซลมาหมุนไดนาโม มีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนี้

พลังงานเคมี ----------> พลังงานจลน์ ----------> พลังงานกล ------> พลังงานไฟฟ้า
(ส้นดาปเชื้อเพลิง) (การขยายตัวของก๊าซ) (การทำงานของกลจักร)

ถ้าเทียบกับระบบอื่นระบบนี้เป็นเครื่องผลิตขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องผลิตระบบกังหันก๊าซเล็กน้อย ใช้ผู้ควบคุมมากกว่าค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าระบบพลังความร้อนแต่ต่ำกว่าระบบกังหันก๊าซเหมาะกับการจ่ายไฟในชนบทหรือชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ห่างๆกัน

6. *โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์* เป็นระบบผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยอาศัยความร้อนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์มาต้มน้ำให้กลายเป็นไอไปขับดันเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้ทำงานมีการเปลี่ยนรูปพลังงานดังนี้

พลังงานนิวเคลียร์ -----> พลังงานความร้อน -----> พลังงานจลน์ ----> พลังงานกล ---> พลังงานไฟฟ้า
(ปฏิกิริยานิวเคลียร์) (นำไปต้มน้ำ) (แรงดันไอน้ำ) (หมุนไดนาโม)

การผลิตไฟฟ้าระบบนี้มีต้นทุนการผลิตต่อหน่วยต่ำ แต่ค่าใช้จ่ายในการสร้างโรงงานสูงสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มาก แต่ทำให้เกิดมลพิษมากได้แก่ อันตรายจากรังสีและสารพิษอื่นๆ

เอกสารหมายเลข 4

แบบทดสอบชุดที่ 2

1. การทำงานของไดนาโมมีหลักการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร ? (1 คะแนน)

.....

2. กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการเคลื่อนที่แม่เหล็กเข้าหาขดลวดหรือการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็กทำให้ได้กระแสไฟฟ้าชนิดใด ? (1 คะแนน)

.....

3. กระแสไฟฟ้าที่ได้จากไดนาโมมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยข้อใด ?
บอกมา 2 ข้อ (2 คะแนน)

.....

.....

4. จงบอกข้อแตกต่างระหว่างไดนาโมไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับมา 2 ข้อ (2 คะแนน)

.....

.....

5. กระแสไฟฟ้าที่ได้จากไดนาโมจะเปลี่ยนทิศทางการไหลเมื่อใด ? (1 คะแนน)

.....

6. การผลิตพลังงาน ไฟฟ้าสำหรับชุมชนมีหลายระบบทุกระบบใช้หลักการเปลี่ยนรูปพลังงานของไดนาโมเหมือนกัน แต่ละระบบมีข้อแตกต่างกันที่ประเด็นใดเป็นสำคัญ (2 คะแนน)

.....

.....

7. การผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชนระบบใดทำให้เกิดปัญหามลภาวะน้อยที่สุด(1คะแนน)

.....

.....

.....

คู่มือครูชุดที่ 3

คำชี้แจงสำหรับครู

แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกที่นักเรียน จะได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารหมายเลข 1 ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 ศึกษารายละเอียดของปัญหาจากเอกสารหมายเลข 3 และทำแบบทดสอบจากเอกสารหมายเลข 4 เช่นเดียวกับชุดที่ผ่านมา

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. กระดาษสีขาวคนละ 1 แผ่น
2. ชุดทดลองเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้ากลุ่มละ 1 ชุด
3. Adapter กลุ่มละ 1 ชุด
4. สายไฟกลุ่มละ 2 ชุด
5. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบได้แก่

1. ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. พยายามทำข้อสอบประจำชุดด้วยความตั้งใจ
3. นักเรียนตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ซวนเพื่อนคุยออกนอกเรื่อง
4. เมื่อทำเอกสารฝึกหัดเสร็จเรียบร้อย จะต้องจัดเอกสาร และสื่อการสอนเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย ถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอนจะต้องจัดเก้าอี้ประจำกลุ่มตนให้เรียบร้อย
6. นักเรียนควรใช้ชุดฝึกด้วยความระมัดระวัง
7. การปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างมีเวลาจำกัด นักเรียนจะต้องตั้งใจปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่นั่งรวมกันเป็นกลุ่มๆละ 6 คน ในลักษณะเดียวกับกลุ่มทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในแบบทดสอบ

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลา 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 40 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 10 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 15 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

คำแนะนำเพิ่มเติม

1. สำหรับนักเรียนที่จะใช้หม้อแปลงไฟฟ้า 12 โวลท์ ครูควรเตือนให้นักเรียนใช้อย่างระมัดระวัง

2. แนะนำการใช้เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ โดยให้เลือกใช้ความต่างศักย์ 3 โวลต์ คือต่อสายไฟทั้งสองที่ปุ่ม 5 โวลต์ และ 2 โวลต์ เตือนให้ปิดสวิตช์ของเครื่องจ่ายไฟฟ้าก่อนที่จะต่อวงจรและเมื่อทดลองเสร็จแล้วให้ปิดสวิตช์ด้วย

คู่มือการเรียนชุดที่ 3

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดย โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ศึกษาขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และฝึกทักษะแต่ละขั้นตอนเหล่านั้นจนสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทำแบบฝึกจะทำเรียงกันไปทีละหมายเลข

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และให้นักเรียนเข้าใจว่าหม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้ปรับศักย์ไฟฟ้าได้ตามต้องการ

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4)
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 (เอกสารฝึกหัด)
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 (เอกสารเฉลย)
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ)
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

หมายเหตุ : นักเรียนจะต้องทำเอกสาร แต่ละหมายเลขให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มอันต่อไปเอกสารแต่ละหมายเลขมีเวลาจำกัดเท่าที่กำหนดไว้ นักเรียนจะต้องพยายามรักษาเวลาให้ได้ตามที่กำหนด ห้ามหยิบเอกสารหมายเลขต่อไปขึ้นมาก่อนที่จะทำอันแรกเสร็จ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึก 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วยเอกสารหมายเลข 1 - 4
2. อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองแต่ละชุดให้เขียนใส่กระดาษที่ครูแจกให้หลังอ่านสถานการณ์แล้ว และต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเท่านั้น โดยครูจะเป็นผู้จัดหาให้

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในแบบทดสอบ

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 40 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 10 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 15 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

เอกสารหมายเลข 1

เอกสารฝึกหัดชุดที่ 3

นักเรียนคนหนึ่งกำลังศึกษาชุดทดลองเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วยขดลวดพันอยู่บนแกนพลาสติกขนาด 100 รอบ จำนวน 2 ขด ขนาด 200 รอบ จำนวน 2 ขด สวมอยู่บนแกนเหล็กอ่อนเขาจึงทดลองต่อสายไฟจากขดลวด 100 รอบ 1 ขด เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 โวลต์ แล้วต่อสายไฟจากขดลวด 100 รอบ อีกขดหนึ่งเข้ากับหลอดไฟ 2.5 โวลต์ ปรากฏว่าหลอดไฟสว่างเขาจึงทดลองสลับใช้ขดลวด 100 รอบ และ 200 รอบ ทั้ง 4 ขด ที่มีอยู่ทีละคู่จนครบปรากฏว่าความสว่างของหลอดไฟในการทดลองแต่ละครั้งแตกต่างกัน

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่คืออะไร

   .....

   .....

2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น

   ตัวแปรต้นคืออะไร

   .....

   ตัวแปรตามคืออะไร

   .....

3. สมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร

.....

.....

.....

.....

6. จงทำการทดลองตามที่ท่านออกแบบไว้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

เฉลยเอกสารฝึกหัดชุดที่ 3

1. เพราะเหตุใดเมื่อเปลี่ยนขดลวดทั้ง 4 ขด สลับกันในวงจรความสว่างของหลอดไฟจึงแตกต่างกัน
2. ตัวแปรต้น คือ จำนวนรอบของขดลวด
   ตัวแปรตาม คือ ความสว่างของหลอดไฟ
3. สมมติฐาน คือ ความสว่างของหลอดไฟจะเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนรอบของขดลวดที่ใช้ต่อเข้าในวงจรทั้งสอง
4. วิธีทดลอง
   - 4.1 ต่อปลายสายไฟของขดลวด 100 รอบ ขดที่ 1 เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 โวลต์
   - 4.2 ต่อปลายสายไฟของขดลวด 100 รอบ อีกขดหนึ่งเข้ากับหลอดไฟ 2.5 โวลต์ เปิดสวิตช์หม้อแปลงไฟฟ้า สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
   - 4.3 เปลี่ยนขดลวด ขดที่ 1 และขดที่ 2 สลับกันทดลองเช่นเดียวกับ 4.1 และ 4.2 จนครบ สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
5. ตัวแปรควบคุม คือ ความต่างศักย์จากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าใช้ 3 โวลต์ตลอดการทดลอง
6. บันทึกผลการทดลอง

การทดลองครั้งที่	จำนวนรอบ ขดลวดขดที่ 1 (รอบ)	จำนวนรอบ ขดลวดขดที่ 2 (รอบ)	ความสว่างของหลอดไฟเมื่อต่อขดลวดขดที่1 กับแหล่งจ่ายไฟฟ้า	
			ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 โวลต์	ไฟฟ้ากระแสตรง 3 โวลต์
1	100	100	หลอดไฟสว่าง	-
2	200	100	สว่าง < 1	-
3	100	200	สว่าง > 1	-

7. สรุปผลการทดลอง

7.1 ความสว่างของหลอดไฟจะเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนรอบของขดลวดที่ต่อเข้าในวงจรทั้งสอง

7.2 ถ้าจำนวนรอบขดลวดขดที่ 1 มากกว่าจำนวนรอบขดลวดขดที่ 2 ความ ว่าง ของหลอดไฟจะน้อยกว่า การใช้จำนวนรอบขดลวดขดที่ 1 เท่ากับ จำนวน รอบ ขดลวดขดที่ 2 แต่ถ้าใช้จำนวนรอบขดลวดขดที่ น้อยกว่าจำนวนรอบ ขดลวดขดที่ 2 หลอดไฟก็จะสว่างมากขึ้น

เอกสารอ่านประกอบชุดที่ 3

การส่งพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า

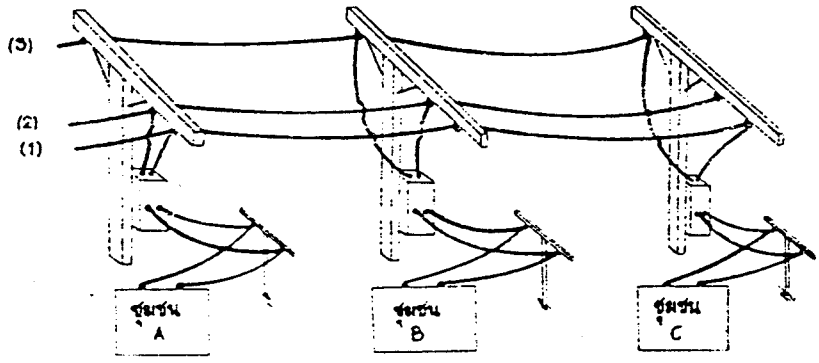
1. การส่งพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงไฟฟ้าไปยังชุมชนมีขั้นตอนดังนี้

โรงไฟฟ้า --> หม้อแปลงไฟฟ้าขึ้น 230 kV. --> สายไฟแรงสูง --> สถานีไฟฟ้าย่อย 12 kV. ---> หม้อแปลงไฟฟ้าลงใกล้บ้าน 220 V. , โรงงานอุตสาหกรรม 380 V.

2. สายไฟจะมีหลายชนิดและหลายขนาด เพราะกระแสไฟฟ้าที่ส่งไปแต่ละช่วงมีปริมาณไม่เท่ากัน การเลือกซื้อให้ดูตัวเลขกำกับที่สาย เช่น 10 A 220 V. แสดงว่าสายไฟนี้ใช้กับไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 V. ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้สูงสุดไม่เกิน 10 แอมแปร์ (Ampere = A)

3. สายไฟแรงสูงจะมีขนาดใหญ่เป็นสายเปลือยไม่ต้องมีฉนวนหุ้ม เพื่อให้น้ำหนักเบา ประหยัดค่าใช้จ่าย ถ่ายเทความร้อนได้สะดวก และอยู่ในที่สูงจึงเกิดอันตรายยากมักทำด้วยอะลูมิเนียม (Al)

4. การเดินสายส่งไฟแรงสูงจะเดินไว้ 3 สาย แต่ละสายจะมีการกระแสไฟฟ้าไหลตลอดเวลา เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้ไฟฟ้าของชุมชน เพื่อไม่ให้ไฟฟ้าตกในกรณีชุมชนใดใช้ไฟมากก็จะต่อสายเข้าชุมชนนั้นสลับคู่ไปเรื่อยๆ (ดูภาพประกอบ)



รูป 5 การเดินสายไฟจากสายไฟแรงสูงไปยังชุมชน

ชุมชน A ใช้สาย 1 , 2 B ใช้ 2 , 3 C ใช้ 1 , 3 แสดงว่าทั้ง 3 ชุมชนใช้สายไฟต่างคู่กัน

5. สายไฟแรงสูงเป็นสายที่มีค่าความต่างศักย์ 230 kV. ส่วนสายไฟแรงต่ำเป็นสายที่มีค่าความต่างศักย์ 220 V. (ใช้ในบ้าน) หรือ 380 V. (ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม) มักทำด้วยทองแดง (Cu) เพราะนำไฟฟ้าได้ดีและราคาถูก

6. สายดิน เป็นสายที่ต่อเอาไว้เพื่อถ่ายเทกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจรมากเกินไปลงดินที่ขึ้นแฉะ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นถ้าไปสัมผัสบริเวณที่มีไฟฟ้ารั่ว

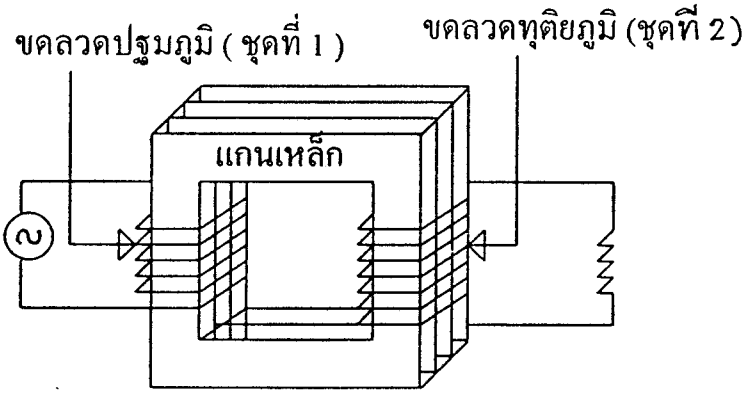
หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

1. หม้อแปลงไฟฟ้า หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าซึ่งสามารถปรับค่าความต่างศักย์ได้ตามต้องการ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1.1 หม้อแปลงไฟฟ้าขึ้น (Step - up Transformer) ทำหน้าที่ปรับศักย์ไฟฟ้าให้สูงขึ้น

1.2 หม้อแปลงไฟฟ้าลง (Step - down Transformer) ทำหน้าที่ปรับศักย์ไฟฟ้าให้ต่ำลง

2. ภายในหม้อแปลงมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ขดลวด 2 ชุดพันรอบแกนเหล็กอ่อนซึ่งประกอบด้วยแผ่นเหล็กบางๆเคลือบด้วยสารเคมี ที่เป็นฉนวนวางซ้อนกันหลายแผ่นขดลวดชุดที่ต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ให้ไฟไหลเข้า (Input) เรียกว่าขดลวดปฐมภูมิ (Primary coil) ส่วนขดลวดชุดที่ต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ไฟไหลออก (Output) เรียกว่าขดลวดทุติยภูมิ (Secondary coil)



รูป 6 ขดลวดภายในหม้อแปลงไฟฟ้า

3. หม้อแปลงไฟฟ้าขึ้น จะมีจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิน้อยกว่าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ ส่วนหม้อแปลงไฟฟ้าลงจะมีจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิมากกว่าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

4. หม้อแปลงไฟฟ้าจะปรับค่าความต่างศักย์ได้ ในกรณีไฟเข้าเป็นไฟ A.C. เท่านั้นแต่ถ้าไฟเข้าเป็น D.C. จะปรับศักย์ไฟฟ้าไม่ได้เพราะไฟฟ้า D.C. จะไหลผ่านขดลวดปฐมภูมิไม่สม่ำเสมอ จึงไม่เกิดการเหนี่ยวนำที่แกนเหล็กอ่อนจากขดลวดชุดที่ 1 ไปยังขดลวดชุดที่ 2 กระแสไฟฟ้าที่ออกจากหม้อแปลงไฟฟ้าเรียกว่ากระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

การคำนวณเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า

ค่าศักย์ไฟฟ้าที่ออกจากหม้อแปลง จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ถ้ากำหนดให้

Na แทน จำนวนอบของขดลวดปฐมภูมิ

Nb แทน จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

Va แทน ศักย์ไฟฟ้าเข้า

Vb แทน ศักย์ไฟฟ้าออก

จะสรุปความสัมพันธ์ตัวแปรดังกล่าวได้ว่า

$$\frac{N_a}{N_b} = \frac{V_a}{V_b}$$

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าต้องการแปลงไฟฟ้า 220 V. ให้เหลือ 20 V. จำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิมีอยู่ 1100 รอบ จะต้องพันทางขดลวดทุติยภูมิกี่รอบ

วิธีทำ จากสูตร $\frac{N_a}{N_b} = \frac{V_a}{V_b}$

$1100 / Nb = 220 / 20$

$220Nb = 1100 \times 20$

$Nb = 100$ รอบ ตอบ

เอกสารหมายเลข 4

แบบทดสอบชุดที่ 3

1. การส่งพลังงานไฟฟ้าต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่อะไรบ้าง (1 คะแนน)

   .....

2. การเดินสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเหตุใดจึงต้องมี 3 เส้น (2 คะแนน)

   .....

   .....

3. ส่วนประกอบที่สำคัญภายในหม้อแปลงไฟฟ้าคือส่วนใด (2 คะแนน)

   .....

   .....

4. จงบอกหลักการที่แตกต่างกันของหม้อแปลงไฟฟ้าขึ้นและหม้อแปลงไฟฟ้าลง มาให้เข้าใจ (2 คะแนน)

   .....

   .....

5. ขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ คืออะไร (2 คะแนน)

   .....

   .....

6. แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่จะป้อนไฟเข้าหม้อแปลง ให้หม้อแปลงทำงานได้ต้องเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดใด (1 คะแนน)

   .....

   .....

   .....

คู่มือครูชุดที่ 4

คำชี้แจงสำหรับครู

แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกที่นักเรียนจะได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารหมายเลข 1 ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 ศึกษารายละเอียดของปัญหาจากเอกสารหมายเลข 3 และทำแบบทดสอบจากเอกสารหมายเลข 4 เช่นเดียวกับชุดที่ผ่านมา

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. กระดาษสีขาวคนละ 1 แผ่น
2. หลอดไฟฉาย 2.5 โวลต์ พร้อมขั้วกลุ่มละ 2 หลอด
3. สวิตช์ทางเดียวกลุ่มละ 1 ตัว
4. สวิตช์สองทางกลุ่มละ 2 ตัว
5. สายไฟพร้อมที่เสียบกลุ่มละ 3 คู่
6. Adapter กลุ่มละ 1 ชุด

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบได้แก่

1. ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. พยายามทำข้อสอบประจำชุดด้วยความตั้งใจ
3. นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยความตั้งใจ
4. เมื่อทำเอกสารฝึกหัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องจัดเอกสารและสื่อการเรียนการสอนให้เข้าที่เดิมให้เรียบร้อย ถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหาย ต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอนจะต้องจัดเก้าอี้ประจำกลุ่มตนให้เรียบร้อย
6. นักเรียนควรใช้ชุดฝึกด้วยความระมัดระวัง
7. การปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างมีเวลาจำกัด นักเรียนจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่นั่งรวมกันเป็นกลุ่มๆละ 6 คน ในลักษณะเดียวกับกลุ่มทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การให้คะแนน

แบบทดสอบชุดนี้คะแนนเต็ม 10 คะแนน โดยแบบทดสอบมี 6 ข้อ เป็นแบบเติมข้อความสั้นๆให้ได้ใจความถูกต้องสมบูรณ์ การให้คะแนนจะให้ตามที่ระบุไว้ในแบบทดสอบ

เวลาที่ใช้

แบบฝึกหัดชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 30 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 20 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

คำแนะนำเพิ่มเติม

ครูเตือนให้นักเรียนปรับสวิตช์ Adapter ไปที่ 3 โวลต์พอดี และแนะนำให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างของสวิตช์ทางเดียว และสวิตช์สองทางโดยดูที่ด้านในของสวิตช์

คู่มือการเรียนชุดที่ 4

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้และทักษะในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนจะได้ศึกษาขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะแต่ละขั้นตอนเหล่านั้นจนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทำแบบฝึกจะทำเรียงกันไปทีละหมายเลข

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สวิตช์ชนิดต่างๆควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนศึกษาแบบฝึกนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. ระบุปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ได้
2. ระบุตัวแปรต้นและตัวแปรตามได้
3. สร้างสมมติฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตาม
4. ออกแบบการทดลองจากสมมติฐานที่กำหนดขึ้น
5. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่กำหนด

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4)
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 (เอกสารฝึกหัด)
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 (เอกสารเฉลย)
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ)
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

หมายเหตุ : นักเรียนจะต้องทำเอกสารแต่ละหมายเลขให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มอันต่อไปเอกสารแต่ละหมายเลขมีเวลาจำกัดเท่าที่กำหนดไว้ นักเรียนต้องพยายามรักษาเวลาให้ได้ตามที่กำหนดห้ามหยิบเอกสารหมายเลขต่อไปขึ้นมาก่อนที่จะทำอันแรกเสร็จ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึก 1 ชุด ซึ่งประกอบด้วยเอกสารหมายเลข 1 - 4
2. อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองแต่ละชุด ให้เขียนใส่กระดาษที่ครูแจกให้หลังอ่านสถานการณ์แล้วและต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเท่านั้น โดยครูจะเป็นผู้จัดหาให้

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามแบบที่ระบุไว้ในคำถาม

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 30 นาที
3. ศึกษาเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 20 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

เอกสารหมายเลข 1

เอกสารฝึกหัดชุดที่ 4

วิชยาทดลองใช้สายไฟต่อวงจรจากสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ไปควบคุมการทำงานของหลอดไฟ 2.5 โวลต์ 1 หลอด แล้วใช้สวิตช์ตัวเก่าควบคุมหลอดไฟ 2.5 โวลต์ 2 หลอด ปรากฏว่าเมื่อเปิดสวิตช์ไฟฟ้าสว่าง ปิดสวิตช์ไฟฟ้าดับ เธอจึงทดลองต่อไปว่าถ้าใช้หลอดไฟ 2.5 โวลต์ 1 หลอด แต่ต้องการควบคุมจากสถานที่ได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง จะต้องต่อสวิตช์เข้าในวงจรของหลอดอย่างไร ?

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่คืออะไร

   .....

   .....

   .....

2. จากปัญหาที่ระบุไว้ข้างต้น

   ตัวแปรต้นคืออะไร

   .....

   ตัวแปรตามคืออะไร

   .....

3. สมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร

   .....

   .....

4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

5. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร.

.....

.....

.....

.....

6. จงทำการทดลองตามที่ท่านออกแบบไว้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

เฉลยเอกสารฝึกหัดชุดที่ 4

1. จะต้องต่อวงจรอย่างไรในกรณีต่อไปนี้

    1.1 ใช้สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด

    1.2 ใช้สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 2 หลอด

    1.3 ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด ได้จากสถานที่ 2 ตำแหน่ง

2. ตัวแปรต้น คือ ชนิดของสวิตช์ รูปแบบการต่อวงจร
   ตัวแปรตาม คือ การควบคุมการดับ - การสว่างของหลอดไฟ

3. สมมติฐาน คือ การเลือกใช้ชนิดของสวิตช์ต่อวงจรกับหลอดไฟอย่างเหมาะสมจะสามารถควบคุมการดับ - สว่างของหลอดไฟได้ตามต้องการ

4. วิธีทดลอง

    4.1 ต่อสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว เรียงลำดับเข้ากับหลอด 2.5 โวลต์ 1 หลอด ทดลองปิด - เปิดสวิตช์ สังเกตการดับ - สว่างของหลอดไฟ

    4.2 ต่อสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว เรียงลำดับเข้ากับหลอดไฟ 2.5 โวลต์ 2 หลอด
    - ทั้งสองหลอดต่อเรียงลำดับกัน
    - ทั้งสองหลอดต่อขนานกัน

    ทดลองปิด - เปิดสวิตช์ เพื่อสังเกตการดับ - สว่างของหลอดไฟ

    4.3 ต่อสวิตช์สองทาง 2 ตัว แบบเอาขั้วเหมือนกันต่อกันแล้วนำไปต่อวงจรเรียงลำดับกับหลอดไฟ 2.5 โวลต์ 1 หลอด

    4.4 ทดลองปิด - เปิดสวิตช์ เพื่อสังเกตการดับ - สว่างของหลอดไฟ

5. ตัวแปรควบคุม คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงค่าความต่างศักย์ 3 โวลต์ ตลอดการทดลอง

6. บันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ความสว่างของหลอดไฟ	
	ปิดสวิตช์	เปิดสวิตช์
1. ต่อสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว กับหลอด 1 หลอด	-	ไฟสว่าง
2. ต่อสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว กับหลอด 2 หลอดเรียงลำดับ	-	ไฟสว่างทั้งสองหลอด
3. ต่อสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว กับหลอด 2 หลอดขนานกัน	-	ไฟสว่าง > ข้อ 2 ทั้งสองหลอด
4. ต่อสวิตช์สองทาง 2 ตัว กับหลอด 1 หลอด	-	หลอดไฟสว่าง

7. สรุปผลการทดลอง

7.1 สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด โดยต่อวงจร แบบเรียงลำดับ (อนุกรม)

7.2 สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟมากกว่า 1 หลอด ได้โดยหลอดแต่ละหลอดต่อขนานกันแล้วจึงต่ออนุกรมกับสวิตช์

7.3 สวิตช์สองทาง 2 ตัว ต่อขนานกันใช้ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอดจากสถานที่ตำแหน่งได้

เอกสารหมายเลข 3

เอกสารอ่านประกอบชุดที่ 4

การใช้พลังงานไฟฟ้า

1. การใช้พลังงานไฟฟ้า คือการเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น เช่น พลังงานแสง พลังงานความร้อน หรือพลังงานกล เพื่ออำนวยความสะดวกและใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

2. การต่อไฟฟ้าเข้าบ้านจากสายไฟแรงสูงข้างถนนจะต้องผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าลงที่เสาไฟฟ้าใกล้บ้าน เพื่อปรับศักย์ไฟฟ้าให้เหลือ 220 V. หรือ 380 V. สำหรับโรงงานจะต่อสายไฟเข้าบ้านเป็น 2 สาย คือ

2.1 สายมีศักย์หรือสายมีไฟจะประกอบด้วย

- สายที่จะต่ออนุกรมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า
- สายดินจะต่อลงดินจนถึงชั้นที่มีความชื้นป้องกันประจุไฟฟ้า ในบรรยากาศไหลเข้าวงจรไฟฟ้าในบ้าน สายดินจะมีศักย์ไฟฟ้าเมื่อเทียบกับพื้นดินเป็นศูนย์

2.2 สายกลางจะไม่มีไฟฟ้าใช้ต่อวงจรกับอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเชื่อมกับสายมีศักย์เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร

3. กระแสไฟฟ้าก่อนต่อเข้าสู่วงจรไฟฟ้าภายในบ้านต้องผ่านมาตรไฟฟ้าก่อนเพื่อวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไป การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านมีขั้นตอนดังนี้

สายไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้าลง 220 V. ---> มาตรไฟฟ้า ---> แผงไฟรวม ---> สายไฟ 220 V. --->อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า

4. มาตรไฟฟ้า (Kilowatt - hour meter) คือ อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่การไฟฟ้าติดตั้งให้กับบ้านเรือน บริษัท ห้างร้าน หรือสถานที่ราชการเพื่อวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไป บางครั้งจะเรียกสั้นๆว่า มิเตอร์ หรือหม้อไฟ ตัวเลขที่ปรากฏบนมาตรไฟฟ้าคือ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้จะมีหน่วยวัดเป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (kW - hr.) หรือเรียกสั้นๆว่า ยูนิต (Unit)

5. พลังงานไฟฟ้า 1 Unit หรือ 1 kW - hr. หมายถึง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไป 1000 W. ในเวลา 1 ชั่วโมง (hr.) ดังนั้นถ้าต้องการคำนวณหาค่าจำนวนยูนิตที่ใช้ทั้งหมดในแต่ละเดือนของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆคำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$W = Pt$$

เมื่อ W แทน พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kW - hr.) หรือยูนิต (Unit)

P แทน กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ (kW.) โดย 1000 W. = 1 kW.

t แทน เวลาที่ใช้ไฟฟ้ามีหน่วยเป็นชั่วโมง (hr.)

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าใช้ตู้เย็นขนาด 150 W. 220 V. ในเวลา 1 เดือนจะเสียค่าไฟฟ้าเท่าใด สมมติว่าตู้เย็นใช้พลังงานไฟฟ้าเพียง 2 ใน 3 ของแต่ละวันและค่าไฟฟ้าราคายูนิตละ 1.50 บาท

วิธีทำ จากสูตร W = Pt

W แทนพลังงานไฟฟ้า = ? Unit

P แทนกำลังไฟฟ้า = 150 / 1000 = 0.15 kW.

t แทนเวลาที่ใช้ = (2 / 3) x 24 x 30 = 480 hr.

แทนค่าในสูตร W = 0.15 x 480

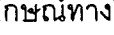
W = 72 Unit

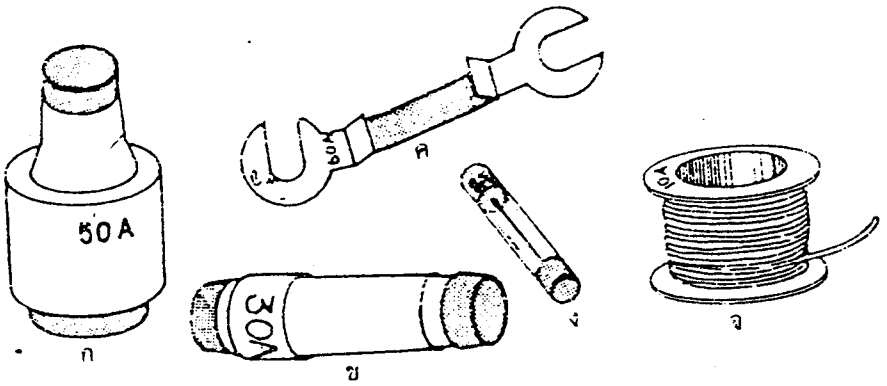
∴ ต้องเสียค่าไฟฟ้า 72 x 1.50 = 108 บาท ตอบ

อุปกรณ์ไฟฟ้า

หมายถึงเครื่องมือที่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยไม่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปอื่นช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้กระแสไฟฟ้าภายในบ้านให้ปลอดภัยจากอันตรายที่เกิดจากไฟฟ้าลัดวงจรด้วย อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านมีดังนี้

1. สะพานไฟและคัทเอาท์ สะพานไฟ คือ วัตถุตัวนำที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้า แต่ถ้าในสะพานไฟที่ต่อฟิวส์ไว้ด้วยจะเรียกว่า คัทเอาท์ (Cut - out)

2. ฟิวส์ (Fuse) ใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าดังนี้  เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ตัดวงจรได้ไฟฟ้าเมื่อมีปริมาณไฟฟ้าไหลเกินกำหนดในวงจรหรือวงจรชำรุดเกิดไฟฟ้าลัดวงจรฟิวส์ทำหน้าที่ตัดวงจรได้ เพราะทำจากโลหะผสมที่มีจุดหลอมเหลวต่ำคือ ดีบุก + ตะกั่ว + บิทมัส (Sn + Pb + Bi) ถ้าไฟไหลผ่านมากเกินกำหนดฟิวส์จะร้อนหลอมละลายขาดจากกันฟิวส์หลายชนิด เช่น



รูป 7 ฟิวส์แบบต่างๆ

2.1 ฟิวส์เส้น (จ) ใช้กับสะพานไฟ

2.2 ฟิวส์ก้ามปูหรือฟิวส์แผ่น (ค) ใช้ใน Cut - out อาคารใหญ่ๆสะดวกกว่าฟิวส์เส้นแต่แพงกว่า

2.3 ฟิวส์หลอด (ง) ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.4 ฟิวส์กระเบื้องหรือคาร์ทิจฟิวส์ (ก ข) ใช้กับแผงไฟรวม

ที่ฟิวส์จะมีตัวเลขกำกับ เช่น 10 A หมายความว่าฟิวส์จะยอมให้ไฟฟ้าผ่านได้มากที่สุดไม่เกิน 10 A การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้สูงสุดว่ามีค่าเท่าใด การเลือกใช้ฟิวส์จึงคำนวณได้จากสูตรความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$P = VI$$

เมื่อ P แทน กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

V แทน ความต่างศักย์มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I แทน กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

ตัวอย่างที่ 1 บ้านหลังหนึ่งใช้หลอดไฟขนาด 100 W 5 ดวง หลอดไฟ 60 W 5 ดวง เตาไฟฟ้า 750 W 1 เครื่อง ถ้าบ้านนี้ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชิ้นพร้อมกันนักเรียนคิดว่าจะเลือกใช้ฟิวส์ขนาดต่ำสุดเท่าใด ฟิวส์จึงจะไม่ขาด

วิธีทำ จากสูตร $P = VI$

เมื่อ P แทนกำลังไฟฟ้า = (100 x 5) + (60 x 5) + (750 x 1) = 1550 V

แทนความต่างศักย์ = 220 V

I แทนกระแสไฟฟ้าที่ไหล = ? A

แทนค่าในสูตร 1550 = 220 I

I = 1550 / 220 = 7.04 A

∴ ควรเลือกใช้ฟิวส์ขนาดต่ำสุด 10A (ขนาดฟิวส์ที่มีขายตามท้องตลาดเป็น 5,10, 15,..A)ตอบ

ฟิวส์อัตโนมัติ (Circuit breaker) จะทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อมีไฟฟ้าไหลผ่านวงจรมากเกินกำหนดซึ่งอาจเกิดจากไฟฟ้าลดวงจรหรือใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินกำหนดชั่วขณะ เช่น การเริ่มสตาร์ทของมอเตอร์ การตัดต่อวงจรของฟิวส์อัตโนมัติจะใช้หลักการของแม่เหล็กไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์

การที่ฟิวส์ขาดอาจเกิดจากสาเหตุต่อไปนี้

1) การต่อฟิวส์ใน Cut - out ขันที่ยึดฟิวส์ไม่แน่น

2) ฟิวส์ขนาดเล็กเกินไปทนกระแสไฟฟ้าได้น้อยไม่เหมาะกับปริมาณไฟฟ้าที่ไหลในวงจร

3) เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชิ้นกินไฟมากเกินไป

4) เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชิ้นเกิดลัดวงจร

เมื่อฟิวส์ขาดการเปลี่ยนฟิวส์ควรปฏิบัติดังนี้

1) หาสาเหตุที่ทำให้ฟิวส์ขาด

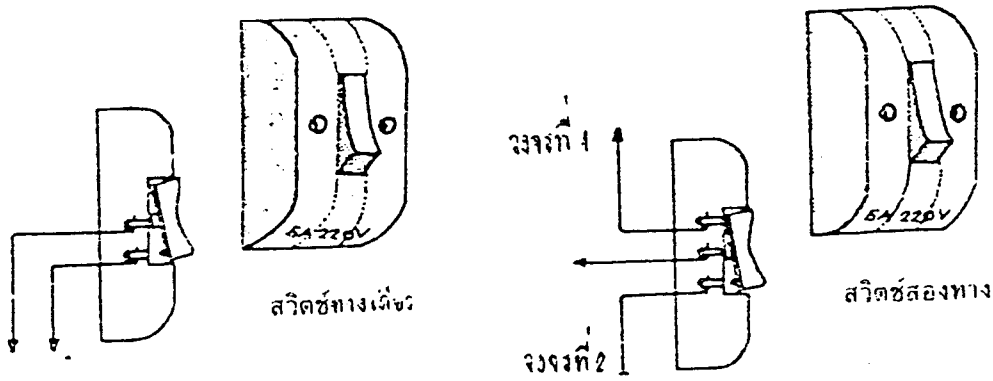
2) ถอดเต้าเสียบของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่สงสัยว่าทำให้ฟิวส์ขาดออกก่อน

3) ตัดวงจรไฟฟ้าก่อนที่จะถึงตำแหน่งฟิวส์ขาด

4) ใช้ฟิวส์ขนาดเท่าเดิม

3. สวิตช์ (Switch) ใช้สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า คืออุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าทำหน้าที่คล้ายสะพานไฟ แต่ต่างกันที่ส่วนประกอบการเปิดสวิตช์จะทำให้วงจรไฟฟ้าปิดไฟฟ้าไหลได้ครบวงจร ส่วนการปิดสวิตช์วงจรไฟฟ้าจะเปิดไฟฟ้าจึงไม่ครบวงจรจะไม่มีไฟฟ้าไหล สวิตช์จะต่อวงจรอนุกรมอยู่กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ สวิตช์ที่ใช้กันอยู่ในชีวิตประจำวันจะใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้ามีอยู่ 3 ลักษณะดังนี้

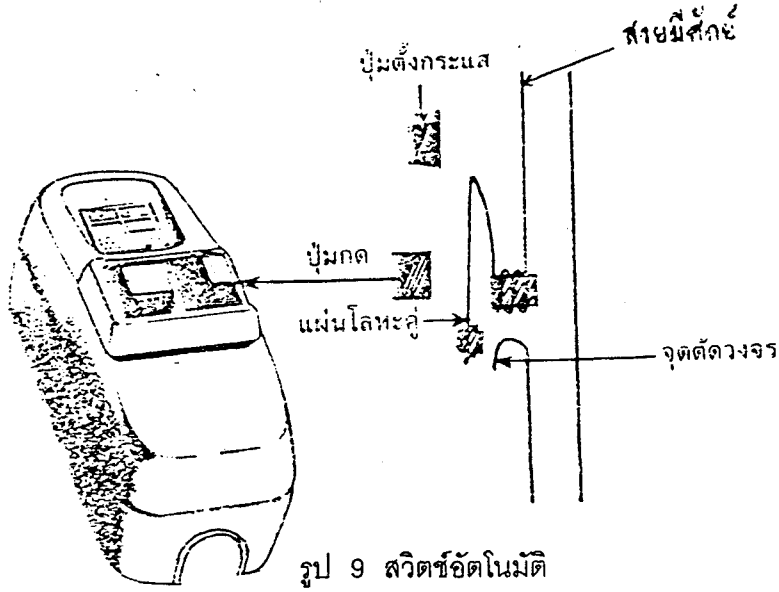
3.1 สวิตช์ทางเดียวเป็นสวิตช์ที่ต่อไว้เพื่อควบคุมวงจรไฟฟ้าส่วนใดส่วนหนึ่ง



รูป 8 สวิตช์แบบต่างๆ

3.2 สวิตช์สองทาง เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรที่สามารถใช้บังคับการเดินทางของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ทาง คืออาจให้ไฟฟ้าไหลผ่านวงจรที่ 1 หรือวงจรที่ 2 ก็ได้ (จากรูป 8)

3.3 สวิตช์อัตโนมัติ ทำหน้าที่คล้ายฟิวส์เป็นสวิตช์ที่สามารถตัดต่อวงจรไฟฟ้าได้ด้วยตนเองในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าสู่วงจรมากกว่าปกติมักใช้ต่อกับสายเมนใหญ่ที่ต่อไฟเข้าบ้าน หรือใช้ควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบซึ่งต้องใช้ไฟมาก เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ เครื่องปั๊มน้ำตัวเลขที่เขียนไว้บนสวิตช์ เช่น 5 A. 220 V. หมายความว่าสวิตช์ทนต่อกระแสไฟฟ้าสูงสุด 5 A. และใช้กับไฟที่มีค่าความต่างศักย์ 220 V. ถ้ากระแสและความต่างศักย์เกินกำหนดสวิตช์ จะตัดวงจรส่วนที่ตัดวงจรของสวิตช์อัตโนมัติควรต่ออยู่กับสายมีศักย์ดังรูป



รูป 9 สวิตช์อัตโนมัติ

เอกสารหมายเลข 4

แบบทดสอบชุดที่ 4

1. สายไฟที่ต่อเข้าบ้านมี 2 สาย แตกต่างกันอย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. การคิดเงินค่าไฟฟ้าคิดจากค่าใดทางไฟฟ้า (1 คะแนน)

.....

.....

3. จงบอกความแตกต่างของหน้าที่ของสะพานไฟ ฟิวส์ และสวิตช์มาให้เข้าใจ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขนาดของฟิวส์ระบุขนาดตามค่าใดทางไฟฟ้า (1 คะแนน)

.....

.....

5. สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว จะควบคุมการทำงานของหลอดไฟมากกว่า 1 หลอดได้หรือไม่ ทำได้อย่างไร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

6. จงเขียนแผนภาพวงจรการใช้สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด และการใช้สวิตช์สองทาง 2 ตัว ควบคมหลอดไฟ 1 หลอด (2 คะแนน)

.....

.....

คู่มือครูชุดที่ 5

คำชี้แจงสำหรับครู

แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกที่นักเรียนจะได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารหมายเลข 1 ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 ศึกษารายละเอียดของปัญหาจากเอกสารหมายเลข 3 และทำแบบทดสอบจากเอกสารหมายเลข 4 เช่นเดียวกับชุดที่ผ่านมา

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. แผนผังวงจรการทำงานของหลอดวาวแสง 2 ชุด
2. สายไฟยาง 2 ตลับ

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบได้แก่

1. ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. พยายามทำข้อสอบประจำชุดด้วยความตั้งใจ
3. นักเรียนตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ชวนเพื่อนคุยออกนอกเรื่อง
4. เมื่อทำเอกสารฝึกหัดเสร็จเรียบร้อย จะต้องจัดเอกสาร และสื่อการสอนเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย ถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอน จะต้องจัดเก้าอี้ประจำกลุ่มตนให้เรียบร้อย
6. นักเรียนควรใช้ชุดฝึกด้วยความระมัดระวัง
7. การปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างมีเวลาจำกัด นักเรียนจะต้องตั้งใจปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่นั่งรวมกันเป็นกลุ่มๆละ 6 คน ในลักษณะ เดียวกับกลุ่มทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การให้คะแนน

แบบทดสอบชุดนี้คะแนนเต็ม 10 คะแนน แบบทดสอบมี 6 ข้อ เป็นแบบเติมคำหรือข้อความสั้นๆให้ได้ใจความถูกต้องและสมบูรณ์การให้คะแนนจะมีบอกไว้ในแบบทดสอบแต่ละข้อ

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 30 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 20 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

คำแนะนำเพิ่มเติม

ครูควรเตือนให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ถึง 220 โวลต์ และให้สังเกตผลการทดลองอย่างละเอียดถี่ถ้วน รอบคอบที่สุด

คู่มือการเรียนชุดที่ 5

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้ทักษะในการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ศึกษาถึงขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะของแต่ละขั้นตอนเหล่านั้นจนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทำแบบฝึกจะทำเรียงกันไปทีละหมายเลข

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนทราบส่วนประกอบที่สำคัญในวงจรของหลอดวาวแสง และศึกษาทางเดินของกระแสไฟฟ้าในแผนผังวงจรการทำงานของหลอดวาวแสงได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4)
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 (เอกสารฝึกหัด)
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 (เอกสารเฉลย)
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ)
5. ทำเอกสารหมายเลจ 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

หมายเหตุ : นักเรียนจะต้องทำเอกสารแต่ละหมายเลขให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มอันต่อไปเอกสารแต่ละหมายเลขมีเวลาจำกัดเท่าที่กำหนดไว้ นักเรียนต้องพยายามรักษาเวลาให้ได้ตามที่กำหนด ห้ามหยิบเอกสารหมายเลข ต่อไปนี้ขึ้นมาก่อนที่จะทำอันแรกเสร็จ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึก 1 ชุด ประกอบด้วยเอกสารหมายเลข 1 - 4
2. อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองแต่ละชุดให้เขียนใส่กระดาษแจกให้หลังจากอ่านสถานการณ์แล้ว และต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเท่านั้นโดยครูจะเป็นผู้จัดหาให้

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในคำถาม

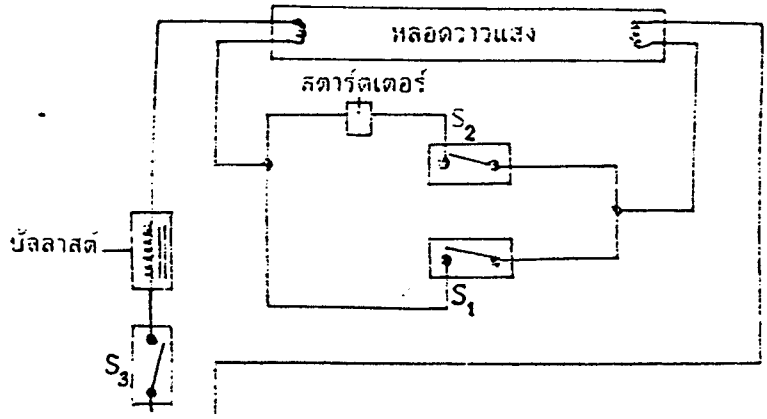
เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน

1. ทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 30 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 20 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

เอกสารฝึกหัดชุดที่ 5

วิชยาศึกษาแผนผังวงจรการทำงานของหลอดวาวแสงดังรูป



รูป 10 แผนผังการทำงานของหลอดวาวแสง

เขานำแผนผังดังที่ปรากฏในรูปต่อวงจรกับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ แล้วทดลองปิด - เปิด สวิตช์ S_1 , S_2 และ S_3 ปรากฏผลการเปลี่ยนแปลงบนแผนผังวงจรการทำงานของหลอดวาวแสงแตกต่างกัน

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นักเรียนคิดว่าปัญหาที่นักเรียนคนนั้นกำลังเผชิญอยู่คืออะไร

   .....

   .....

2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น

   ตัวแปรต้นคืออะไร

   .....

   ตัวแปรตามคืออะไร

   .....

3. สมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร

   .....

   .....

4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

   .....

   .....

   .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร

.....

.....

6. จงทำการทดลองตามที่ท่านออกแบบไว้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

เฉลยเอกสารฝึกหัดชุดที่ 5

1. เพราะเหตุใดการทดลองปิด - เปิดสวิตช์ S_1 , S_2 และ S_3 จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนแผนผังวงจรแตกต่างกัน
2. ตัวแปรต้น คือ การปิด - เปิด สวิตช์ S_1 , S_2 และ S_3
   ตัวแปรตาม คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแผงผังวงจร
3. สมมติฐาน คือ การปิด - เปิดสวิตช์ S_1 , S_2 และ S_3 เป็นการควบคุมทางเดิน ของกระแสไฟฟ้าแต่ละส่วนในวงจรการทำงานของหลอดวาวแสง
4. วิธีทดลอง

   ต่อไฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ เข้าในวงจรทำงานของหลอดวาวแสงแล้วดำเนินการทดลองดังนี้

   4.1 ปิดวิตช์ S_1 , S_2 เปิดสวิตช์ S_3

   4.2 เปิดสวิตช์ S_1

   4.3 ปิดสวิตช์ S_1

   4.4 ปิดสวิตช์ S_3

   4.5 เปิดสวิตช์ S_2

   4.6 เปิดสวิตช์ S_3

   4.7 ปิดสวิตช์ S_2

วิธีทดลอง	สวิตช์		
	S_1	S_2	S_3
4.1	x	x	/
4.2	/	x	/
4.3	x	x	/
4.4	x	x	x
4.5	x	/	x
4.6	x	/	/
4.7	x	x	/

/ หมายถึง เปิดสวิตช์

x หมายถึง ปิดสวิตช์

สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนแผนผังวงจรการทำงานของหลอดวาวแสงทุกครั้งที่มีการปิด - เปิดสวิตช์

5. ตัวแปรควบคุม แหล่งกำเนิดไฟฟ้าสลับ 220 V ตลอดการทดลอง

6. บันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการสังเกต
ปิด S_1 , S_2 เปิด S_3	หลอดยังไม่สว่าง
เปิด S_1	หลอดสว่างบริเวณปลายหลอด
ปิด S_1	หลอดสว่างทั้งหลอด
ปิด S_3	หลอดดับ
เปิด S_2	หลอดไม่สว่าง
เปิด S_3	มีไฟกระพริบที่สตาร์ทเตอร์แล้วหลอดสว่างทั้งหลอด
ปิด S_2	หลอดยังสว่างเหมือนเดิม

7. สรุปผลการทดลอง

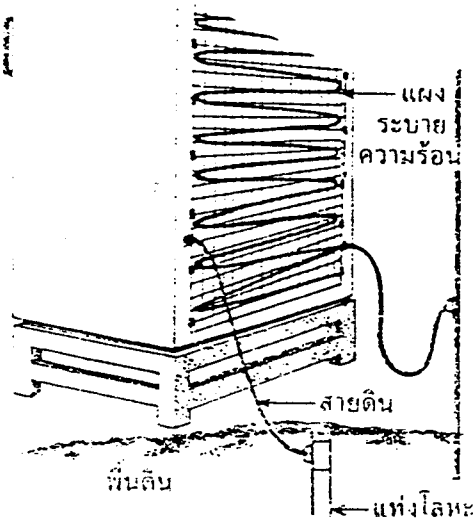
7.1 การปิด - เปิด สวิตช์ S_1 , S_2 และ S_3 เป็นการควบคุมการเดินทางของกระแสไฟฟ้าแต่ละส่วนในวงจรการทำงานของหลอดวาวแสง สวิตช์ S_1 ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวหลอด สวิตช์ S_2 ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสตาร์ทเตอร์ ส่วนสวิตช์ S_3 ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าวงจรทั้งหมด

เอกสารอ่านประกอบชุดที่ 5

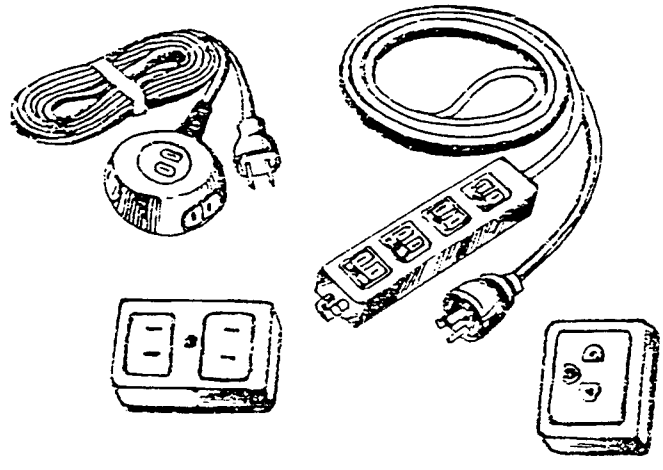
4. เต้าเสียบและเต้ารับ (Plug) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ไม่ได้ต่อวงจรกับสายไฟในบ้านไว้อย่างถาวร การเสียบเต้าเสียบหรือถอดเต้าเสียบต้องจับตรงส่วนที่เป็นฉนวนที่จับ ไม่ควรจับที่สายไฟ การใช้เต้าเสียบหลายอันกับเต้าเสียบอันเดียวที่มีหลายช่องทางสามารถทำได้ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเต้าเสียบทุกอันรวมกันไม่เกินขีดจำกัดของเต้ารับ เต้าเสียบที่ดีควรทำด้วยโลหะที่ไม่เป็นสนิมง่าย มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากจะทำให้นำไฟฟ้าได้ดีฉนวนที่หุ้ม ทั้งเต้าเสียบและเต้ารับต้องไม่กรอบหรือแตกง่ายต้องเลือกใช้ชนิดที่ได้มาตรฐานเหมาะกับปริมาณกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆขณะที่เสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับ แสดงว่าเต้ารับกำลังต่อวงจรแบบขนานเข้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้า เต้าเสียบและเต้ารับมี 2 ชนิดดังนี้

4.1 เต้าเสียบ 2 ขา และเต้ารับ 2 ตา

4.2 เต้าเสียบ 3 ขา และเต้ารับ 3 ตา ขาและตาที่เพิ่มขึ้นมาเป็นตำแหน่งที่ต่อสายดิน ช่วยป้องกันไฟฟ้ารั่วไหลผ่านร่างกาย เมื่อเราสัมผัสส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีไฟฟ้ารั่ว ถ้าไม่มีส่วนนี้สามารถต่อสายดินได้เอง โดยต่อสายไฟฟ้าจากส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าไปยังแท่งโลหะที่ฝังดินซึ่งแฉะไว้ (ดังรูป) ซึ่งการต่อสายดินนอกจากจะให้ความปลอดภัยยังไม่ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเลย ในกรณีที่ไม่มีไฟฟ้ารั่วเพราะสายดินเป็นส่วนหนึ่งของวงจร



รูป 11 การต่อสายดินเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูป 12 เต้าเสียบและเต้ารับ

เครื่องใช้ไฟฟ้า

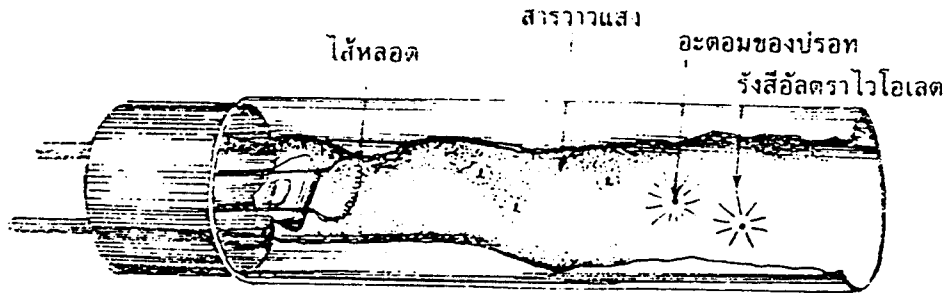
หมายถึงเครื่องมือที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน แล้วทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานรูปอื่น เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันเบ่งประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าตามหลักการเปลี่ยนรูปพลังงานได้ดังนี้

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง หมายถึง หลอดไฟชนิดต่างๆหลอดไฟที่ใช้กันโดยทั่วไปแบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่

1.1 หลอดไฟธรรมดา (Incandesecnt Lamp) ทำด้วยหลอดแก้วไส้หลอดทำด้วยโลหะทังสเตนหรือออสเมียม แต่ถ้าใช้โลหะทั้งสองชนิดผสมกันเรียกโลหะผสมนี้ว่าออสแรม (Osram) ไส้หลอดจะทนความร้อนได้สูง มีความต้านทานไฟฟ้ามาก ภายในหลอดแก้วจะสูบเอาอากาศออกจนหมดใส่ก๊าซ Ar เข้าไปแทน ให้แสงสว่างโดยการจุดไส้หลอดด้วยกระแสไฟฟ้าไปเผาไส้ให้ร้อนจัดจนลุกแดง พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานแสงและพลังงานความร้อน มีอายุการใช้งานประมาณ 1000 ชั่วโมง

1.2 หลอดวาวแสง (Fluorescent Lamp) ให้แสงสว่างมากกว่าหลอดธรรมดา 2 - 3 เท่า (กรณีมีกำลังไฟฟ้าเท่ากัน) มีความร้อนที่ตัวหลอดน้อยอายุการใช้งาน 4000 - 7000 ชั่วโมง นานกว่าหลอดธรรมดาประมาณ 5 เท่า แต่ราคาอุปกรณ์แพงกว่า ตัวหลอดเป็นหลอดแก้วรูปทรงกระบอกหรือขดเป็นวลกลมสูบอากาศออกจนหมด แล้วบรรจุไอปรอทเข้าไปแทนที่ ผิวด้านในของหลอดจะฉาบสารวาวแสง (Phosphor) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนรังสีอุลตราไวโอเลตที่เกิดจากอนุภาคอิเลคตรอนวิ่งชนอะตอมของไอปรอทในหลอดให้เป็นแสงที่ตามองเห็น ที่ปลายหลอดทั้งสองด้านสวมปลอกโลหะ ทำหน้าที่ปิดหลอดที่ปลอกจะมีขั้วต่อกับไส้บรรจุภายในหลอด เรียกว่า Electrode ใน Electrode แต่ละด้านมีขั้วไฟฟ้า 2 ขั้ว คือ Cathode และ Anode ทำด้วยทังสเตน (W) เส้นเล็กๆเคลือบสารเคมีทำหน้าที่ช่วยกระจายอนุภาคอีเลคตรอนจาก Cathode (ขั้วลบ) ไปยัง Anode (ขั้วบวก) ช่วยให้ Electrode ทนทาน ชนิดของสาร Phosphor ที่ต่างกันจะทำให้หลอดวาวแสงให้แสงสีแตกต่างกันออกไปดังนี้

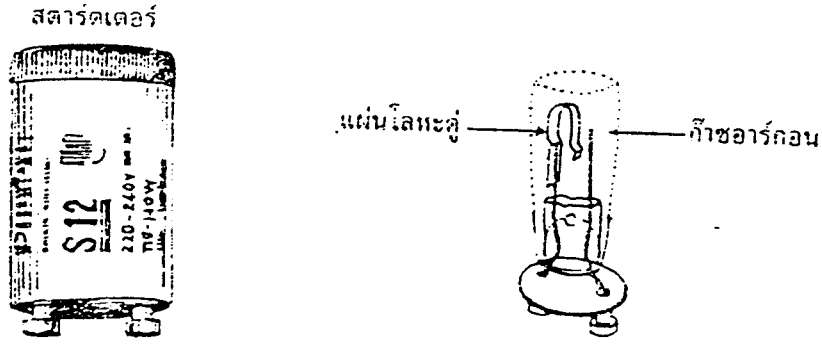
- มักเนเซียม ทังสเตต ให้แสงสี แสงธรรมดา (นวลแกมน้ำเงินอ่อน)
- คัลเซียม ทังสเตต " น้
- ซิงค์ซิลิเกต " เขียว
- ซิงค์เบเรเลียมซิลิเกต " เหลืองนวล
- แคดเมียมซิลิเกต " ชมพูอ่อน
- แคดเมียมบอเรต " ชมพู



รูป 13 การเปล่งแสงของหลอดวาวแสง

นอกจากตัวหลอดแล้วในวงจรการทำงานของหลอดวาวแสง จะต้องประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญได้แก่

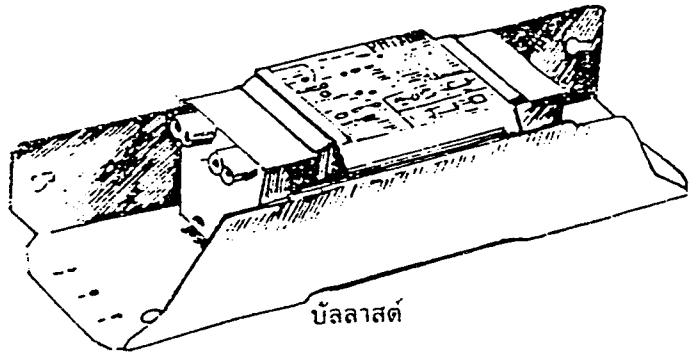
สตาร์ตเตอร์ (Starter) จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติปิด - เปิดวงจร เป็นตัวเชื่อมวงจรอีกวงจรหนึ่งให้กระแสไฟฟ้าเดินทางได้ชั่วคราว เพื่อเผาไส้หลอดให้ร้อนก่อนและทำให้ไอปรอทในตัวหลอดกับก๊าซอาร์กอน (Ar) ในสตาร์ตเตอร์กระจายทั่วหลอด ให้เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีหลังจากนั้น 3 - 5 วินาที สตาร์ตเตอร์ ก็จะตัดวงจรเองโดยอัตโนมัติหลอดไฟฟ้าก็จะสว่างทั้งหลอด

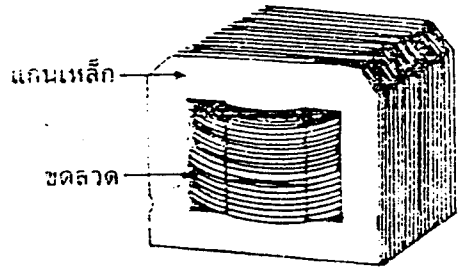


รูป 14 ส่วนประกอบของสตาร์ตเตอร์

ในขณะที่ไฟฟ้าไหลผ่านสตาร์ตเตอร์ จะเกิดประกายไฟฟ้าขึ้น (ไฟกระพริบที่สตาร์ตเตอร์) กระแสไฟฟ้ากระโดดข้ามจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งชนกับอะตอมของ Ar การเกิดประกายไฟฟ้า ทำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าส่งออกไปในอากาศไปรบกวนคลื่นวิทยุ เพื่อป้องกันปรากฏการณ์นี้จึงใช้ Condenser เล็กๆต่อคร่อมไว้ในสตาร์ตเตอร์ ภายในสตาร์ตเตอร์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้า 2 ขั้วๆหนึ่งต่อกับแผ่นโลหะตัวนำไฟฟ้า อีกขั้วหนึ่งต่อกับแผ่นโลหะคู่ ภายในหลอดแก้วของสตาร์ตเตอร์ยังบรรจุก๊าซ Ar ไว้ด้วย เมื่อแผ่นโลหะคู่ได้รับพลังงานความร้อนจากประกายไฟจะโค้งงอมาแตะกัน ไฟฟ้าจึงไหลผ่านขั้วทั้งสองได้โดยไม่ต้องผ่าน Ar เมื่อความร้อนบนแผ่นโลหะคู่ลดลงก็จะแยกจากกันเบนกลับที่เดิมสตาร์ตเตอร์จะต่อวงจรแบบขนานอยู่กับตัวหลอดวาวแสง

บัลลาสต์ (Ballast) มีส่วนประกอบภายในและหน้าที่ในวงจรหลอดวาวแสง คล้ายหม้อแปลงไฟฟ้าทำหน้าที่เพิ่มความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวหลอด ขณะที่ไฟฟ้าไหลผ่านสตาร์ตเตอร์ความต่างศักย์ระหว่างปลายหลอดทั้งสองจะลดลงอย่างรวดเร็ว Ballast จะพยายามต้านการลดลงของความต่างศักย์ดังกล่าว โดยการเหนี่ยวนำความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสองของหลอดให้มีค่าคงที่เร่งให้อิเลคตรอนเคลื่อนที่จากไส้หลอดด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งได้ ช่วยควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจรให้พอเหมาะ แต่เมื่อหลอดสว่างแล้วจะช่วยลดแรงเคลื่อนไฟฟ้าลง Ballast จะต่อวงจรแบบอนุกรมกับตัวหลอดวาวแสง





รูป 15 บัลลาสต์และขดลวดภายในบัลลาสต์

เอกสารหมายเลข 4

แบบทดสอบชุดที่ 5

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าแตกต่างกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างไร (2 คะแนน)

   .....

   .....

2. หลอดวาวแสงให้ความสว่างได้หลายสีขึ้นอยู่กับส่วนประกอบส่วนใดในตัวหลอด (1 คะแนน)

   .....

3. ส่วนประกอบในคำตอบข้อ 2 ทำหน้าที่อย่างไรในการให้แสงสว่างของหลอดวาวแสง (1 คะแนน)

   .....

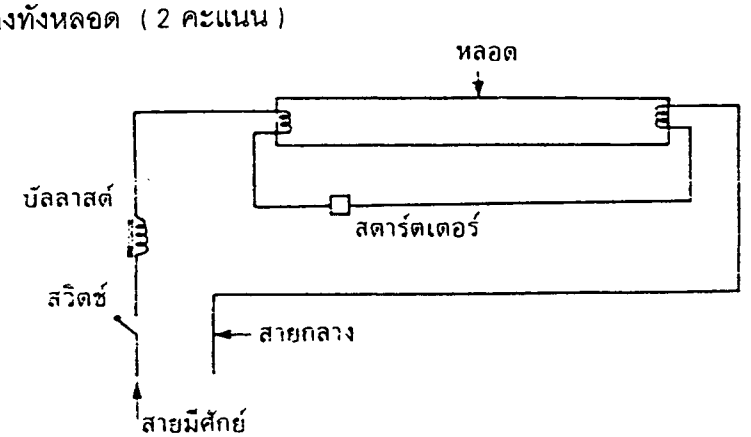
4. จงบอกส่วนประกอบที่สำคัญในวงจรของหลอดวาวแสงมา 3 ส่วน และแต่ละส่วนต่อ วงจรกันแบบใดบ้าง (2 คะแนน)

   .....

   .....

   .....

5. จงเขียนทางเดินของกระแสไฟฟ้าขณะที่เปิดสวตช์วงจรหลอดวาวแสงครั้งแรกที่หลอดไฟยังไม่สว่างทั้งหลอด (2 คะแนน)

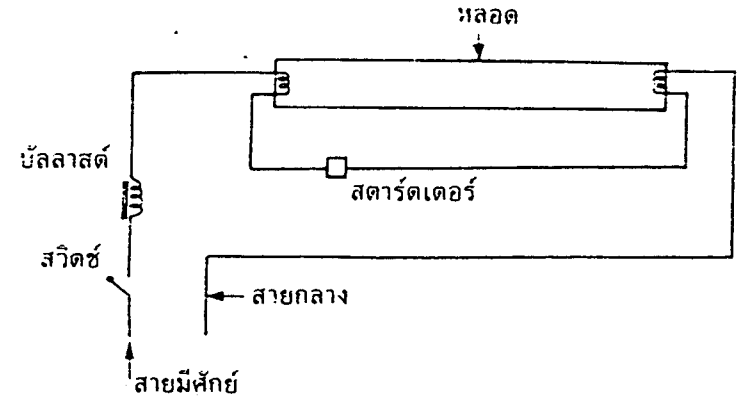


....

.....

.....

6. จงเขียนทางเดินของกระแสไฟฟ้าขณะที่หลอดไฟสว่างทั่วทั้งหลอดแล้ว (2 คะแนน)



.....

.....

.....

คู่มือครูชุดที่ 6

คำชี้แจงสำหรับครู

แบบฝึกชุดนี้เป็นแบบฝึกที่นักเรียนจะได้ฝึกแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ จากเอกสารหมายเลข 1 ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 ศึกษารายละเอียดของปัญหาจากเอกสารหมายเลข 3 และทำแบบทดสอบจากเอกสารหมายเลข 4 เช่นเดียวกับชุดที่ผ่านมา

สิ่งที่ครูต้องเตรียม

1. ชุดทดลองแผ่นโลหะคู่กลุ่มละ 1 ชุด
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์และไม้ขีดไฟกลุ่มละ 1 ชุด
3. นาฬิกาติดผนัง 1 เรือน
4. Adapter กลุ่มละ 1 ชุด
5. มอเตอร์ติดใบพัดกลุ่มละ 1 ชุด
6. แอมมิเตอร์กลุ่มละ 1 ชุด
7. ความต้านทานปรับค่าได้กลุ่มละ 1 ชุด
8. สวิตช์ทางเดียวกลุ่มละ 1 ตัว
9. สายไฟพร้อมที่เสียบ 3 คู่

บทบาทของนักเรียน

สิ่งที่ครูควรชี้แจงให้นักเรียนทราบได้แก่

1. ปฏิบัติกิจกรรมแต่ละขั้นตอนอย่างระมัดระวัง
2. พยายามทำข้อสอบประจำชุดด้วยความตั้งใจ
3. นักเรียนตั้งใจปฏิบัติกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ชวนเพื่อนคุยออกนอกเรื่อง
4. เมื่อทำเอกสารฝึกหัดเสร็จเรียบร้อยจะต้องจัดเอกสารและสื่อการสอนเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย ถ้ามีสิ่งใดชำรุดเสียหายต้องแจ้งให้ครูทราบทันที
5. เมื่อปฏิบัติกิจกรรมครบทุกขั้นตอนจะต้องจัดเก้าอี้ประจำกลุ่มตนให้เรียบร้อย
6. นักเรียนควรใช้ชุดฝึกด้วยความระมัดระวัง
7. การปฏิบัติกิจกรรมทุกอย่างมีเวลาจำกัด นักเรียนจะต้องตั้งใจปฏิบัติตามคำแนะนำโดยเคร่งครัด

การจัดชั้นเรียน

ให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล แต่นั่งรวมกันเป็นกลุ่มๆละ 6 คน ในลักษณะเดียวกับกลุ่มทดลองในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

การให้คะแนน

แบบทดสอบชุดนี้คะแนนเต็ม 10 คะแนน แบบทดสอบมี 6 ข้อ เป็นแบบเติมข้อความสั้นๆให้ได้ใจความถูกต้องสมบูรณ์การให้คะแนนจะมีการกำหนดไว้ในแต่ละข้อ

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 20 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 30 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

คำแนะนำเพิ่มเติม

1. ครูแนะนำการปรับจุดสัมผัสให้แตะแผ่นโลหะคู่พอดีโดยสังเกตดูที่หลอดไฟ
2. การปรับ Adapter ให้ปรับไปที่ค่า 6 โวลต์พอดี

คู่มือการเรียนชุดที่ 6

แนวสังเขปเรื่องและกิจกรรม

แบบฝึกนี้เกี่ยวกับความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะได้ศึกษาถึงขั้นตอนต่างๆของการแก้ปัญหาโดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และฝึกทักษะของแต่ละขั้นตอนเหล่านั้นจนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง การทำแบบฝึกจะทำเรียงกันไปทีละหมายเลข

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนทราบส่วนประกอบที่สำคัญตลอดจนหลักการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน และเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์ในเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน (เอกสารหมายเลข 4)
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 (เอกสารฝึกหัด)
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 (เอกสารเฉลย)
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 (เอกสารอ่านประกอบ)
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 (แบบทดสอบท้ายแบบฝึก)

หมายเหตุ : นักเรียนต้องทำเอกสารแต่ละหมายเลข ให้เสร็จก่อนที่จะเริ่มอันต่อไป เอกสารแต่ละหมายเลขมีเวลาจำกัดเท่าที่กำหนดไว้ นักเรียนต้องพยายามรักษาเวลาให้ได้ตามที่กำหนด ห้ามหยิบเอกสารหมายเลขต่อไปขึ้นมาก่อน ที่จะทำอันแรกเสร็จ

สื่อการเรียนการสอน

1. แบบฝึก 1 ชุด ประกอบด้วยเอกสารหมายเลข 1 - 4
2. อุปกรณ์ที่นักเรียนต้องใช้ในการทดลองแต่ละชุด ให้เขียนใส่กระดาษที่ครูแจกให้หลังจากอ่านสถานการณ์แล้ว และต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเท่านั้นโดยครูจะเป็นผู้จัดหาให้

การให้คะแนน

ให้คะแนนตามที่ระบุไว้ในคำถาม

เวลาที่ใช้

แบบฝึกชุดนี้ใช้เวลาทั้งหมด 2 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. แบบทดสอบก่อนเรียน 15 นาที
2. ทำเอกสารหมายเลข 1 20 นาที
3. ศึกษาแนวคำตอบจากเอกสารหมายเลข 2 15 นาที
4. ศึกษาเอกสารหมายเลข 3 30 นาที
5. ทำเอกสารหมายเลข 4 20 นาที

เอกสารหมายเลข 1

เอกสารฝึกหัดชุดที่ 6

วิชยาต่อวงจรแผ่นโลหะคู่เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ ปรับจุดสัมผัสให้หลอดไฟสว่างแล้วเอาตะเกียงแอลกอฮอล์ลนแผ่นโลหะคู่ให้ร้อนจนหลอดไฟดับ จึงเอาตะเกียงออกเมื่อแผ่นโลหะคู่เย็นลงหลอดไฟกลับสว่างขึ้นอีกครั้ง

จากนั้นทดลองต่อวงจรมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงติดใบพัดแบบอนุกรมกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ กับสวิตช์ทางเดียว 1 ตัว แอมมิเตอร์และความต้านทานปรับค่าได้ได้ทดลองปรับค่าความต้านทานในวงจรให้มีค่ามากน้อยต่างกัน ปรากฏว่ามอเตอร์จะหมุนช้าเร็วต่างกันด้วย

1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้นักเรียนคิดว่าปัญหาที่นักเรียนคนนั้นกำลังเผชิญอยู่คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2. จากปัญหาที่ระบุข้างต้น

ตัวแปรต้นคืออะไร

.....

ตัวแปรตามคืออะไร

.....

3. สมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามในข้อ 2 คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานในข้อ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. ตัวแปรที่ต้องควบคุมคืออะไร

.....

.....

.....

.....

6. จงทำการทดลองตามที่ท่านออกแบบไว้ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. จงสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เอกสารหมายเลข 2

เฉลยเอกสารฝึกหัดชุดที่ 6

1. เพราะเหตุใด เมื่อทำการทดลองต่อไปนี้

   1.1 แผ่นโลหะคู่ได้รับความร้อนหรือคายความร้อนจึงมีผลต่อการดับและการสว่างของหลอดไฟ

   1.2 การปรับค่าความต้านทานมากน้อยต่างกัน จึงมีผลต่อความเร็วในการหมุนของมอเตอร์

2. ตัวแปรต้น คือ

   - การรับความร้อน และการคายความร้อนของแผ่นโลหะคู่
   - การปรับค่าความต้านทาน

   ตัวแปรตามคือ

   - การดับ - การสว่างของหลอดไฟ
   - ความเร็วในการหมุนของมอเตอร์

3. สมมติฐานคือ

   3.1 แผ่นโลหะคู่จะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน จะเกิดการโค้งงอออกจากจุดสัมผัสทำให้วงจรเปิด และเมื่อแผ่นโลหะคู่คายความร้อนจะหดตัวเบนกลับเข้าที่เดิมทำให้วงจรปิด

   3.2 ความต้านทานน้อยทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้มากขึ้น ทำให้มอเตอร์หมุนเร็วความต้านทานมากทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้น้อยจึงทำให้มอเตอร์หมุนช้า

4. วิธีทดลอง

   4.1 ใช้สายไฟต่อแผ่นโลหะคู่เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ ปรับจุดสัมผัสให้หลอดไฟสว่าง

   4.2 จุดตะเกียงแอลกอฮอล์ไปลนแผ่นโลหะคู่ให้ร้อนจนหลอดไฟดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะคู่

   4.3 เอาตะเกียงออกปล่อยให้แผ่นโลหะคู่คายความร้อนจนหลอดไฟฟ้าสว่าง สังเกต การเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะคู่

4.4 นำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาต่อวงจรอนุกรมกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ สวิตช์ทางเดียว 1 ตัว ความต้านทานปรับค่าได้ และแอมมิเตอร์

4.5 ปรับความต้านทานให้มีค่ามากที่สุด เปิดสวิตช์ สังเกตการหมุนของมอเตอร์ติดใบพัด

4.6 ปรับความต้านทานให้มีค่าน้อยลงเรื่อยๆเปิดสวิตช์สังเกตความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงไป

5. ตัวแปรที่ควบคุมคือ

5.1 ใช้ตะเกียงดวงเดียวกันตลอดการทดลอง

5.2 ใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง 6 โวลต์ ตลอดการทดลอง

6. บันทึกผลการทดลอง

6.1

การทดลอง	เวลา (วินาที)	
	ปรับจุดสัมผัสใกล้จุดตั้งต้น	ปรับจุดสัมผัสห่างจุดตั้งต้น
1. ใช้ตะเกียงลนแผ่นโลหะคู่จนไฟดับ	2	11
2. เอาตะเกียงออกปล่อยให้เย็นจนไฟสว่าง	21	6

6.2

การทดลอง	ผลการสังเกต	
	กระแสไฟฟ้า (ช่อง)	การหมุนของมอเตอร์
1. ปรับความต้านทานมากที่สุด	2.5	ไม่หมุนหรือหมุนช้า
2. ปรับความต้านทานน้อยลง	3	หมุนเร็วขึ้น
3. ปรับความต้านทานน้อยที่สุด	4	หมุนเร็วที่สุด

7. สรุปผลการทดลอง

7.1 แผ่นโลหะคู่จะขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนจึงโค้งงอออกจากจุดสัมผัสทำให้วงจรเปิด หลอดไฟจึงดับ แต่เมื่อแผ่นโลหะคู่คายความร้อนจะหดตัวเบนกลับตำแหน่งเดิมทำให้วงจรปิด หลอดไฟจึงสว่างอีกครั้งหนึ่ง

7.2 ความต้านทานมีค่ามาก กระแสไฟฟ้าไหลได้น้อยมอเตอร์จะหมุนช้า ความต้านทานมีค่าน้อย กระแสไฟฟ้าไหลได้มากมอเตอร์จึงหมุนเร็ว

เอกสารหมายเลข 3

เอกสารอ่านประกอบชุดที่ 6

1.3 หลอดนีออน ใช้ประโยชน์เป็นไฟประดับ โฆษณา ทำด้วยหลอดแก้วภายในบรรจุก๊าซเฉื่อยขั้วทั้งสองมีไส้หลอดอยู่ การทำงานจะเกิดขึ้นเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าความต่างศักย์สูงเข้าในวงจร ทำให้อิเลคตรอนหลุดจากไส้หลอดวิ่งชนกับอะตอมของก๊าซเฉื่อยแล้วเปล่งแสงออกมา แสงสีที่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซเฉื่อยที่บรรจุไว้ในตัวหลอดดังนี้

- ก๊าซนีออน (Ne) ให้แสงสี แสดแดง
- ก๊าซฮีเลียม (He) " ชมพู
- ก๊าซโซเดียม (Na) " เหลือง
- ก๊าซอาร์กอน (Ar) " ขาวปนฟ้า
- ไอปรอท (Hg) " ฟ้าปนเขียวหรือขาวอมน้ำเงิน
- แต่ถ้าใช้สารหลายชนิดผสมกัน และใช้หลอดแก้วมีสีอยู่แล้วจะให้แสงสีแปลกออกไป เช่น หลอด Blacklight

1.5 หลอดแสงจันทร์ ให้ความสว่างมากใช้ให้ความสว่างตามถนนในเมืองใหญ่ๆ ทำงานโดยหลักการเดียวกันกับหลอดนีออน แต่ใช้ไฟฟ้าความต่างศักย์ต่ำกว่า เพราะกระแสไฟฟ้าไม่ต้องเดินทางระยะยาว เหมือนหลอดนีออนภายในตัวหลอดบรรจุก๊าซบางชนิด เช่น ไอโซเดียม หรือ ไอปรอท แสงที่ได้จากหลอดชนิดนี้เมื่อหักเหผ่านปริซึกจะไม่ครบ 7 แสงสี เพราะสเปคตรัมของก๊าซที่บรรจุในหลอดแตกต่างกับสเปคตรัมของแสงขาวจากดวงอาทิตย์

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน ใช้หลักการทำงาน คือให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำที่มีค่าความต้านทานสูง พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าจะเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทนี้จึงมีส่วนประกอบที่สำคัญคือลงนตัวนำที่มีความต้านทานไฟฟ้าสูงไม่เป็นสนิม ร้อนเร็ว มีจุหลอมเหลวสูง เช่น ลวดนิโครม ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างนิเกิล 80 ส่วน กับโครเมียม 20 ส่วน พลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อนได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้

2.1 ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน

2.2 ความต้านทานของลวดตัวนำ

2.3 ระยะเวลาที่ไฟฟ้าไหลผ่าน

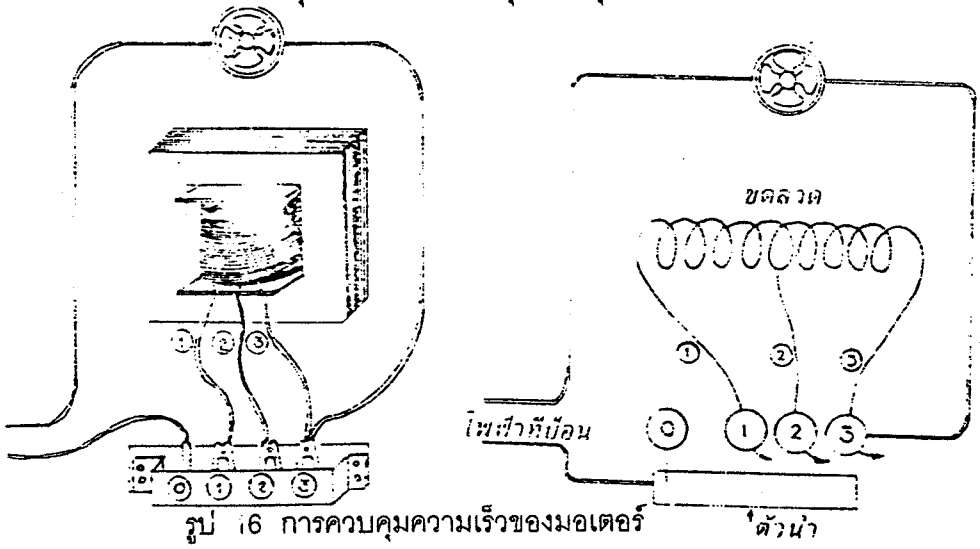
ส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทนี้คือ เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (Thermostat) ซึ่งทำหน้าที่เหมือนสวิตช์อัตโนมัติมีส่วนประกอบภายในเช่นเดียวกันระหว่างสวิตช์อัตโนมัติ Starter และเครื่องควบคุมอุณหภูมิได้แก่ แผ่นโลหะคู่ที่ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันประกบติดกันไว้ เมื่อได้รับความร้อนโลหะต่างชนิดกันจะขยายตัวได้ไม่เท่ากัน จึงเกิดการโค้งงอไปทางด้านโลหะที่ขยายตัวได้น้อยกว่า เมื่อเย็นลงก็จะหดตัวได้ไม่เท่ากัน จึงเบนกลับเข้าที่เดิมได้ทำให้เกิดการตัด - ต่อวงจรไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ

3. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ "มอเตอร์" ซึ่งมีส่วนประกอบเหมือนไดนาโม แต่มีหลักการทำงานตรงกันข้ามกันโดยมอเตอร์จะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล และเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทนี้มักมีเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยใช้หลักการจากกฎของโอห์มที่สรุปความสัมพันธ์ของค่าทางไฟฟ้าไว้ว่าในวงจรไฟฟ้าเดียวกัน

ความต่างศักย์ α กระแสไฟฟ้า α 1 / ความต้านทาน

ดังนั้นถ้าความต่างศักย์มีค่ามาก , กระแสไฟฟ้ามาก , ความต้านทานน้อย , มอเตอร์จะหมุนเร็ว แต่ถ้าความต่างศักย์มีค่าน้อย , กระแสไฟฟ้าน้อย , ความต้านทานมาก , มอเตอร์ก็จะหมุนช้า

$\therefore$ จากรูป ถ้ากดปุ่มหมายเลข 1 ไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทั้งหมด ความต้านทานมาก มอเตอร์จะหมุนช้า กดปุ่มหมายเลข 3 ไฟฟ้าไหลตรงไปยังมอเตอร์ความต้านทานในวงจรมีค่าน้อยที่สุดทำให้มอเตอร์หมุนเร็วที่สุด



รูป 16 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์

ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า

1. ข้อควรปฏิบัติในการใช้ไฟฟ้า

1.1 ตรวจตราสายไฟอยู่เสมอ

1.2 หมั่นตรวจสภาพเครื่องใช้ไฟฟ้า

1.3 การตรวจซ่อมไฟฟ้าในบ้านต้องยกสะพานไฟก่อน

1.4 ไม่แตะต้องอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าถ้าตัวหรือมือเปียก

1.5 อย่าใช้ฟิวส์ผิดขนาดต่อใน Cut - out ต้องใช้ฟิวส์ขนาดเท่าเดิม

1.6 หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมกันหลายๆชิ้น

2. ถ้ามีผู้ถูกไฟดูดควรปฏิบัติดังนี้

2.1 ยกสะพานไฟลงก่อนเพื่อตัดกระแสไฟฟ้า

2.2 ถ้าหาสะพานไฟไม่พบใช้วัตถุที่เป็นฉนวนไฟฟ้าคล้องผู้ป่วยออกมา

2.3 ถ้าผู้ป่วยไม่หายใจให้รีบผายปอดเป่าปาก 15 ครั้ง/นาที

2.4 รีบนำส่งแพทย์

3. อาการที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายจากน้อยไปหามาก

3.1 กล้ามเนื้อกระตุกแข็งตัว

3.2 หัวใจเต้นผิดจังหวะระบบประสาทชะงัก

3.3 เซลล์ร่างกายถูกเผาไหม้

3.4 สลบถึงเสียชีวิต (กระแสไฟฟ้ามากกว่า 25 mA)

4. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่ร่างกายจะมีค่ามาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส สภาพความชื้นของร่างกาย และค่าความต่างศักย์

5.อันตรายที่ได้รับจากไฟฟ้าที่ผ่านร่างกายจะรุนแรงเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกาย และส่วนของร่างกายที่ไฟฟ้าไหลผ่าน

เอกสารหมายเลข 4

แบบทดสอบชุดที่ 6

1. สตาร์ตเตอร์ สวิตช์อัตโนมัติ และเครื่องควบคุมอุปณหภูมิจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญเหมือนกันไว้ตัด - ต่อวงจรคือส่วนใด (1 คะแนน)

   .....

2. จงบอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อนมาให้เข้าใจ (2 คะแนน)

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

3. จงบอกส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกลมาให้เข้าใจ (2 คะแนน)

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

4. จงอธิบายการเปลี่ยนแปลงของแผ่นโลหะคู่เมื่อได้รับความร้อนและเมื่อคายความร้อนมาให้เข้าใจ (2 คะแนน)

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

.....

5. จงบอกวิธีปฏิบัติเมื่อพบผู้ถูกไฟฟ้าดูดให้ปลอดภัย (2 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านร่างกายจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยอะไรบ้างบอกมา 2 ข้อ (1 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

แผนการเรียนแบบกำหนดแนวทาง (ตามวิธีของ สสวท.)

ปฏิทินวัดรายจุดประสงค์ รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ว514

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คาบ	ข้อสอบ	คะแนน	midterm	Final
1	จำแนกชนิดและสรุปหลักการทำงานของแหล่งพลังงานไฟฟ้าบางชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน 1.1 บอกส่วนประกอบสำคัญของเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดต่างๆได้ 1.2 บอกโครงสร้างส่วนประกอบของเซลล์สุริยะ พร้อมอธิบายไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสตรงจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ 1.3 อธิบายหลักการเกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวด และการผลิตไฟฟ้ากระแสสลับ กระแสตรงจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้	4	10	10	16	10
2	สรุปขั้นตอนการทำงานอย่างง่ายของระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบต่างๆสำหรับชุมชน 2.1 อธิบายหลักการผลิตพลังงานไฟฟ้า และขั้นตอนการผลิตไฟฟ้าระบบต่างๆพร้อมทั้งยกตัวอย่างโรงไฟฟ้าได้ 2.2 บอกผลกระทบอันเนื่องมาจากการผลิตพลังงานไฟฟ้า ระบบต่างๆ 2.3 อภิปรายถึงปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าระบบต่างๆในประเทศได้	3	7	7	10	7
3	สรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้ใช้ 3.1 สรุปขั้นตอนที่สำคัญในการส่งพลังงาน ไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้ พร้อมทั้งบอก อุปกรณ์ ที่ใช้ในการส่งพลังงานไฟฟ้าได้ 3.2 บอกปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้การส่งพลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ 3.3 อธิบายหน้าที่ส่วนประกอบ หม้อแปลงไฟฟ้าได้	2	3	3	4	3

ข้อที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	คาบ	ข้อสอบ	คะแนน	midterm	Final
4	บอกความสำคัญหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าภายในบ้านจำแนกประเภท และอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด 4.1 เขียนอธิบายแผนผังของวงจรไฟฟ้า อย่างง่ายภายในบ้านได้ 4.2 เลือกใช้อุปกรณ์ภายในบ้านได้อย่างเหมาะสม 4.3 จำแนกประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมอธิบายหลักการทำงานอย่างง่าย	8	8	8	14	8
5	อธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด ปลอดภัย 5.1 สรุปสาเหตุบางประการที่ทำให้เกิดอันตรายจากการใช้อุปกรณ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 5.2 อธิบายผลของกระแสไฟฟ้าเมื่อผ่านร่างกายและวิธีการปฐมพยาบาลผู้ได้รับอันตรายจากไฟฟ้า	1	2	2	4	2

แผนการเรียนแบบกำหนดแนวทาง (ตามวิธีของ สสวท.)

รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คาบ / สัปดาห์ รวม 18 คาบ

สัปดาห์ที่ 1 คาบเรียนที่ 1 - 3 เวลา 150 นาที

กิจกรรมเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

<u>จุดประสงค์ปลายทาง</u> :1. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะ ในการแก้ปัญหาโดยการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์

2. แหล่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กันทั่วไปได้มาจากเซลล์ไฟฟ้าเคมีเซลลริยะ

<u>จุดประสงค์นำทาง</u>

1. ระบุปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดได้ (กิจกรรมเสริมในภาพผนวก ง หน้า 99 - 112)
2. ระบุตัวแปรต้นตัวแปรตามได้
3. สร้างสมมติฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น และตัวแปรตามได้
4. ออกแบบการทดลองจากสมมติฐานที่กำหนดขึ้นได้
5. สรุปผลจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองที่กำหนดได้
6. จำแนกชนิดและสรุปหลักการทำงานของแหล่งพลังงานไฟฟ้าได้
7. บอกหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะได้

<u>สาระสำคัญ</u>

1. เซลไฟฟ้าเคมี
2. เซลไฟฟ้าเคมีชนิดประจุใหม่ไม่ได้
3. เซลไฟฟ้าแห้ง
4. Secondary cell
5. เซลไฟฟ้าเคมีชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้
6. เซลเชื้อเพลิง
7. เซลสุริยะ
8. กิจกรรมเสริมในภาคผนวก ง หน้า 99 - 112

<u>กิจกรรม</u>

1. ครูและนักเรียนอภิปรายกิจกรรมเสริมในภาคผนวก ง หน้า 99 - 112
2. ครูและนักเรียนอภิปรายแหล่งพลังงานไฟฟ้า

3. ศึกษาส่วนประกอบจากแผนภาพและของจริง
4. วาดภาพส่วนประกอบของเซลไฟฟ้าแต่ละชนิด
5. บันทึกใจความสำคัญ
6. ทดลอง
7. บันทึกผล และสรุปการทดลอง

สื่อการสอน
1. เซลสุริยะ 4. แบตเตอรีรถยนต์
2. แอมมิเตอร์ 5. ถ่านอัลคาไลน์
3. ถ่านไฟฉาย 6. กิจกรรมเสริมในภาคผนวก ง หน้า 99 - 112

การประเมินผล ตรวจสมุดบันทึกงาน และแบบฝึกหัด

สัปดาห์ที่ 2 คาบเรียนที่ 4 - 6 เวลา 150 นาที

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า , การผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับชุมชน

จุดประสงค์ปลายทาง : เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ผลิตสำหรับชุมชนต้องคำนึงถึงความเหมาะสมหลายประการ

จุดประสงค์นำทาง
1. อธิบายหลักการเกิดกระแสเหนี่ยวนำในขดลวด
2. สรุปหลักการผลิตไฟฟ้า A.C. และ D.C.
3. อธิบายความหมายของเซลสุริยะ เซลเชื้อเพลิง กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ Dynamo A.C. , D.C.

สาระสำคัญ
1. Dynamo
2. กระแสเหนี่ยวนำจากไดนาโม
3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า A.C. และ D.C.
4. การผลิตไฟฟ้าสำหรับชุมชน
5. การผลิตไฟฟ้าระบบพลังน้ำ
6. การผลิตไฟฟ้าระบบพลังความร้อน
7. การผลิตไฟฟ้าระบบพลังกังหันก๊าซ
8. การผลิตไฟฟ้าระบบพลังความร้อนร่วม
9. การผลิตไฟฟ้าระบบพลังดีเซล
10. การผลิตไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

กิจกรรม
1. อภิปรายและศึกษาแผ่นโปร่งใสเรื่องไดนาโม

2. ทดลอง
3. บันทึกผลและสรุปผล
4. ทำแบบฝึกหัด

<u>สื่อการสอน</u> 1. ขดลวด
2. แม่เหล็ก
3. Dynamo A.C. D.C.
4. Ammeter
5. แผ่นโปร่งใสเรื่องไดนาโม

<u>การประเมินผล</u> ตรวจสมุดบันทึกงานและแบบฝึกหัด

สัปดาห์ที่ 3 คาบเรียนที่ 7 - 9 เวลา 150 นาที

การส่งพลังงานไฟฟ้า , หม้อแปลง

<u>จุดประสงค์ปลายทาง</u> : สรุปขั้นตอนในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังผู้บริโภค

<u>จุดประสงค์นำทาง</u> 1. สรุปขั้นตอนที่สำคัญในการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้ใช้
2. บอกปัจจัยสำคัญที่ทำให้การส่งพลังงานไฟฟ้า เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
3. อธิบายหน้าที่ส่วนประกอบและหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า
4. อธิบายความหมายของคำว่า ขดลวดปฐมภูมิ ขดลวดทุติยภูมิ สายมีศักย์ สายดิน สายกลาง สายส่งไฟฟ้าแรงสูง

<u>สาระสำคัญ</u> 1. การส่งพลังงานไฟฟ้า
2. สายส่งไฟฟ้าแรงสูง
3. หม้อแปลงไฟฟ้า
4. การคำนวณเรื่องหม้อแปลง

<u>กิจกรรม</u> 1. ศึกษาแผนภาพการส่งพลังงานไฟฟ้าจากแผ่นโปร่งใส
2. อธิบายหลักการของหม้อแปลง
3. ทดลอง
4. บันทึกผล และสรุปผล
5. ให้ตัวอย่างคำนวณ
6. ทำแบบฝึกหัด

7. สอบจุดประสงค์ที่ 1 - 3

สื่อการสอน 1. แผนภาพการส่งพลังงานไฟฟ้า 2. ชุดทดลองเรื่องหม้อแปลงไฟฟ้า
3. Adapter

การประเมินผล ตรวจสมุดบันทึก และแบบฝึกหัด

สัปดาห์ที่ 4 คาบเรียนที่ 10 - 12 เวลา 150 นาที

การใช้พลังงานไฟฟ้า , การคำนวณเรื่องพลังงานไฟฟ้า , อุปกรณ์ไฟฟ้า , สวิตช์ไฟฟ้า

จุดประสงค์ปลายทาง : 1. การต่อไฟฟ้าเข้าวงจรภายในอาคารบ้านเรือน ต้องต่อผ่านมาตรไฟฟ้าเพื่อวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้
2. บอกความสำคัญและหลักการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าไปใช้กับวงจรไฟฟ้าในบ้าน

จุดประสงค์นำทาง 1. เขียนและอธิบายแผนผังของวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายภายในบ้านได้
2. เลือกใช้อุปกรณ์ภายในบ้านได้อย่างเหมาะสมและปลอดภัย
3. บอกหน้าที่ของสะพานไฟ ฟิวส์? สวิตช์ เต้ารับ เต้าเสียบ Ballast และ Starter ได้
4. คำนวณหาขนาดฟิวส์ได้

สาระสำคัญ 1. การใช้พลังงานไฟฟ้า
2. มาตรไฟฟ้า
3. ยูนิต
4. การคำนวณเรื่องพลังงานไฟฟ้า
5. อุปกรณ์ไฟฟ้า
6. สะพานไฟและคัทเอาท์
7. ฟิวส์ และการคำนวณขนาดฟิวส์
8. สวิตช์

กิจกรรม 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. สรุปจดบันทึก
3. คำนวณเรื่องพลังงานไฟฟ้า
4. ดูของจริง
5. คำนวณเรื่องขนาดของฟิวส์
6. ทดลองเรื่องสวิตช์

7. บันทึกและสรุปผล
8. ทำแบบฝึกหัด

สื่อการสอน 1. ใบเสร็จค่าไฟฟ้า 2. ไขควงเช็คไฟ
3. อุปกรณ์ไฟฟ้า 4. สวิตช์ทางเดียวและสองทาง

ประเมินผล ตรวจสมุดบันทึกงานและแบบฝึกหัด

สัปดาห์ที่ 5 คาบเรียนที่ 13 - 15 เวลา 150 นาที

เต้ารับเต้าเสียบ , เครื่องใช้ไฟฟ้า

จุดประสงค์ปลายทาง : จำแนกประเภทและอธิบายหลักการทำงานอย่าง่ายของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด

จุดประสงค์นำทาง 1. จำแนกประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิดและอธิบายหลักการทำงานอย่างง่าย
2. อธิบายหลักการทำงานของวงจรหลอดวาวแสง

สาระสำคัญ 1. เต้ารับเต้าเสียบ
2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานแสง
3. หลอด Filament
4. หลอดวาวแสง
5. Ballast
6. Starter
7. ทางเดินของกระแสไฟฟ้าขณะหลอดยังไม่สว่าง และหลอดสว่างแล้วทั้งหลอด

กิจกรรม 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย
2. ทดลอง
3. บันทึกผล และสรุปผล
4. เขียนแผนภาพทางเดินของกระแสไฟฟ้า

สื่อการสอน 1. เต้ารับ เต้าเสียบ
2. แผนผังวงจรหลอดวาวแสง
3. Adapter
4. สายไฟ

การประเมินผล ตรวจสมุดบันทึก และแบบฝึกหัด

สัปดาห์ที่ 6 คาบเรียนที่ 16 - 18 เวลา 150 นาที

การขยายตัวของ Starter หลอดนีออน หลอดแสงจันทร์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานความร้อน เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล ความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า

<u>จุดประสงค์ปลายทาง</u> : 1. การทำงานของ Starter ใช้หลักการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่ เช่นเดียวกับเครื่องควบคุม T

2. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังงานกล เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์เปลี่ยน พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

<u>จุดประสงค์นำทาง</u>

1. ทดลองและสรุปสมบัติการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่ได้
2. ทดลองและสรุปหลักการทำงานของเครื่องควบคุม T อย่างง่ายได้
3. ทดลองและสรุปหลักการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้
4. อธิบายหลักการใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัยได้

<u>สาระสำคัญ</u>

1. ขยายตัวเอง Starter
2. หลอดนีออน
3. หลอดแสงจันทร์
4. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ให้พลังความร้อน
5. เครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์

<u>กิจกรรม</u>

1. อภิปราย
2. ทดลอง
3. บันทึกผล
4. สรุปผล
5. จดบันทึก ทำแบบฝึกหัด

<u>สื่อการสอน</u>

1. Starter แบบเปลือย
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์
3. หลอดไฟ 2.5 V. พร้อมฐาน
4. สายไฟ
5. ชุดการขยายตัวของแผ่นโลหะคู่
6. Adapter
7. นาฬิกา
8. มอเตอร์ติดใบพัด
9. แอมมิเตอร์
10. ความต้านทานปรับค่าได้
11. สวิตช์ทางเดียว

<u>การประเมินผล</u> ตรวจสมุดบันทึกงานและแบบฝึกหัด

ภาคผนวก ฉ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ตารางวิเคราะห์จุดประสงค์และพฤติกรรมสำหรับการออกข้อสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

พฤติกรรมที่พึงประสงค์ / จุดประสงค์	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวม
จุดประสงค์ข้อที่ 1	2	3	6	4	15
จุดประสงค์ข้อที่ 2	2	2	-	2	6
จุดประสงค์ข้อที่ 3	-	1	1	2	4
จุดประสงค์ข้อที่ 4	-	1	4	6	11
จุดประสงค์ข้อที่ 5	1	-	-	3	4
รวม	5	7	11	17	40

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบมีจำนวนข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน
2. ข้อสอบแต่ละข้อเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ให้เลือกตอบตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียง 1 ตัวเลือกของแต่ละข้อสอบเท่านั้น
3. ให้กาเครื่องหมายกากบาท (x) ลงในช่อง ☐ ให้ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการตอบใน แต่ละข้อของกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ตัวเลือก ข้อที่	ก	ข	ค	ง
1	X			

4. ถ้าต้องการเปลี่ยนตัวเลือกใหม่ให้ทำเครื่องหมาย ☒ ทับตัวเลือกที่ไม่ต้องการแล้วทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่องตัวเลือกที่ต้องการใหม่
5. ห้ามขีดเขียนสัญญลักษณ์หรือรูปรอยใดๆลงไปในแบบทดสอบนี้
6. ห้ามนำแบบทดสอบออกนอกห้องสอบไม่ว่ากรณีใดๆ
7. ให้ส่งแบบทดสอบคืนกรรมการคุมสอบ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ชุดทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

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

จุดประสงค์ข้อที่ 1 (15 ข้อ)

1. ข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์ไฟฟ้าแห้งทั้งหมด
   ก. แบตเตอรี่รถยนต์ , ถ่านไฟฉาย
   ข. แบตเตอรี่รถยนต์ , ถ่านอัลคาไลน์
   ค. ถ่านไฟฉาย , ถ่านอัลคาไลน์
   ง. เซลสุริยะ , เซลล์เชื้อเพลิง
2. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับถ่านไฟฉาย
   ก. ใช้งานแล้วถ้ากระแสไฟฟ้าหมดไม่สามารถประจุไฟฟ้าใหม่ได้
   ข. ใช้ C เป็นขั้วบวก Zn เป็นขั้วลบเพื่อให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง
   ค. เปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมีและพลังงานแสงได้
   ง. ถ่านไฟฉายจะหยุดจ่ายไฟถ้า H_2 ที่เกิดจากปฏิกิริยาขณะจ่ายไฟไปเกาะที่ขั้วทั้งสองของเซลล์มากๆ

คำชี้แจง จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 - 5

1. ใช้ PbO_2 เป็นขั้วบวก , Pb เป็นขั้วลบ , H_2SO_4 เป็นสารอิเลคโตรไลต์
2. ใช้ NiO_2 เป็นขั้วบวก , Cd เป็นขั้วลบ , KOH เป็นสารอิเลคโตรไลต์
3. ใช้ C + Pt เป็นขั้วบวก , C + Pt เป็นขั้วลบ , KOH เป็นสารอิเลคโตรไลต์
4. ใช้ AgO_2 เป็นขั้วบวก , Zn เป็นขั้วลบ , KOH เป็นสารอิเลคโตรไลต์

3. ข้อใดคือส่วนประกอบที่สำคัญของเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้
   ก. 1 และ 4 ค. 2 และ 4
   ข. 3 และ 4 ง. 1 และ 3
4. ข้อใดกล่าวถึงแบตเตอรีรถยนต์ (Secondary cell) ได้ถูกต้องที่สุด
   ก. 1 ค. 3
   ข. 2 ง. 4
5. ข้อใดกล่าวถึงเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ได้ถูกต้องที่สุด
   ก. 1 ค. 3
   ข. 2 ง. 4

6. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับขั้นตอนการประจุไฟฟ้า (Charge) ในแบตเตอรีรถยนต์
   1. ขั้วบวกถูกเปลี่ยนจาก Pb ------> PbO_2
   2. ขั้วลบถูกเปลี่ยนจาก Pb ------> PbO_2
   3. พลังงานไฟฟ้า -------> พลังงานเคมีสะสมไว้ที่ขั้วทั้งสอง
   4. ขั้วลบยังคงเป็น Pb เหมือนเดิม

   ก. 1 ค. 1 , 2 , 3

   ข. 2 , 3 ง. 1 , 3 , 4
7. เหตุใดเมื่อใช้แบตเตอรีรถยนต์ไปนานๆแบตเตอรีจึงหยุดจ่ายไฟ
   ก. น้ำในสารละลาย H_2SO_4 ระเหยไปทำให้ความเข้มข้นของกรดเปลี่ยนแปลง
   ข. ขณะจ่ายไฟปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นทำให้เกิดสารใหม่เป็น H_2SO_4 ไปเกาะที่ขั้วทั้งสอง
   ค. ขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรีรถยนต์ถูก H_2SO_4 ที่เป็นสาอิเลคโตรไลต์กัดให้ผุกร่อน
   ง. จากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น ภายในแบตเตอรีรถยนต์ทำให้ขั้วบวกขั้วลบถูกเปลี่ยนเป็น PbO_2
8. ข้อใดกล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับเซลล์สุริยะ
   ก. เมื่อมีพลังงานแสงตกกระทบขั้วทั้งสองอีเลคตรอนของโลหะ Si จะมีพลังงานเพิ่มขึ้นจนหลุดออกมาเคลื่อนที่เป็นอีเลคตรอนอิสระ
   ข. ขั้วบวกถูกกระตุ้นด้วยพลังงานแสง จะเกิดสภาวะเครียดของอีเลคตรอนจนต้องถ่ายเทประจุอีเลคตรอนให้ขั้วลบ
   ค. ขั้วไฟฟ้าทั้งสองต้องมีโลหะผสมกึ่งตัวนำพวกเจอร์มาเนียม (Ge) เป็นส่วนประกอบขั้วบวก เป็น Si + B ขั้วลบเป็น Si + P
   ง. การทำงานของเซลล์สุริยะใช้หลักการเปลี่ยนรูปพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
9. เซลล์สุริยะจะจ่ายไฟฟ้าได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยข้อใดเป็นสำคัญที่สุด
   ก. ปริมาณความเข้มของแสงที่มาตกกระทบขั้วทั้งสอง
   ข. ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์
   ค. มุมตกกระทบที่ขั้วทั้งสองของเซลล์
   ง. ถูกทุกข้อ

10. ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้องเกี่ยวกับการนำเซลล์สุริยะมาใช้งาน
    ก. พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์สุริยะสามารถเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรีรถยนต์ เพื่อนำมาใช้ในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงได้
    ข. เซลล์สุริยะผลิตไฟฟ้าได้มากถ้านำหลายๆเซลล์มาต่อกันแบบขนานจึงใช้ได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด
    ค. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะ จะแปรผันตรงกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์
    ง. ถ้าต้องการให้ไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะ มีความต่างศักย์มากขึ้นให้นำเซลล์ หลายๆ เซลล์มาต่อกันแบบขนาน
11. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับไดนาโม
    ก. การเคลื่อนที่ขดลวดตัดสนามแม่เหล็กหรือเคลื่อนที่แม่เหล็กให้ตัดขดลวดจะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
    ข. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดของไดนาโมจะเป็นไฟฟ้า A.C. เท่านั้น แต่เมื่อต่อออกสู่วงจรภายนอกจะเป็นไฟฟ้า A.C. หรือ D.C. ก็ได้
    ค. การต่อสายไฟจากปลายของขดลวดไดนาโมออกสู่วงภายนอกถ้าไม่สลับปลายสายไฟจะได้ไฟฟ้า D.C. แต่ต่อแบบสลับปลายสายไฟจะได้ไฟฟ้า A.C.
    ง. วงแหวนที่แปรงสัมผัสของไดนาโมที่จ่ายไฟฟ้า D.C. จะใช้ Commutator แต่ที่จ่ายไฟฟ้า A.C. จะใช้ Slip ring
12. ปัจจัยข้อใดต่อไปนี้ไม่ช่วยทำให้ไดนาโมผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้น
    ก. ใช้แม่เหล็กที่มีแรงขั้วมากขึ้น
    ข. เพิ่มจำนวนรอบของขดลวดให้มากขึ้น
    ค. เพิ่มความเร็วในการเคลื่อนที่ขดลวดหรือแท่งแม่เหล็ก
    ง. เปลี่ยนระนาบการวางตัวของขดลวดหรือสนามแม่เหล็กในไดนาโม
13. ไดนาโม 1 เครื่องแต่ต้องการผลิตไฟฟ้าให้ได้มากกว่า 1 ชุด จะมีวิธีการอย่างไร
    ก. ต่อสายไฟจากขดลวดไดนาโมออกสู่วงจรภายนอก 2 เส้น
    ข. เพิ่มจำนวนชุดของขดลวดให้มากกว่า 1 ชุด วางตัวอยู่คนละระนาบบนแกนเดียวกัน
    ค. เพิ่มจำนวนชุดของขดลวดให้มากกว่า 1 ชุดวางตัวอยู่ในระนาบเดียวกันแต่คนละแกน
    ง. ใช้สนามแม่เหล็กในการผลิตไฟฟ้าให้มากกว่า 1 ชุด วางตัวอยู่คนละระนาบบนแกนเดียวกัน

14. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากไดนาโมถ้าเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็ก หรือขดลวดจะเกิดอะไรขึ้น

ก. กระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนทิศทางการไหลทันที

ข. กระแสไฟฟ้า D.C. จะถูกเปลี่ยนเป็น A.C. ทันที

ค. ไดนาโมจะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น

ง. ไดนาโมจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าทันที

15. การทดลองในข้อใดต่อไปนี้จะให้ได้กระแสไฟฟ้า D.C.

ก. ไม่สลับปลายสายไฟ เมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบแรกและ สลับปลายสายไฟเมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบหลัง

ข. สลับปลายสายไฟเมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบแรกและไม่สลับปลายสายไฟเมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบหลัง

ค. ไม่สลับปลายสายไฟทุกครั้งที่ขดลวดหมุนได้ทุกครึ่งรอบ

ง. สลับปลายสายไฟทุกครั้งที่ขดลวดหมุนได้ทุกครึ่งรอบ

จุดประสงค์ที่ 2 (6 ข้อ)

คำชี้แจง *จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16 - 18*

1. พลังงานเคมี ———> พลังงานจลน์ ———> พลังงานกล ———> พลังงานไฟฟ้า

(สันดาปเชื้อเพลิง) (ก๊าซขยายตัวมีแรงดัน) (การทำงานของกลจักร)

2. พลังงานเคมี ———> พลังงานจลน์ ———> พลังงานกล ———> พลังงานไฟฟ้า

(สันดาปเชื้อเพลิง) (ก๊าซเคลื่อนที่) (กังหันไดนาโมหมุน)

3. พลังงานศักย์ ———> พลังงานจลน์ ———> พลังงานกล ———> พลังงานไฟฟ้า

(ระดับน้ำ) (การไหลของน้ำ) (กังหันไดนาโมหมุน)

4. พลังงานเคมี -->พลังงานความร้อน --> พลังงานจลน์ --> พลังงานกล --> พลังงานไฟฟ้า

(เชื้อเพลิง) (ต้มน้ำ) (แรงดันไอน้ำ) (กังหันไดนาโมหมุน)

16. ข้อใดคือระบบการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าได้มากที่สุดในประเทศไทย

ก. 1 ค. 3

ข. 2 ง. 4

17. โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมหมายถึงข้อใด

ก. 1 และ 2 ค. 2 และ 4

ข. 1 และ 3 ง. 3 และ 4

18. โรงไฟฟ้าระบบใดที่มีค่าใช้จ่ายในการผลิตไฟฟ้า / หน่วยแพงที่สุด

ก. 1 ค. 3

ข. 2 ง. 4

คำชี้แจง *จงใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 19 -20*

ก. โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์

ข. โรงไฟฟ้าพลังกังหันก๊าซ

ค. โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

ง. โรงไฟฟ้าพลังความร้อน

19. โรงไฟฟ้าระบบใดทำให้เกิดมลพิษน้อยที่สุด

20. ปัญหามลพิษของโรงไฟฟ้าที่อำเภอแม่เมาะ จังหวะลำปาง เกิดจากการผลิตไฟฟ้าระบบใด

21. การผลิตไฟฟ้าทุกระบบ ใช้ไดนาโมเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าเหมือนกันแต่การผลิตไฟฟ้าแต่ละระบบแตกต่างกันที่ข้อใดมากที่สุด

ก. ขั้นตอนการผลิตแต่ละระบบ

ข. การเปลี่ยนรูปพลังงานแต่ละระบบ

ค. ที่มาของพลังงานกลที่นำมาหมุนกังหันไดนาโม

ง. ถูกทุกข้อ

จุดประสงค์ข้อที่ 3 (4 ข้อ)

22. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. สายไฟแรงสูงเป็นสายเปลือยเพื่อให้น้ำหนักเบา ประหยัดค่าใช้จ่ายถ่ายเทความร้อนได้สะดวกจะทำด้วย Cu

ข. สายไฟแรงสูงจากไดนาโม 3 เฟส จะมี 6 เส้น ให้ชุมชนที่ใช้ไฟมากต่อสลับคู่ป้องกันปัญหาไฟตก

ค. ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านกับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เป็นไฟฟ้า A.C. เหมือนกันแต่ความต่างศักย์ไม่เท่ากัน

ง. การส่งกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าไปยังชุมชนต้องมีอุปกรณ์สำคัญ คือ สายไฟฟ้าและหม้อแปลง

23. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. ส่วนประกอบที่สำคัญของหม้อแปลงคือขดลวดพันอยู่บนแกนเหล็กอ่อน 2 ชุด

ข. ขดลวดที่ต่อวงจรกับเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ให้ไฟฟ้าไหลเข้าหม้อแปลงคือ ขดลวดทุติยภูมิ

ค. หม้อแปลงไฟฟ้ามี 2 ชนิด ได้แก่ หม้อแปลงไฟฟ้าขึ้น และหม้อแปลงไฟฟ้าลง

ง. หม้อแปลงไฟฟ้าลงจำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิจะต้องมีค่ามากกว่าจำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิ

24. หม้อแปลงไฟฟ้ามีจำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิ 1,100 รอบ ต้องการแปลงไฟฟ้าความต่างศักย์ 220 โวลต์ ให้เหลือ 110 โวลต์ จะต้องพันขดลวดทุติยภูมิกี่รอบ

ก. 2200 รอบ ค. 550 รอบ

ข. 1100 รอบ ง. 22 รอบ

25. ออดไฟฟ้าที่ค่าความต่างศักย์เท่าใดถ้าใช้กับไฟบ้าน 220 โวลต์ แล้วใช้หม้อแปลงที่มีจำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิ 400 รอบ ทุติยภูมิ 20 รอบ

ก. 4400 โวลต์ ค. 36 โวลต์

ค. 220 โวลต์ ง. 11 โวลต์

จุดประสงค์ที่ 4 (11 ข้อ)

คำชี้แจง จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26

สายไฟต่อเข้าบ้าน —— > [1] ——> [2] ——————> สายไฟ 220โวลต์ ——————> สะพานไย่อย ——————> อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า

26. การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านดังขั้นตอนข้างบนหมายเลข [1] คืออะไร

ก. หม้อแปลงไฟฟ้า ค. แผงไฟรวม

ข. มาตรไฟฟ้า ง. สวิตช์ไฟฟ้า

27. อุปกรณ์ไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าแตกต่างกันชัดเจนที่สุดข้อใด

ก. การเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าที่ไหลผ่าน

ข. วิธีการต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าในบ้าน

ค. การใช้งานใช้ในเวลาไม่พร้อมกัน

ง. การยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

28. ข้อใดหมายถึงสวิตช์
    ก. เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีไฟฟ้าไหลมากเกินกำหนด
    ข. เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อมีไฟฟ้าไหลมากเกินกำหนด
    ค. เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าคล้ายสะพานไฟแต่ส่วนประกอบต่างกัน
    ง. เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำด้วยวัตถุตัวนำทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจรหนึ่งๆตลอดทั้งวงจร
29. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้ฟิวส์ซึ่งต่อไว้ในสะพานไฟขาดบ่อยๆ
    ก. ฟิวส์ผ่านการใช้งานมานานจึงเสื่อมคุณภาพ
    ข. ฟิวส์ขนาดเล็กไม่เหมาะกับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในบ้าน
    ค. การต่อฟิวส์เข้าในสะพานไฟขันที่ยึดฟิวส์ไม่แน่น
    ง. เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชิ้นลัดวงจรหรือกินไฟมากเกินไป
30. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับสวิตช์ไฟฟ้า
    ก. ปกติสวิตช์จะต่อวงจรขนานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอ การต่อขนานคือการต่อคร่อมจุด 2 จุด
    ข. สวิตช์ทางเดียวจะใช้ควบคุมหลอดไฟ 1 หอดหรือมากกว่า 1 หลอด ก็ได้โดยนำหลอดมาต่อขนานกันก่อน
    ค. เพื่อความสะดวกในการปิดเปิดหลอดไฟอาจใช้สวิตช์ 2 ทาง 2 ตัว ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด
    ง. ส่วนที่ตัดวงจรของสวิตช์อัตโนมัติจะต่ออยู่กับสายมีศักย์เสมอและมักใช้ต่อไว้ตรงจุดต่อสายเมนใหญ่เข้าบ้าน
31. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับเต้าเสียบและเต้ารับ
    ก. เต้าเสียบ 3 ขา และเต้ารับ 3 ตา ไม่มีความแตกต่างกับเต้าเสียบ 2 ขา และเต้ารับ 2 ตา
    ข. ขณะที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าการเสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับ แสดงว่าเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่ออนุกรมกับเต้ารับ
    ค. เมื่อเลิกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าควรถอดเต้าเสียบออกจากเต้ารับ โดยจับส่วนที่เป็นฉนวนจะปลอดภัย
    ง. การใช้เต้าเสียบหลายอันกับเต้ารับอันเดียวที่มีหลายช่องทางสามารถทำได้อย่างปลอดภัยเสมอ

32. ข้อใดต่อไปนี้กล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. ปัจจุบันไส้หลอดไฟกลมธรรมดา (Filament) จะทำด้วย W หรือ Os หรือผสมกัน เรียกว่า Osram ทนความร้อนได้สูง

ข. หลอดวาวแสงจะให้แสงสีต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารวาวแสง (Phosphor) ที่ฉาบผิวด้านในของตัวหลอด

ค. สตาร์ตเตอร์ จะต่อวงจรขนานกับตัวหลอดวาวแสงส่วนบัลลาสต์จะต่อวงจรอนุกรมกับตัวหลอดเสมอ

ง. สตาร์ตเตอร์ จะทำหน้าที่เป็นหม้อแปลงไฟฟ้า และบัลลาสต์จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติในวงจรหลอดวาวแสง

33. จงเรียงลำดับ ทางเดินของกระแสไฟฟ้าในวงจรของหลอดวาวแสงเมื่อเปิดสวิตช์ไฟครั้งแรกหลอดยังไม่สว่างท้งหลอดให้ถูกต้องที่สุด

1. สายกลาง 2. สายมีศักย์ 3. Ballast
4. ขั้วหลอดด้านหนึ่ง 5. Starter 6. ขั้วหลอดอีกด้านหนึ่ง

ก. 1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 2

ข. 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 1

ค. 1 - 3 - 4 - 6 - 2

ง. 2 - 3 - 4 - 6 - 1

34. จงเรียงลำดับทางเดินของกระแสไฟฟ้าในวงจรหลอดวาวแสงเมื่อหลอดสว่างทั้งหลอดให้ถูกต้องที่สุด

1. สายกลาง 2. สายมีศักย์ 3. Ballast
4. ขั้วหลอดด้านหนึ่ง 5. Starter 6. ขั้วหลอดอีกด้านหนึ่ง

ก. 1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 2

ข. 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 1

ค. 1 - 3 - 4 - 6 - 2

ง. 2 - 3 - 4 - 6 - 1

35. ข้อต่อไปนี้เป็นหลักการทำงานของเครื่องควบคุมอุณหภูมิในเครื่องใช้ไฟฟ้า

ก. การผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กขดลวดจะกลายเป็นแม่เหล็กออกแรงผลักกันทำให้ขดลวดหมุน

ข. การผล่อยกระแสไฟฟ้า ที่มีความต่างศักย์สูงๆเข้าไปในตัวหลอดทำให้อีเลคตรอนหลุดจากไส้หลอดวิ่งชนอะตอมของก๊าซเฉื่อยแล้วเปล่งแสงสว่างออกมา

ค. แผ่นโลหะคู่ต่างชนิดกันได้รับความร้อนจะขยายตัวไม่เท่ากันจึงโค้งงอไปทางด้านโลหะที่ขยายตัวได้น้อยกว่าแต่เมื่อเย็นลงก็จะเบนกลับที่เดิม

ง. ผ่านกระแสไฟฟ้า เข้าไปในขดลวดตัวนำที่มความต้านทานสูงๆพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อน

36. บ้านหลังหนึ่งใช้ตู้เย็น 1100 วัตต์ วันละ 16 ชั่วโมง หลอดวาวแสง 36 วัตต์ 8 หลอด วันละ 2 ชั่วโมง หม้อหุงข้าว 1100 วัตต์ วันละ 1 ชั่วโมง เปิดโทรทัศน์ 600 วัตต์ วันละ 5 ชั่วโมง ถ้าค่าไฟฟ้ายูนิตละ 1.50 บาท ในเวลา 1 เดือน จะต้องเสียค่าไฟฟ้าเท่าใด (กำหนดให้ 1 เดือน มี 30 วัน)

ก. 22.28 บาท
ข. 33.42 บาท
ค. 668.40 บาท
ง. 1002.60 บาท

จุดประสงค์ข้อที่ 5 (4 ข้อ)

37. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายจากการใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าได้

1. การเสียบหรือถอดเต้าเสียบกับเต้ารับให้จับส่วนที่เป็นสายไฟเสมอ
2. ใช้เต้าเสียบของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟมากๆหลายอันกับเต้ารับอันเดียวหลายช่องทาง
3. การต่อสายดินจากส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าลงดินที่ฝังแท่งโลหะไว้

ก. 1
ข. 2
ค. 1 และ 2
ง. 1 , 2 และ 3

38. การใช้ไฟฟ้าข้อใดทำให้ <u>ไม่ปลอดภัย</u> เกิดอันตรายจากไฟฟ้าได้ง่ายที่สุด

ก. สัมผัสอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะที่มือเปียกหรือตัวเปียก

ข. ไม่ได้ตรวจดูสายไฟและสภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาใหม่

ค. ใช้ฟิวส์ขนาดเล็กเกินไปต่อไว้ในสะพานไฟ

ง. ใช้เครื่องไฟฟ้าพร้อมๆกันหลายชิ้น

39. ข้อใดคืออาการที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายจากอาการเริ่มต้นจนถึงขั้นร้ายแรงที่สุด

1. กล้ามเนื้อกระตุกแข็งตัว
2. ระบบประสาทชงักหัวใจเต้นผิดจังหวะ
3. สลบถึงเสียชีวิต
4. เซลล์ร่างกายถูกเผาไหม้

ก. 1 - 2 - 3 - 4 ค. 3 - 4 - 2 - 1

ข. 1 - 3 - 2 - 4 ง. 1 - 2 - 4 - 3

40. ถ้าพบผู้ถูกไฟฟ้าดูดจะปฏิบัติตามขั้นตอนข้อใดทั้งผู้ป่วยและผู้ช่วยเหลือจึงจะปลอดภัยที่สุด

1. ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจต้องช่วยผายปอด
2. ยกสะพานไฟตัดวงจรไฟฟ้า
3. รีบนำตัวผู้ป่วยส่งแพทย์
4. ใช้ฉนวนคล้องตัวผู้ป่วยออกมาอย่าสัมผัสผู้ป่วยโดยตรง

ก. 1 - 2 - 3 - 4 ค. 4 - 2 - 1 - 3

ข. 2 - 4 - 1 - 3 ง. 4 - 1 - 3 - 2

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก ชุดทดสอบหลังเรียน (Posttest)

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

จุดประสงค์ข้อที่ 1 (15 ข้อ)

1. เซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์ไฟฟ้าแห้งคือข้อใด

   ก. เซลล์สุริยะ , เซลล์เชื้อเพลิง

   ข. ถ่านอัลคาไลน์ , ถ่านไฟฉาย

   ค. แบตเตอรีรถยนต์ , ถ่านไฟฉาย

   ง. แบตเตอรีรถยนต์ , ถ่านอัลคาไลน์

2. ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับถ่านไฟฉาย

   ก. เปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนเป็นพลังงานเคมีและพลังงานแสงได้

   ข. ใช้งานแล้วถ้ากระแสไฟฟ้าหมดสามารถนำกลับมาประจุไฟฟ้าใช้ได้ใหม่

   ค. ใช้ C เป็นขั้วบวก Cd เป็นขั้วลบเพื่อให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง

   ง. ถ่านไฟฉายจะหยุดจ่ายไฟฟ้าถ้า H_2 ที่เกิดจากปฏิกิริยาขณะจ่ายไฟไปเกาะที่ขั้วทั้งสองของเซลล์มากๆ

คำชี้แจง *จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 3 - 5*

1. ใช้ C + Pt เป็นขั้วบวก , C + Pt เป็นขั้วลบ , KOH เป็นสารอีเลตโตรไลต์
2. ใช้ PbO_2 เป็นขั้วบวก , Pb เป็นขั้วลบ , H_2SO_4 เป็นสารอีเลคโตรไลต์
3. ใช้ NiO_2 เป็นขั้วบวก , Cd เป็นขั้วลบ , KOH เป็นสารอีเลตโตรไลต์
4. ใช้ AgO_2 เป็นขั้วบวก , Zn เป็นขั้วลบ , KOH เป็นสารอีเลคโตรไลต์

3. ส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดประจุไฟฟ้าใหม่ได้คือข้อใด

   ก. 1 และ 4 ค. 2 และ 4

   ข. 3 และ 4 ง. 1 และ 3

4. ข้อใดกล่าวถึงแบตเตอรีรถยนต์ (Secondary cell) ได้ ถูกต้องที่สุด

   ก. 1 ค. 3

   ข. 2 ง. 4

5. ข้อใดกล่าวถึงเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ได้ถูกต้องที่สุด

   ก. 1 ค. 3

   ข. 2 ง. 4

6. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับขั้นตอนการประจุไฟฟ้า (Charge) ในแบตเตอรีรถยนต์

   1. ขั้วลบยังคงเป็น Pb เหมือนเดิม
   2. ขั้วลบถูกเปลี่ยนจาก Pb ——> PbO_2
   3. ขั้วบวกถูกเปลี่ยนจาก Pb ——> PbO_2
   4. พลังงานไฟฟ้า ——> พลังงานเคมีสะสมที่ขั้วทั้งสอง

   ก. 1 , 3 , 4 ค. 3 , 4

   ข. 2 , 3 , 4 ง. 1

7. เมื่อใช้แบตเตอรีรถยนต์ไปนานๆแบตเตอรีจะจ่ายไฟลดลงไปเรื่อยๆจนหยุดจ่ายไฟ เพราะสาเหตุใด

   ก. จากปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นภายในแบตเตอรีรถยนต์ ขณะจ่ายไฟทำให้ขั้วบวกและขั้วลบถูกเปลี่ยนเป็น PbO_2

   ข. ขณะแบตเตอรีจ่ายไฟเกิดปฏิกิริยาเคมีให้สารใหม่คือ $PbSO_4$ ไปเกาะที่ขั้วบวกและขั้วลบ

   ค. ขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรีรถยนต์ถูก H_2SO_4 ที่เป็นสารอีเลตโตรไลต์กัดให้ผุกร่อน

   ง. น้ำในสารละลาย H_2SO_4 ระเหยไปทำให้ความเข้มข้นของ H_2SO_4 เปลี่ยนแปลง

8. ข้อใดถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับเซลล์สุริยะ

   ก. เมื่อมีพลังงานแสงตกกระทบขั้วทั้งสองอีเลคตรอนของโลหะ Ge จะมีพลังงานเพิ่มขึ้นจนหลุดออกมาเคลื่อนที่เป็นอีเลคตรอนอิสระ

   ข. ขั้วบวกถูกกระตุ้นด้วยพลังงานแสงจะเกิดสภาวะเครียดของอีเลคตรอนจนต้องถ่ายเทประจุอีเลคตรอนให้ขั้วลบ

   ค. ขั้วไฟฟ้าทั้งสองต้องมีโลหะผสมกึ่งตัวนำพวกเจอร์มาเนียม (Ge) เป็นส่วนประกอบขั้วบวกเป็น Si + B ขั้วลบเป็น Si + P

   ง. ถ้าต้องการให้เซลล์สุริยะจ่ายไฟฟ้าได้มากขึ้น จะนำหลายๆ เซลล์มาต่อวงจรกันแบบอนุกรม

9. ปริมาณกระแสไฟฟ้า ที่ได้จากเซลล์สุริยะ จะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยข้อใดเป็นสำคัญที่สุด

ก. ปริมาณความเข้มของแสงที่มาตกกระทบขั้วทั้งสอง

ข. ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์

ค. มุมที่แสงตกกระทบขั้วทั้งสองของเซลล์

ง. ถูกทุกข้อ

10. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการนำเซลล์สุริยะมาใช้งาน

ก. พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์สุริย สามารถเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรีรถยนต์เพื่อนำมาใช้ในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงได้

ข. ไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะมีปริมาณน้อย จึงเหมาะที่จะนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟต่ำๆ

ค. ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์สุริยะ จะแปรผันตรงกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตัวเซลล์

ง. ถ้าต้องการให้ไฟฟ้า ที่ได้จากเซลล์สุริยะมีความต่างศักย์มากขึ้น ให้นำเซลล์หลายๆ เซลล์มาต่อวงจรกันแบบอนุกรม

11. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับไดนาโม

ก. การเคลื่อนที่ขดลวดตัดสนามแม่เหล็กหรือเคลื่อนที่แม่เหล็กให้ตัดขดลวดจะให้กระแสไฟฟ้า A.C. และกระแสไฟฟ้า D.C. ตามลำดับ

ข. กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดของไดนาโมจะเป็นไฟฟ้า A.C. เท่านั้น แต่เมื่อต่อออกสู่วงจรภายนอกจะเป็นกระแสไฟฟ้า A.C. หรือ D.C. ก็ได้

ค.การต่อสายไฟจากปลายขดลวดไดนาโมออกสู่วงจรภายนอกถ้าไม่สลับสายไฟจะได้ไฟฟ้า D.C แต่ต่อแบบสลับปลายสายไฟจะได้ไฟฟ้า A.C.

ง. วงแหวนที่แปรงสัมผัสของขดลวดไดนาโมที่จ่ายไฟฟ้า D.C. จะใช้ Slip ring แต่ที่จ่ายไฟฟ้า A.C. จะใช้ Commutator

12. ไดนาโมจะผลิตไฟฟ้าได้มากหรือน้อยไม่เกี่ยวข้องกับปัจจัยข้อใด

ก. อำนาจแรงขั้วแม่เหล็ก

ข. จำนวนรอบของขดลวด

ค. ความเร็วในการเคลื่อนที่ขดลวดหรือแท่งแม่เหล็ก

ง. ระนาบการวางตัวของขดลวดหรือแท่งแม่เหล็กในไดนาโม

13. ไดนาโม 1 เครื่องแต่ต้องการผลิตไฟฟ้าให้ได้มากกว่า 1 ชุด จะมีวิธีการอย่างไร
    ก. ใช้สนามแม่เหล็กในการผลิตให้มากกว่า 1 ชุด วางตัวอยู่คนละระนาบบน แกนเดียวกัน
    ข. เพิ่มจำนวนชุดของขดลวดให้มากกว่า 1 ชุด วางตัวอยู่ในระนาบเดียวกันแต่คนละกน
    ค. เพิ่มจำนวนชุดขดลวดให้มากกว่า 1 ชุด วางตัวอยู่คนละระนาบบนแกนเดียวกัน
    ง. ต่อสายไฟจากขดลวดไดนาโมออกสู่วงจร ภายนอก 2 เส้น
14. การผลิตกระแสไฟฟ้าจากไดนาโมถ้าเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของขั้วแม่เหล็กหรือขดลวดจะเกิดอะไรขึ้น
    ก. ไดนาโมจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าทันที
    ข. ไดนาโมจะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น
    ค. กระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนทิศทางการไหลทันที
    ง. กระแสไฟฟ้า D.C. จะถูกเปลี่ยนเป็น A.C. ทันที
15. การทดลองในข้อใดต่อไปนี้จะ<u>ไม่เกิด</u>กระแสไฟฟ้า A.C.
    ก. สลับปลายสายไฟทุกครั้งที่ขดลวดหมุนได้ทุกครึ่งรอบ
    ข. ไม่สลับสายไฟทุกครั้งที่ขดลวดหมุนได้ทุกครึ่งรอบ
    ค. สลับสายไฟเมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบแรกและไม่สลับปลายสายไฟเมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบหลัง
    ง. ไม่สลับปลายสายไฟ เมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบแรก และสลับปลายสายไฟเมื่อขดลวดหมุนครึ่งรอบหลัง

จุดประสงค์ข้อที่ 2 (6 ข้อ)

คำชี้แจง *จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 16 - 18*

1. พลังงานเคมี-->พลังงานความร้อน -->พลังงานจลน์-->พลังงานกล -->พลังงานไฟฟ้า
   (เชื้อเพลิง) (ต้มน้ำ) (แรงดันไอน้ำ) (กังหันไดนาโมหมุน)
2. พลังงานเคมี -------> พลังงานจลน์ ------> พลังงานกล --> พลังงานไฟฟ้า
   (สันดาปเชื้อเพลิง) (ก๊าซเคลื่อนที่) (กังหันหมุนไดนาโม)
3. พลังงานเคมี --------> พลังงานจลน์ ----------> พลังงานกล -------> พลังงานไฟฟ้า
   (สันดาปเชื้อเพลิง) (ก๊าซขยายตัวมีแรงดัน) (การทำงานของกลจักร)
4. พลังงานศักย์ -------> พลังงานจลน์ ---------> พลังงานกล --------> พลังงานไฟฟ้า
   (ระดับน้ำ) (การไหลของน้ำ) (กังหันไดนาโมหมุน)

16. พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทยปัจจุบันได้จากการผลิตระบบใดมีปริมาณมากที่สุด

ก. 1 ค. 3

ข. 2 ง. 4

17. การผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้พลังงานในการผลิตอย่างคุ้มค่าจากข้อมูลในคำชี้แจงข้อ 1 ร่วมกับข้อ 2 เป็นการผลิตไฟฟ้าระบบใด

ก. ระบบพลังน้ำ ค. ระบบพลังความร้อน

ข. ระบบพลังกังหันก๊าซ ง. ระบบพลังความร้อนร่วม

18. โรงไฟฟ้าระบบใดใช้ผลิตไฟฟ้าเพื่อเสริมกำลังการผลิตในช่วงระยะเวลาสั้นๆได้ดีที่สุด

ก. 1 ค. 3

ข. 2 ง. 4

19. โรงไฟฟ้าระบบใดทำให้เกิดปัญหามลพิษมากที่สุด

ก. ระบบพลังน้ำ ค. ระบบพลังความร้อน

ข. ระบบพลังดีเซล ง. ระบบพลังนิวเคลียร์

20. ข้อใดไม่ใช่ปัญหามลพิษที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้าระบบพลังความร้อน

ก. อันตรายจากสารกัมมันตรังสี ค. น้ำเป็นพิษ

ข. อากาศเป็นพิษ ง. ปัญหากลิ่นและควัน

21. การผลิตไฟฟ้าทุกระบบใช้ไดนาโมเป็นแหล่งผลิตเหมือนกันแต่การผลิตแต่ละระบบมีข้อแตกต่างกันที่ประเด็นใดเป็นสำคัญ

ก. ที่มาของพลังงานกลที่นำมาหมุนกังหันไดนาโม

ข. การเปลี่ยนรูปพลังงานของแต่ละระบบ

ค. ขั้นตอนการผลิตของแต่ละระบบ

ง. ถูกทุกข้อ

จุดประสงค์ข้อที่ 3 (4 ข้อ)

22. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังชุมชน

ก. สายไฟแรงสูงเป็นสายเปลือยเพื่อให้มีน้ำหนักเบา ประหยัดค่าใช้จ่ายถ่ายเทความร้อนได้สะดวก

ข. สายไฟแรงสูงจาก ไดนาโม 3 เฟสจะมี 6 เส้น ให้แต่ละชุมชนต่อสลับคู่ป้องกันปัญหาไฟตกเมื่อต้องใช้ไฟฟ้ามาก

ค. ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเป็นไฟฟ้า A.C. 220 โวลต์ แต่โรงงานอุตสาหกรรมใช้ไฟฟ้า D.C. 380 โวลต์

ง. ในการส่งไฟฟ้าจากแหล่งผลิตไปยังชุมชนมีอุปกรณ์สำคัญคือ สายไฟฟ้าและหม้อแปลง

23. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ถูกต้อง

ก. ส่วนประกอบที่สำคัญของหม้อแปลงคือขดลวด 2 ชุด พันอยู่บนแกนเหล็กอ่อน

ข. ขดลวดที่ต่อวงจรกับเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าให้ไฟฟ้าไหลเข้าหม้อแปลงคือขดลวดปฐมภูมิ

ค. หม้อแปลงไฟฟ้าขึ้นจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าเข้าน้อยกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ไหลออกจากหม้อแปลง

ง. หม้อแปลงไฟฟ้าลง จำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิจะมีค่าน้อยกว่า จำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิ

24. หม้อแปลงไฟฟ้ามีจำนวนรอบขดลวดทุติยภูมิ 550 รอบ ต้องการแปลงไฟฟ้าความต่างศักย์ 220 โวลต์ให้เหลือ 110 โวลต์จะต้องพันขดลวดปฐมภูมิกี่รอบ

ก. 2200 รอบ ค. 550 รอบ

ข. 1100 รอบ ง. 22 รอบ

25. ออดไฟฟ้ามีค่าความต่างศักย์ 11 โวลต์ แล้วใช้หม้อแปลงที่มีจำนวนรอบขดลวดปฐมภูมิ 400 รอบ ทุติยภูมิ 20 รอบ จงหาศักย์ไฟฟ้าเข้า

ก. 11 โวลต์ ค. 220 โวลต์

ข. 36 โวลต์ ง. 4400 โวลต์

จุดประสงค์ข้อที่ 4 (11 ข้อ)

คำชี้แจง *จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 26*

สายต่อเข้าบ้าน—> [1] ——> [2] สายไฟ 220 โวลต์ ——> สะพานไฟย่อย——>

——> อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า

26. การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านดังขั้นตอนข้างบนหมายเลข [2] คืออะไร

ก. หม้อแปลงไฟฟ้า ค. แผงไฟรวม

ข. มาตรไฟฟ้า ง. สวิตช์ไฟฟ้า

27. อุปกรณ์ไฟฟ้ากับเครื่องใช้ไฟฟ้าแตกต่างกันชัดเจนที่สุดในข้อใด

ก. การยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่าน

ข. การใช้งานใช้ในเวลาไม่พร้อมกัน

ค. วิธีการต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าในบ้าน

ง. การเปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าที่ไหลผ่าน

28. ข้อใดหมายถึงสะพานไฟ

ก. เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อมีไฟฟ้าไหลมากเกินกำหนด

ข. เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อมีไฟฟ้าไหลมากเกินกำหนดชั่วขณะหนึ่ง

ค. เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำหน้าที่ตัดต่อวงจรไฟฟ้าคล้ายสะพานไฟแต่ส่วนประกอบต่างกัน

ง. เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าทำด้วยวัตถุตัวนำทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจรหนึ่งๆตลอดทั้งวงจร

29. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้ฟิวส์ซึ่งต่อไว้ในสะพานไฟขาดบ่อยๆ

ก. เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชิ้นลัดวงจรหรือกินไฟมากเกินไป

ข. ฟิวส์ขนาดเล็กไม่เหมาะกับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในบ้าน

ค. การต่อฟิวส์เข้าในสะพานไฟขันที่ยึดฟิวส์ไม่แน่น

ง. ฟิวส์ผ่านการใช้งานมานานจึงเสื่อมคุณภาพ

30. ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้องเกี่ยวกับสวิตช์ไฟฟ้า

ก. ปกติสวิตช์จะต่อวงจรอนุกรมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าเสมอการต่ออนุกรมคือการต่อเรียงลำดับ

ข. สวิตช์ทางเดียวจะใช้ควบคุมหลอดไฟ 1 หลอดหรือมากกว่า 1 หลอดก็ได้โดยนำหลอดมาต่ออนุกรมกันก่อน

ค. เพื่อความสะดวกในการปิดเปิดหลอดไฟได้หลายๆสถานที่อาจใช้สวิตช์ทางเดียว 2 ตัวควบคุมหลอดไฟ 1 หลอด

ง. ส่วนที่ตัดวงจรของสวิตช์อัตโนมัติจะต่ออยู่กับสายกลางเสมอและมักใช้ต่อไว้ตรงจุดต่อสายเมนใหญ่เข้าบ้าน

31. ข้อใดต่อไปนี้ ถูกต้องที่สุด เกี่ยวกับเต้าเสียบและเต้ารับ

ก. เต้าเสียบ 3 ขาและเตารับ 3 ตา ไม่มีความแตกต่างกับเต้าเสียบ 2 ขาและเต้ารับ 2 ตา

ข. ขณะที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าการเสียบเต้าเสียบเข้ากับเต้ารับแสดงว่าเครื่องใช้ไฟฟ้ากำลังต่อวงจรขนานกับเต้ารับ

ค. เมื่อเลิกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าควรถอดเต้าเสียบออกจากเต้ารับโดยจับส่วนที่เป็นฉนวนหุ้มตรงสายไฟของเต้าเสียบจะปลอดภัย

ง. การใช้เต้าเสียบหลายอันกับเต้ารับอันเดียวที่มีหลายช่องทางสามารถทำได้อย่างปลอดภัยเสมอ

32. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ปัจจุบันไส้หลอดไฟกลมธรรมดา (Filament) จะทำด้วย W หรือ Os หรือผสมกันเรียกว่า Osram ทนความร้อนได้สูง

ข. หลอดวาวแสงจะให้แสงสี ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสารวาวแสง (Phosphor) ที่ฉาบผิวด้านในของตัวหลอด

ค. สตาร์ตเตอร์ จะต่อวงจรอนุกรมกับหลอดวาวแสงส่วนบัลลาสต์จะต่อวงจรขนานกันตัวหลอดวาวแสงเสมอ

ง. สตาร์ตเตอร์ จะทำหน้าที่เป็นสวิตช์อัตโนมัติและบัลลาสต์จะทำหน้าที่เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าในวงจรหลอดวาวแสง

33. จงเรียงลำดับทางเดินของกระแสไฟฟ้าในวงจรของหลอดวาวแสง เมื่อเปิดสวิตช์ไฟครั้งแรกขณะที่หลอดยังไม่สว่างทั้งหลอดให้ถูกต้องที่สุด

1. Ballast
2. สายกลาง
3. Starter
4. สายมีศักย์
5. ขั้วหลอดด้านหนึ่ง
6. ขั้วหลอดอีกด้านหนึ่ง

ก. 1 - 2 - 4 - 5 - 6

ข. 2 - 1 - 5 - 6 - 4

ค. 3 - 1 - 2 - 4 - 5 - 6

ง. 4 - 1 - 5 - 3 - 6 - 2

34. จงเรียงลำดับทางเดินของกระแสไฟฟ้าในวงจรของหลอดวาวแสงเมื่อหลอดสว่างทั้งหลอดให้ถูกต้องที่สุด

1. Ballast
2. สายกลาง
3. Starter
4. สายมีศักย์
5. ขั้วหลอดด้านหนึ่ง
6. ขั้วหลอดอีกด้านหนึ่ง

ก. 4 - 1 - 5 - 3 - 6 - 2

ข. 2 - 1 - 5 - 3 - 6 - 4

ค. 4 - 1 - 5 - 6 - 2

ง. 2 - 1 - 5 - 6 - 4

35. ข้อใดคือหลักการทำงานของเครื่องควบคุมความเร็วของมอเตอร์

ก. ความต้านทานในวงจรมาก กระแสไฟฟ้าไหลได้น้อย ถ้าความต้านทานน้อยกระแสไฟฟ้าไหลได้มาก

ข. การปล่อยกระแสไฟฟ้า ที่มีความต่างศักย์สูงเข้าไปในตัวหลอดทำให้อีเลคตรอนหลุดจากไส้หลอดวิ่งชนอะตอมของก๊าซเฉื่อยแล้วเปล่งแสงสว่างออกมา

ค. แผ่นโลหะคู่ต่างชนิดกันได้รับความร้อนจะขยายตัวไม่เท่ากันจึงโค้งงอไปทางด้านโลหะที่ขยายตัวได้น้อยกว่าแต่เมื่อเย็นตัวลงก็จะเบนกลับที่เดิม

ง. ผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดตัวนำที่มีความต้านทานสูงๆพลังงานไฟฟ้าจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อน

36. บ้านหลังหนึ่งใช้ตู้เย็น 1100 วัตต์วันละ 16 ชั่วโมง หลอดวาวแสง 36 วัตต์ 10 หลอดวันละ ชั่วโมง หม้อหุงข้าว 1200 วัตต์วันละ 1 ชั่วโมง เปิดโทรทัศน์ 600 วัตต์วันละ 6 ชั่วโมง ถ้าค่าไฟยูนิตละ1.50 บาทในเวลา 1 เดือนจะต้องเสียค่าไฟกี่บาท (กำหนดให้ 1 เดือน มี 30 น)

ก. 23.84 บาท
ข. 35.76 บาท
ค. 1072.80 บาท
ง. 1101.00 บาท

จุดประสงค์ข้อที่ 5 (4 ข้อ)

37. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายจากการใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า

1. การเสียบหรือถอดเต้าเสียบกับเต้ารับจับส่วนที่เป็นสายไฟเสมอ
2. ใช้เต้าเสียบของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่กินไฟมากๆหลายอันกับเต้ารับอันเดียวหลายช่องทาง
3. การต่อสายดินจากส่วนที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าลงดินที่ฝังแท่งโลหะไว้

ก. 1
ข. 2
ค. 1 , 2
ง. 1 , 2 , 3

38. การใช้ไฟฟ้าข้อใดทำให้ <u>ไม่ปลอดภัย</u> เกิดอันตรายจากไฟฟ้าได้ง่ายที่สุด

ก. สัมผัสอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าขณะที่มือเปียกหรือตัวเปียก

ข. ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าพร้อมๆกันหลายชิ้น

ค. ใช้ฟิวส์ขนาดเล็กเกินไปต่อไว้ในสะพานไฟ

ง. ไม่ได้ตรวจดูสายไฟและสภาพเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ซื้อมาใหม่

39. ข้อใดคืออาการที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าผ่านร่างกายจากอาการเริ่มต้นจนถึงขั้นร้ายแรงที่สุด

1. กล้ามเนื้อกระตุกแข็งตัว
2. ระบบประสาทชงักหัวใจผิดเต้นจังหวะ
3. สลบถึงเสียชีวิต
4. เซลล์ร่างกายถูกเผาไหม้

ก. 1 - 2 - 3 - 4 ค. 3 - 4 - 2 - 1

ข. 1 - 2 - 4 - 3 ง. 1 - 3 - 2 - 4

40. ถ้าพบผู้ถูกไฟดูดจะปฏิบัติอย่างไรทั้งผู้ป่วยและผู้ช่วยเหลือจึงจะปลอดภัยที่สุด

1. ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจต้องช่วยผายปอด
2. ยกสะพานไฟตัดวงจรไฟฟ้า
3. รีบนำตัวผู้ป่วยส่งแพทย์
4. ใช้ฉนวนคล้องตัวผู้ป่วยออกมาอย่าสัมผัสผู้ป่วยโดยตรง

ก. 1 - 2 - 3 - 4 ค. 4 - 2 - 1 - 3

ข. 2 - 4 - 1 - 3 ง. 4 - 1 - 3 - 2

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ของ คำนูณ สายแสงจันทร์

แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ให้ทำความเข้าใจคำชี้แจงก่อนลงมือทำข้อสอบ

1. ข้อทดสอบทั้งฉบับมี 30 ข้อ ให้เวลาทำ 1 ชั่วโมง บางข้ออาจง่ายบางข้อค่อนข้างยาก นักเรียนไม่ควรเสียเวลากับข้อสอบข้อใดข้อหนึ่งมากเกินไป

2. การตอบ ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยกาเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ตรงกับตัวอักษรที่เลือกในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง

(1) ถ้าแรงโน้มถ่วงของโลกลดลงกว่าปัจจุบัน ผลจะเป็นอย่างไร

ก. วัตถุจะเบาลง

ข. วัตถุจะตกเร็วขึ้น

ค. นกจะบินได้เร็วขึ้น

ง. ผิวโลกจะมีอากาศมากขึ้น

จ. คนจะกระโดดจากพื้นได้ต่ำกว่าปกติ

คำตอบ

ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X				

ถ้านักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบให้ขีดฆ่าคำตอบเสียก่อน ดังตัวอย่างนักเรียนเปลี่ยนคำตอบจาก ก เป็น คำตอบ ง ให้ทำดังนี้

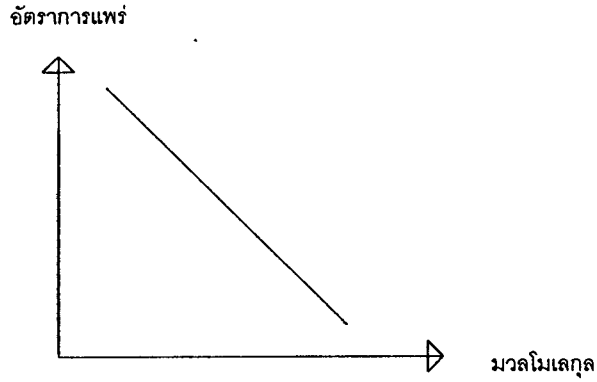
ข้อ	ก	ข	ค	ง	จ
1	X			X	

3. ห้ามขีดฆ่า ทำเครื่องหมายหรือเขียนตัวอักษรใดๆในแบบทดสอบ

4. เมื่อผู้ควบคุมบอกหมดเวลา ให้นักเรียนคืนแบบทดสอบและกระดาษคำตอบที่กรรมการคุมสอบ

ตัวอย่างแบบทดสอบ

1. ต่อไปนี้เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง มวลโมเลกุลกับอัตราการแพร่



ตารางบันทึกข้อมูลใดที่สอดคล้องกับกราฟนี้

ก.

สาร	มวลโมเลกุล	อัตราการแพร่
A	50	2
B	55	3
C	60	4
D	65	5

ข.

สาร	มวลโมเลกุล	อัตราการแพร่
A	50	5
B	55	4
C	60	3
D	65	2

ค.

สาร A	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	50 2
สาร B	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	55 3
สาร C	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	50 4
สาร D	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	65 5

ง.

สาร A	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	50 5
สาร B	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	55 4
สาร C	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	50 3
สาร D	มวลโมเลกุล อัตราการแพร่	65 2

จ.

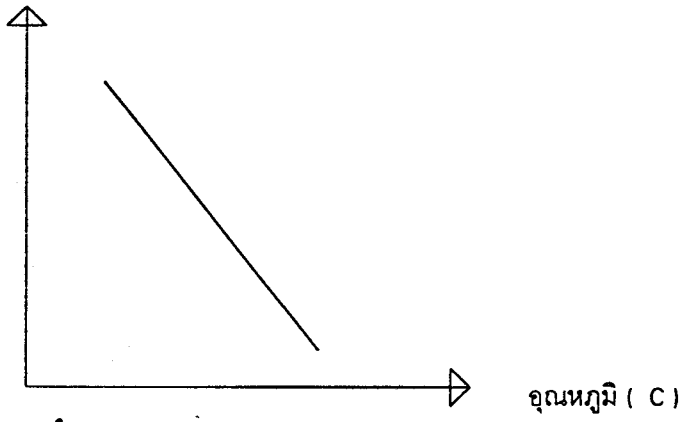
มวลโมเลกุล				อัตราการแพร่			
สาร A	สาร B	สาร C	สาร D	สาร A	สาร B	สาร C	สาร D
50	55	60	65	5	4	3	2

2. ในการทดลองหาความสามารถในการละลายน้ำของ KCl ปรากฏผลดังในตาราง

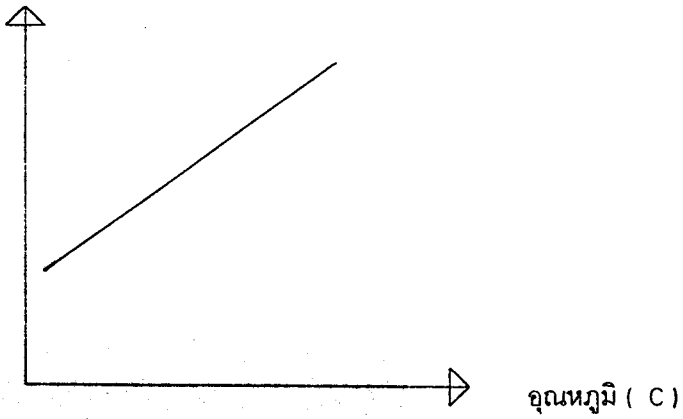
อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)	ความสามารถในการละลายน้ำ (g / 100 g ของน้ำ)
0	28
10	31
20	34
30	37
40	40

ถ้านำข้อมูลจากตารางมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ($^{\circ}C$) กับความสามารถในการละลายน้ำ (g / 100 g ของน้ำ) ควรได้กราฟดังรูปใด

ก.

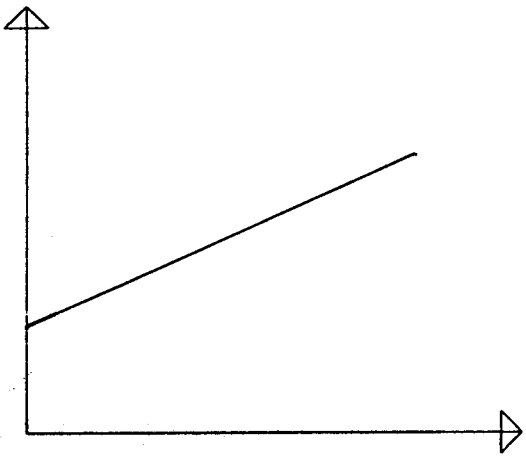


ข.



ความสามารถในการละลาย
(g / 100 g ของน้ำ)

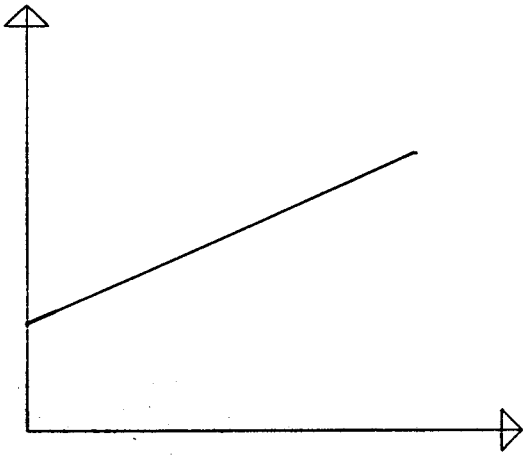
ค.



อุณหภูมิ (C)

ความสามารถในการละลาย
(g / 100 g ของน้ำ)

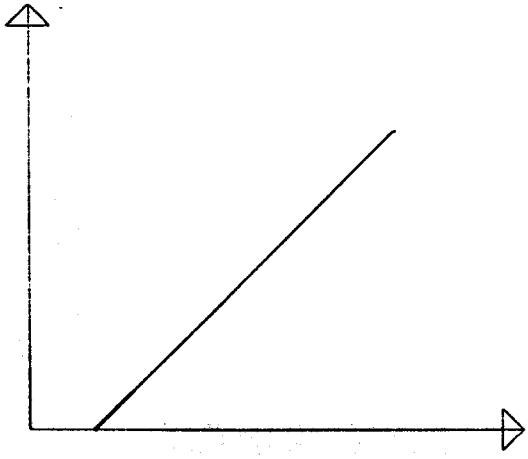
ง.



อุณหภูมิ (C)

ความสามารถในการละลาย
(g / 100 g ของน้ำ)

จ.



อุณหภูมิ (C)

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

ของ วิจิตร ลิ่มพานิชย์

แบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

แบบทดสอบนี้ต้องการถามเกี่ยวกับความรู้สึก ความคิดเห็น การกระทำบางอย่างที่นักเรียนได้ทำเช่นนั้นจริงๆ โดยมีข้อความให้อ่าน เพื่อพิจารณาว่าลักษณะนิสัย ความรู้สึกหรือเคยประพฤติปฏิบัติเหมือนกับข้อเท็จจริงในข้อความหรือไม่มากน้อยเพียงใด ดังนั้นจึงไม่มีคำตอบถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีลักษณะนิสัย ความรู้สึกหรือแนวทางประพฤติปฏิบัติไม่เหมือนกัน ข้อสำคัญขอให้ตอบแบบสอบถามนี้ให้ตรงสภาพความเป็นจริงของท่านให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นได้

ในข้อหนึ่งๆจะมีช่องว่างให้เลือกตอบ 5 ช่อง โปรดอ่านข้อความในแต่ละข้อเมื่อเห็นตรงว่าจะตอบตรงช่องใดให้ทำเครื่องหมาย √ ในช่องคำตอบที่ต้องการหลังข้อความที่พิจารณา

ตัวอย่าง

ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
(0) ในการประกอบพิธีมงคลต่างๆ ควรหาฤกษ์ยามให้ดีเสียก่อน	√				
(00) ข้าพเจ้าชอบอ่านหนังสือ				√	

พยายามตอบให้ตรงกับความเป็นจริงของนักเรียนให้มากที่สุด คำตอบจะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อนักเรียนในทางใดขอขอบคุณในความร่วมมือของนักเรียนในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ตัวอย่างแบบวัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สถานภาพของผู้ตอบ

ชื่อ.....นามสกุล.....เพศ.....

ชั้น.....โรงเรียน.....

ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1.คนเราก่อนเกิดเหตุร้ายต่างๆมักมีลางสังหรณ์ล่วงหน้า					
2. ข้าพเจ้าชอบซักถามปัญหาต่างๆที่ข้าพเจ้าอยากรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนจากครูผู้สอน					
3.ในการตอบปัญหาต่างๆวิธีที่ดีที่สุดคือวิธีเสียเวลาน้อยที่สุดไม่จำเป็นต้องหาหลายๆ วิธี					
4.ข้าพเจ้าชอบไปชมงานนิทรรศการต่างๆที่มีระดับความรู้สูงกว่าที่ข้าพเจ้ามีอยู่					
5. ข้าพเจ้ารู้สึกเบื่อที่ทำการทดลองซ้ำๆกันหลายครั้งก่อนที่จะสรุปผล					

ภาคผนวก ฌ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์โชคชัย อัศวินชัย สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพชีภาพ
   สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. อาจารย์มาโนช วาทะพุกกณะ ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและแผนงาน
   โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
3. อาจารย์อัญชัญ มาตรเลี่ยม หัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศสตร์ สอนวิชาฟิสิกส์
   โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
4. อาจารย์สุรินทร์ เทพสวัสดิ์ รองหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ฝ่ายวิชาการ
   โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
5. อาจารย์เรณู รัชนาลักษณ์ อาจารย์สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
   โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา
6. อาจารย์นนท์ศุกรีย์ สมัครค้า หัวหน้างานวัดผลประเมินผล
   โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา

ประวัติผู้เขียน

นางวีณา ริงคะนานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 24 ธันวาคม 2502 ที่อำเภอเมืองจังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตร์บัณฑิตจากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชเมื่อปีการศึกษา 2525 เข้ารับการศึกษาหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ณ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปีการศึกษา 2536 ในสาขาวิชาศึกษาศาสตร์ แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน วิชาเอกมัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์)

ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ 2 ระดับ 6 โรงเรียนสุรนารีวิทยา จังหวัดนครราชสีมา