

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

ปริญญานิพนธ์
ของ
นันทเดช โชคถาวร

20 ก.พ. 2534

๒ 54589
เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มิถุนายน 2532
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
๒ 54689

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

บทคัดย่อ

ของ

นันทเดช โชคถาวร

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มิถุนายน 2532

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 74 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่ม แล้วจับฉลากเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 37 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา กลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา การดำเนินการทดลองใช้แบบแผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Covariance และ t-test

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

A STUDY OF PROBLEM - SOLVING ABILITY AND SCIENCE
ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA II STUDENTS
BY INQUIRY METHOD WITH AND WITHOUT
EMPHASIS ON PROBLEM - SOLVING
ORIENTATION

AN ABSTRACT

BY

NANTADATE CHOKETHAWORN

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

June 1989

The purpose of this study was to compare scientific problem - solving ability and scientific achievement of Mathayom Suksa II students by inquiry method with and without emphasis on problem - solving orientation.

The subjects were 74 Mathayom Suksa II students of Nongplamopitayakom School, Banpong District, Ratchaburi, during the second semester of the 1988 academic year. They were randomly selected and randomly assigned into experimental group and control group with 37 students in each.

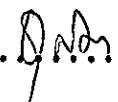
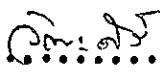
The experimental group was taught by inquiry method with emphasis on problem - solving orientation. Randomized Control Group Pretest - Posttest Design was used in the study. The data were analyzed by using Analysis of Covariance and t-test.

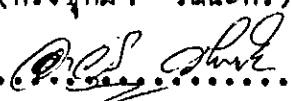
The results of this study indicated that :

1. The experimental group's scientific problem - solving ability was higher than the control group's at .01 significant level.
2. The experimental group's scientific achievement was higher than the control group's at .01 significant level.

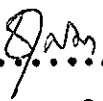
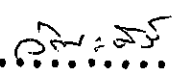
คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปฏิญานี้
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

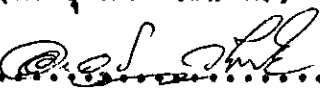
คณะกรรมการที่ปรึกษา

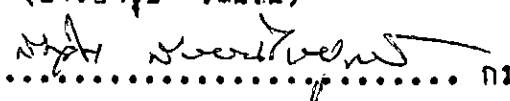
............... ประธาน
(ดร.สุทิมา วัฒนศิริ)

.......... กรรมการ
(อจ.อาวุธ วัฒนสิน)

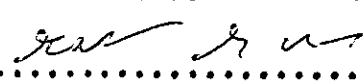
คณะกรรมการสอบ

............... ประธาน
(ดร.สุทิมา วัฒนศิริ)

.......... กรรมการ
(อจ.อาวุธ วัฒนสิน)

.......... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. สมจิต สวชนไพฑูรย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปฏิญานี้ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.......... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ.ดร.สมพร บัวทอง)

วันที่....๕....เดือน...มิถุนายน....พ.ศ. 2532

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก คร.ปรีชา วงศ์ศิริ
คร.สุติมา วัฒนศิริ อาจารย์อาวูช วัฒนสิน และผู้ช่วย ศาสตราจารย์สมจิต สวชนไพบูลย์
ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยฯ ซึ่งในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณ
เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คร.เสาวลักษณ์ รัตนวิชัย และ
คร.กาญจนา ชูครูวงศ์ ที่เป็นผู้ตรวจสอบบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ หวัน ประพาน อาจารย์ใหญ่ โรงเรียนหนองปลาหมอ
พิทยาคม รวมทั้งครู-อาจารย์ใน โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือ
อำนวยความสะดวก ให้ความร่วมมือในการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ อาจารย์คัมภีร์ ลุขศิริ อาจารย์กนกนารถ ณัฐบำรุง อาจารย์พรทิพ
ทั้งจิตประสงค์ บิศา มารคา พี่ เพื่อน และน้อง รวมทั้งบุคคลอื่น ๆ อีกหลายท่าน ซึ่งมีอาจ
กล่าวนามในที่นี้ได้หมด ที่คอยให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ ในด้านต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา
ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่อาจมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่อง
บูชาพระคุณของ บิศา มารคา คุณครูและอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้เคยอบรมสั่งสอนผู้วิจัย
ให้สามารถทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จ

นันทเดช ไชยถาวร

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	5
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	6
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
เอกสารที่เกี่ยวข้อง	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	37
3 วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	38
ประชากร	38
กลุ่มตัวอย่าง	38
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	38
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	39
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	39
วิธีดำเนินการทดลอง	46
การวิเคราะห์ข้อมูล	47
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	47

4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	51
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
5	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	54
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	54
	สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า	54
	วิธีการศึกษาค้นคว้า	55
	การวิเคราะห์ข้อมูล	56
	สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	56
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	56
	ข้อเสนอแนะ	59
	บรรณานุกรม	61
	ภาคผนวก	71
	ประวัติย่อของผู้วิจัย	269

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แบบแผนการวิจัย	46
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง	52
3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	53
4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน	73
5 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน	75
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน (ฉบับที่ 1)	77
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน (ฉบับที่ 2)	79
8 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ	83
9 แสดงความแปรปรวนของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นรายข้อ	84
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	85
11 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	261

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนภาพแสดงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์	2
2 แผนภูมิการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	14
3 แสดงรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบต่าง ๆ	16
4 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์	27
5 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา และการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา	43

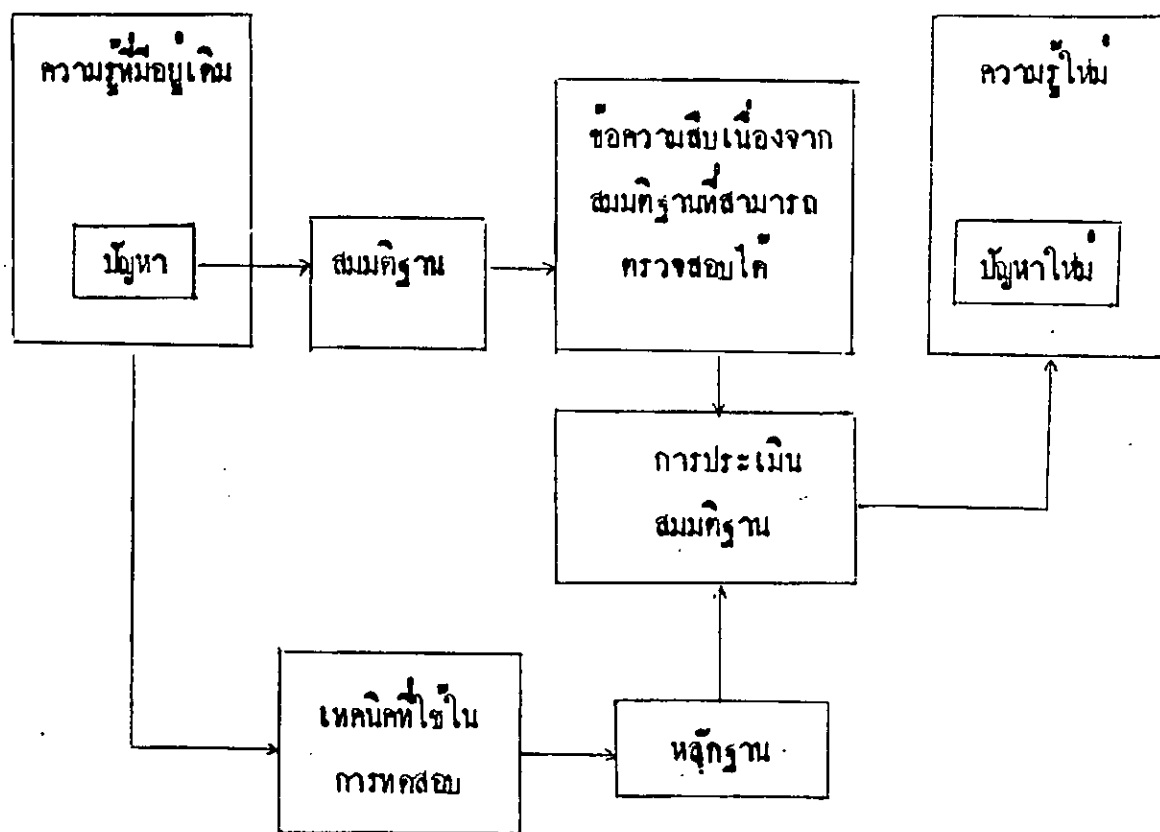
ภูมิหลัง

การที่ประเทศไทยประเทศหนึ่งจะพัฒนาก้าวหน้าไปก็ต้องจัดการศึกษาให้แกพลเมือง เพราะการศึกษาเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้คนสร้างความหวังในชีวิต ไม่ยอมจำนนต่อความยากจนและปัญหาต่าง ๆ การที่จะแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องจำเป็นต้องเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงตัวการที่เป็นต้นเหตุของปัญหา (อุทัย บุญประเสริฐ. 2527 : 29 - 35) ถ้าหากเราศึกษาประวัติศาสตร์ของมนุษย์ก็จะพบว่า การพัฒนาทางประวัติศาสตร์นั้นขึ้นกับการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก การแบ่งยุคทางประวัติศาสตร์ออกเป็นยุคหินเก่า ยุคหินใหม่ ยุคโลหะ หรือยุคเหล็กก็สะท้อนให้เห็นถึงความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน (อนุช อาภาภิรม. 2530 : 2) ถ้าการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในสังคมมนุษย์อันรวมถึงการเติบโตและการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียังคงดำเนินไปในอัตราเร็วอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้หรือเร็วขึ้นกว่านี้ก็เป็นที่แน่นอนว่า สังคมมนุษย์จะยิ่งเพิ่มความสลับซับซ้อนขึ้นอีก บุคคลที่มีเพียงความรู้ ความสามารถตามธรรมชาติจะไม่สามารถเป็นกำลังที่ให้แก่สังคมได้ (บัณฑิตวิทยาลย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2527 : 16 - 17) จะเห็นได้ว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีอิทธิพลต่อความมนุษย์และสภาพแวดล้อม วิชาวิทยาศาสตร์จึงเป็นวิชาหนึ่งที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรของโรงเรียนทั่วโลก (พิทักษ์ รัชพงษ์. 2525 : 1) กว้างเหตุมิติวิชา วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความรู้ (Body of Knowledge) และขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเช่นนั้นเพราะ ทุกสาขาของวิทยาศาสตร์มีลักษณะเฉพาะอันเกิดจากปัญหาซึ่งต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการที่กำหนดขึ้นเฉพาะมาใช้ในการดำเนินการแก้ไข หรือหาคำตอบของปัญหา วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีชั้นหลัก ๆ ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้ (ปรีชา วงศ์ศิริ. 2527 : 201 - 205)

1. ระบุนำถามที่รัดกุมและที่จะทำให้เกิดประโยชน์
2. สร้างสมมติฐานที่เป็นคำตอบของคำถามโดยมีหลักฐานยืนยันและทดสอบได้

3. ใช้เหตุผลเชิงตรรกศาสตร์สร้างความสืบเนื่องจากสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้
4. กำหนดเทคนิคที่จะใช้ในการทดสอบข้อความสืบเนื่องจากสมมติฐาน
5. ทำการทดสอบหาความสอดคล้องและความเชื่อถือได้ของเทคนิคที่จะใช้
6. ดำเนินการทดสอบและตีความหมายผลที่ได้จากการทดสอบ
7. ประเมินความถูกต้องของสมมติฐานและเทคนิค
8. สืบหาเงื่อนไขการที่ใช้ในการสร้างสมมติฐานและที่ใช้ในการกำหนดเทคนิคแล้วระบุปัญหาที่พบใหม่

ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์อาจแสดงด้วยแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

ส่วนในประเทศไทยมีกระทรวงศึกษาธิการซึ่งเป็นหน่วยงานของรัฐ ได้กำหนดจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ดังนี้ (ศึกษานิเทศกร. 2520 : 45)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะขอบเขตและวงจำกัดของวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดทัศนคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม

กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2523 : 23)

1. เพื่อให้นักเรียนได้รับเนื้อหาความรู้ในขอบข่ายของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์
4. เพื่อให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการดำรงชีวิต

ในปัจจุบันพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษายังไม่บรรลุผลเท่าที่ควร (ทจน สะเพียรชัย. 2527 : 173) ถึงแม้ว่ากระบวนการเรียนการสอนที่แนะนำไว้ในหลักสูตรมีลักษณะเป็นการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีกิจกรรมการทดลองและการอภิปรายซักถามระหว่างครูกับนักเรียน แต่ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้กำหนดให้ครูเป็นผู้เริ่มตั้งปัญหาให้นักเรียนเพื่อนำไปสู่บทเรียนหรือการทดลอง (บุสดี ทนไธ. 2525 : 90) นอกจากนี้ในแบบเรียนยังได้กำหนดวิธีหาการทดลอง ตารางบันทึกข้อมูล นักเรียนมีหน้าที่เพียงทำตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ก็จะได้คำตอบของปัญหา (ขงพุทธ สายคง. 2527 : 5) ✓

ด้วยเหตุที่ในสภาพชีวิตความเป็นจริง มนุษย์ได้พบกับอุปสรรคและปัญหาต่าง ๆ มากมาย การจัดการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์จึงควรที่จะปลูกฝังคุณลักษณะของการวิเคราะห์ปัญหา รู้จักแก้ปัญหา (สมจิต สมิตถพันธุ์. 2522 : 32) โดยการใช้ตัวความรู้หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อ

กลางสำนักการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบของปัญหา (โกวิท ประวาลพุกษ์. 2530 : 58) จะทำให้นักเรียนได้มีโอกาสได้ฝึกการทำงานร่วมกัน ปรึกษาแลกเปลี่ยนความรู้ ใช้ความสามารถของตนในการค้นหาคำตอบของปัญหาหรือข้อเท็จจริงเหมือนกับที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังเป็นการแสดงให้เห็นถึงความพยายาม และความยากลำบากของนักวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาในสิ่งที่เขาสงสัยได้เป็นผลสำเร็จ (สมจิต สมิตถันธุ์. 2523 : 33) ก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การใช้ความรู้ทางค่านิโอะอิเล็กทรอนิกส์ นิวเคลียสฟิสิกส์ คอมพิวเตอร์ สมุทรศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ อวกาศ เป็นต้น (นิวัติ เรืองพานิช. 2530 : 9)

จากเหตุผลดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงสภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่ควรจะต้องพิจารณาแก้ไขปรับปรุงวิธีการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามจุดหมายที่ต้องการ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเปลี่ยนแปลงบทบาทและฐานะของครูจากการที่เป็นผู้ตั้งปัญหาให้นักเรียนเพื่อนำไปสู่การทดลองมาเป็นผู้เตรียมจัดสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนได้พบเห็นปัญหาค้นพบเอง สนับสนุนให้นักเรียนมีบทบาทสำคัญในการใช้ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ครบทุกขั้นตอน เพื่อหาคำตอบของปัญหา ครูเป็นเพียงผู้ช่วยหรือผู้แนะนำให้นักเรียนรู้จักวิธีที่จะศึกษาค้นคว้าและเลือกทางของตนเองได้ โดยไม่มีการบังคับให้เชื่อตามครู เปิดโอกาสให้นักเรียนมีเสรีภาพในการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นการพัฒนาคนให้มีคุณภาพและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมในปัจจุบัน วิธีการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ดังกล่าวมีหลายวิธี เช่น วิธีสอนแบบแก้ปัญหา วิธีสอนแบบค้นพบ เป็นต้น

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ผู้วิจัยคาดว่าจะช่วยส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนทั้งด้านสติปัญญา ทักษะ เจตคติและสังคม อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดหาเหตุผล รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจตนเองและผู้อื่น รู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น สร้างเสริมความเข้าใจอันดีระหว่างบุคคล ตลอดจนส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้แบบประชาธิปไตย (ศิรินันท์ เพชรทองคำ เทียนทิพย์ ชัยพันธ์ และจิกรว วสุวานิช. 2521 : 56) วิธีสอนนี้คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งดำเนินการแก้ปัญหาในรูปของกลุ่มที่ท่องอาศัยเทคนิคการระดมสมอง (Brain Stroming) และเทคนิคการทำงานร่วมกัน

(พรวรกร จันทรางศุ. 2529 : 48)

✓ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มุ่งหมายให้ผู้เรียนได้พบเห็นปัญหาด้วยตนเองและแสดงความคิดเห็นร่วมกันในการที่จะแก้ไขปัญหานั้น นั่นคือ สอนให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ปัญหา คิดหาวิธีแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ตนสงสัย มีส่วนร่วมในการเรียนการสอน สามารถแสดงความรู้ความเข้าใจของตน ทำให้ได้เรียนรู้ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์และทำให้รู้ได้ทราบว่านักเรียนได้ใช้ขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบทุกขั้นตอนหรือไม่ การสอนด้วยวิธีนี้แม้แต่นักเรียนที่เรียนอ่อนก็สามารถเข้าร่วมกิจกรรมได้และมีโอกาสได้ใช้ความรู้ความสามารถทางสมองเพื่อแก้ปัญหาทางทฤษฎี นักเรียนจะต้องฝึกความรับผิดชอบตนเองและต่อกลุ่ม นักเรียนมีโอกาสให้ความช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มด้วยการอธิบายให้เพื่อน ๆ ฟังถึงวิธีวิเคราะห์ปัญหา วิธีแก้ปัญหาและคำตอบของปัญหาคำภาษาของนักเรียนเองซึ่งสามารถทำให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจบทเรียนและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น (อัจฉรา ประไพตระกูล. 2520 : 69)

การสอนด้วยวิธีนี้ไม่ได้สอนเฉพาะเนื้อหาและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียนเท่านั้น แต่ยังมุ่งฝึกให้นักเรียนได้รู้จักแก้ปัญหาตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์อันเป็นรากฐานสำคัญของการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ ได้ต่อไปหลังจากผู้เรียนได้สำเร็จการศึกษาแล้ว (ทองจันทร์ นงสลดารมย์. 2530 : 115) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทดลองนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มที่สอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหากับที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหากับที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. เป็นแนวทางของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาซึ่งช่วยให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. ผลการศึกษาค้นคว้าจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนสามารถตัดสินใจเลือกใช้วิธีจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อก่อให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จำกัดอยู่ในขอบเขตของประชากร กลุ่มตัวอย่างและตัวแปรที่จะศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนรวมทั้งสิ้น 148 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2531 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 74 คน โดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่มมา 2 ห้อง จึงได้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังนี้

2.1 กลุ่มทดลอง 37 คน สอนตามแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

2.2 กลุ่มควบคุม 37 คน สอนตามแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มใช้เวลาทดลองกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดลองวันละ 2 คาบ สัปดาห์ละ 2 วัน รวมเป็นเวลา 5 สัปดาห์

4. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 ว.204 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 โดยทำการทดลองในเรื่องการใช้พลังงาน ทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทั้งหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

4.1 การใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน

4.2 จะวัดพลังงานกลได้อย่างไร

4.3 จะวัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร

4.4 การสะสมพลังงาน

4.5 การไหลพลังงานกันอย่างไร

5. ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า

5.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

5.1.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

5.1.2 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

5.2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การระบุแนวทางแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง

2. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีสถานการณ์ให้แก่นักเรียนโดยครูเป็นผู้ระบุปัญหาซึ่งมีกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนตามข้อเสนอแนะในหนังสือคู่มือครู 3 ชั้นตอน ดังนี้

2.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันโดยครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบแล้วครูตั้งปัญหา ทั้งสมมติฐานและบอกวิธีทำการทดลองรวมถึงแนะนำการใช้เครื่องมือในการทดลอง

2.2 นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง

2.3 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปและให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปตอบคำถามในหนังสือเรียน

3. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา หมายถึง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูกำหนดสถานการณ์ที่เป็นข้อความ /รูปภาพแล้วมีคำถามที่นำไปสู่การระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานและการออกแบบการทดลอง โดยครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนมี 3 ชั้นตอน ดังนี้

3.1 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเพื่อระบุปัญหา ทั้งสมมติฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและออกแบบการทดลอง

3.2 นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลอง

3.3 ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปและให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปตอบคำถามในหนังสือเรียน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากความสามารถในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง การใช้พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถานศึกษา ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน โดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้อยู่มาแล้วในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการใช้พลังงาน

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ที่ได้ เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่และแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำเอาความรู้ที่ได้ตลอดจนวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ คือการสังเกต การวัด การจัดจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปกตรัมเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดคินยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการอ่านข้อความ รูปภาพหรือแผนภูมิที่เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้แล้วสามารถบอกวิธีแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากสถานการณ์ได้ถูกต้องใน 4 ขั้นตอน ดังนี้

5.1 ขั้นระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกรูปภาพที่เกี่ยวข้องกันที่สุดภายในขอบเขตของข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

5.2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาคืออะไร จากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

5.3 ขั้นกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนเพื่อตรวจสอบสาเหตุของปัญหาหรือข้อเท็จจริงหรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ระบุไว้

5.4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่า ผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการเพื่อแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับสาเหตุของปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่ และผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแยกตามหัวข้อดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้อง
 - 1.1 เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
 - 1.2 เอกสารที่เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 1.3 เอกสารที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา
 - 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารที่เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง
มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กูท (Good. 1973 : 303) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอน
แบบเกี่ยวกับการสอนโดยวิธีแก้ปัญหา (Problem - Solving Approach) ซึ่งระบุสาระสำคัญ
ไว้ดังนี้

1. เป็นการเรียนจากกิจกรรมที่จัดขึ้น
2. นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการทำกิจกรรมนั้น ๆ

ซันด์และโทรวบริดจ์ (Sund and Trowbridge. 1973 : 37) ได้กล่าวว่า
การสืบเสาะหาความรู้เป็นการค้นหาคำตอบที่เน้นวิธีการได้มาซึ่งความรู้มากกว่าตัวความรู้ ดังนั้น
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหา

ความรู้ด้วยตนเอง ในที่สุดนักเรียนก็จะได้ค้นพบความรู้ที่เป็นคำตอบซึ่งตรงกับจุดประสงค์แท้จริงของวิทยาศาสตร์ เพราะก่อนหน้านั้นวิทยาศาสตร์จะได้ตัวความรู้วิทยาศาสตร์มาจะต้องใช้ขั้นตอน ดังนี้

1. พบปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน
3. ออกแบบการทดลอง
4. ดำเนินการทดลอง
5. สังเคราะห์ความรู้
6. เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์

คาร์นและซันด์ (Carin and Sund. 1975 : 97 - 104) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่าเป็นการใช้กระบวนการทางสมองของตนเองค้นหาความรู้ในลักษณะการกระทำกิจกรรมเหมือนผู้ใหญ่ในการแก้ปัญหาโดยการระบุปัญหา การตั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีการต่าง ๆ สืบเสาะถึงปรากฏการณ์ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พื้นฐานมาจากการค้นพบซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองในการดูหาค้นพบโมติและหลักการต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับการสอนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งเป็นการวางพื้นฐานที่มั่นคงสำหรับการเรียนในชั้นสูงขึ้น ส่วนอุปกรณ์การสอนที่มีการออกแบบโดยเน้นให้เหมาะสมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้พฤติกรรมของนักเรียนแสดงออกมาในรูปของการค้นพบที่ตนเองออกแบบการทดลองและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งความสำเร็จของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องขึ้นอยู่กับระดับทักษะการทางสติปัญญาของนักเรียน ลักษณะของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีดังนี้

1. เน้นตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
2. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะสร้างให้นักเรียนเกิดภูมิโนคติด้วยตนเอง
3. เพิ่มระดับความคาดหวังให้นักเรียนหลังจากที่นักเรียนได้ประสบความสำเร็จในระดับหนึ่งแล้ว
4. การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาความสามารถพิเศษเฉพาะตัวได้ เช่น การวางแผนทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์และความสามารถทางวิชาการ

5. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้จากการบอกเล่าหรือการบรรยาย แต่จะเน้นกิจกรรมการทดลองให้ผู้เรียนค้นพบด้วยตนเอง

6. การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะมีเวลาให้นักเรียนคิด ทบทวนและปรับปรุงความรู้ใหม่เพื่อการเรียนรู้

ยุคยบศ กวงมาธา (2523 : 65 - 66) ได้เสนอขั้นตอนของกระบวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเข้าสู่ปัญหาและตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ขั้นนี้ครูจะจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือเงื่อนไขทำให้เกิดปัญหาของใจขึ้นในตัวนักเรียนซึ่งจะทำให้ นักเรียนสืบเสาะต่อไปว่าจะไรคือที่มาของปัญหานั้นหรือปัญหานี้จะอธิบายได้อย่างไร ในขั้นนี้ต้องให้นักเรียนคิดพิจารณาหรือใช้ทักษะการสังเกตเพื่อพิจารณาสภาพของปัญหาและให้นักเรียนรู้จักตั้งสมมติฐาน คาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

ขั้นที่ 2 สืบวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องหาเหตุผลและข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนต้องใช้วิธีการหลายวิธีรวมทั้งสอบถามจากครูด้วย ครูต้องไม่ตอบปัญหาโดยการบอกหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นจะต้องตอบปัญหาโดยไม่มีทางเลือกใดให้วิธีทดลองให้ดูหรือวิธีหาคำตอบเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเอง ใ้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการได้แล้ว ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายถึงผลที่ได้เพื่อเชื่อมโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็นจริงก็ให้สรุปเป็นความรู้ต่อไป

ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นโมเมนตัมหรือหลักการต่าง ๆ ได้แล้ว ครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดถึงสิ่งที่นักเรียนสืบเสาะได้นั้นจะนำไปใช้ได้อย่างไร หรือนำไปผสมผสานกับความรู้อื่น ๆ ที่ได้เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 5 - 6) ได้กำหนดขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

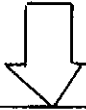
1. การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะใช้คำถามต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเห็น คิด สงสัยหรือเป็นการแนะแนวทางในการทดลอง รวมถึงการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experimental Period) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะลงมือปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนจะคอยควบคุมและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิดคอยกระตุ้นส่งเสริมและเป็นพี่รักษายูทว้ย นักเรียนจะรวบรวมและบันทึกข้อมูล

3. การอภิปรายหลังการทดลอง (Post - Lab Discussion) เป็นขั้นที่ผู้สอนจะต้องใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถตีข้อมูลจากการทดลองที่รวบรวมได้มาสรุปเป็นความรู้ รวมทั้งอภิปรายข้อผิดพลาดของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ คำถามต่าง ๆ ที่ผู้สอนใช้ตอนนี้ออกจากจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองได้แล้วยังจะช่วยให้นักเรียนอยากรู้ อยากเห็นและมีแนวคิดอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

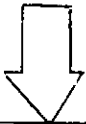
ทบทวนทฤษฎี (2525 : 116 - 118) ได้กำหนดขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองซึ่งประกอบด้วย การอภิปรายและการทดลอง การอภิปรายถือว่าเป็นกิจกรรมที่สำคัญในการศึกษาเพราะเป็นการปลุกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง ขอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นในแง่ของเหตุผล ส่วนการทดลองก็เป็นส่วนสำคัญในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เพราะเป็นแกนนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังทำให้นักเรียนรู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาสเพื่อความเข้าใจโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้

สถานการณ์หรือ
ปัญหาที่สร้างขึ้น



อธิบายโดยใช้คำถามที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ทำการทดลอง



สรุปผลของการทดลอง

อธิบายผลโดยใช้คำถามจากข้อสงสัยที่ได้จาก

การทดลอง

นำความรู้ไปใช้กับเรื่องที่จะเรียนต่อไปหรือที่พบเห็น
ในชีวิตประจำวัน

ภาพประกอบ 2 แผนภูมิการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

หลักจิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ครั้งนี้ (สวัณท์ นิยมคำ,

2517 : 125 - 126)

1. ในการเรียนวิทยาศาสตร์นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้นก็ต่อเมื่อนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับ
โดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ มากกว่าบอกให้รู้

2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์แวดล้อมในการเรียนนั้นช่วยให้นักเรียน
อยากเรียนไม่ใช่บังคับบีบบังคับให้เรียนและครูสอนจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า
แทนที่จะให้นักเรียนเกิดความล้มเหลว

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์
ให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกการใช้ความคิดเห็นของตนเองให้มากที่สุด

นอกจากนี้ทฤษฎีของเพียเจต์ก็นับว่าเป็นพื้นฐานของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมี
โครงสร้างของการพัฒนาความคิดดังนี้ (สมจิต สวชนไพบูลย์. ม.ป.ป. : 89)

1. กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการภายในที่มนุษย์จะผสมผสาน
หรือรับเหตุการณ์ซึ่งเป็นสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้เข้าสู่โครงสร้างของความรู้เดิม (Schemata)

2. กระบวนการปรับขยาย (Accommodation) เป็นกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง
ของความรู้เดิมหรือสร้างเป็นความรู้ใหม่ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับสิ่งเร้า

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

สมจิต สมัตถพันธุ์ (อำนวยการ รุ่งรัศมี. 2525 : 169 - 172 ; อ้างอิงมาจาก
สมจิต สมัตถพันธุ์. 2520) ได้เสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

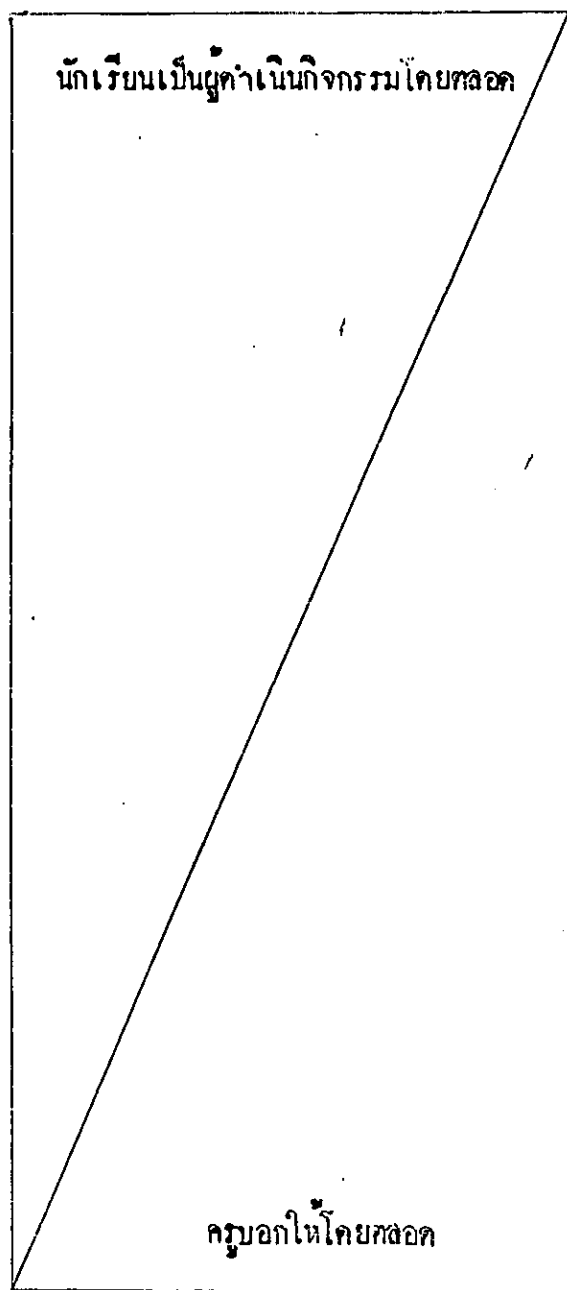
1. ขั้นเสนอปัญหา
2. ขั้นกำหนดสมมติฐาน
3. ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน
4. ขั้นสรุปและลงความเห็น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะ
หาความรู้ซึ่งครูสามารถเลือกจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามความเหมาะสม แสดงในภาพ
ประกอบ 2 (เบงพุทขี สายคง. 2527 : 28 ; อ้างอิงมาจาก สสวท. 2519 : 4 - 5)

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบต่าง ๆ

9. เริ่มด้วยการตั้งปัญหาและตัวแปรต่าง ๆ
การสร้างสมมติฐาน การออกแบบ
การทดลอง การทดสอบสมมติฐาน
8. การทดลอง กำหนดวิธีการทดลอง ซึ่ง
อาจทำให้ได้ผลการทดลองหลายอย่าง
และการสร้างสมมติฐาน
7. นักเรียนออกแบบการทดลอง เพื่อทดสอบ
สมมติฐาน
6. กำหนดวิธีการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน
นักเรียนต้องหาข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบ
5. ครูทำการสาธิตเพื่อให้เป็นจุดสนใจนำไป
สู่การใช้คำถาม
4. กำหนดข้อมูลให้และแนะแนวทางใน
การแปลความหมายข้อมูล
3. บรรยายพร้อมด้วยการใช้คำถาม
2. ทำการทดลองโดยกำหนดวิธีการทดลอง
และบอกวิธีการสังเกตพร้อมทั้งบอกผล
การทดลองให้
1. การบรรยาย

กิจกรรมของนักเรียน



กิจกรรมของครู

ภาพประกอบ 3 แสดงรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบต่าง ๆ

นอกจากนี้ ชันค์และโทรวบริจ โรเมย์ สุภาพ วาคเซียน และสวัชก นิยมคำ (บงบุทท สายคง. 2527 : 33 ; อ้างอิงมาจาก Sund and Trowbridge. 1967 : 67 - 68, Romey. 1968 : 24, สุภาพ วาคเซียน. 2520 : 133, สวัชก นิยมคำ. 2517 : 127) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การจัดกิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในระยะแรก ๆ ที่นักเรียนยังเคยชินอยู่กับการสอนแบบเดิมที่ครูเป็นผู้ให้ความรู้นั้น ครูควรกำหนดแนวทางในการดำเนินกิจกรรมไว้ให้นักเรียนเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้นจึงค่อย ๆ ลดการให้คำแนะนำ ในที่สุดนักเรียนก็จะสามารถดำเนินกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนวิธีหนึ่งที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่ง ปรีชา วงศ์ศิริ (2527 : 201 - 205) ได้กล่าวว่า วิทยาศาสตร์อาจจำแนกออกเป็นกระบวนการแสวงหาความรู้และทฤษฎี กระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มต้นจากการที่ใคร่ครวญความรู้เดิมซึ่งเป็นผลผลิตของกระบวนการแสวงหาความรู้ไม่เพียงพอที่จะใช้แก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งที่กำลังเผชิญอยู่ได้ โดยนัยนี้จะเห็นว่าการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่มีลักษณะของการค้นคว้าซึ่งกระทำโดยเกี่ยวข้องกับปัญหาและไม่มีปัญหาใดหรือคำถามใดที่สามารถสร้างขึ้นได้นอกขอบเขตความรู้ ผู้มองเห็นและเข้าใจในเนื้อหาของเรื่องใดเรื่องหนึ่งเท่านั้นจึงจะสามารถบอกได้ว่าอะไรบางอย่างในเรื่องนี้ที่ใคร่ครวญหายไป ส่วนหนึ่งของความรู้เดิมที่ใช้เริ่มต้นในการแสวงหาความรู้เป็นความรู้ธรรมดา อีกส่วนหนึ่งเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้มาจากการใช้วิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้สามารถตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องได้โดยอาศัยวิธีการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ความรู้ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วจะเข้าไปแทนที่ความรู้เดิมก่อนการแก้ไขปรับปรุง ในขณะที่ดำเนินการแสวงหาความรู้โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะมีการปรับปรุงหรือแม้กระทั่งยกเลิกในบางส่วนที่เป็นความรู้ธรรมดา ดังนั้นการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงเป็นกระบวนการที่ทำให้มีการปรับปรุงแก้ไขความรู้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะเห็นได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่พัฒนาจากความรู้ธรรมดา แต่การพัฒนานั้นยังทำให้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ก้าวข้ามความรู้ธรรมดาที่ใช้เริ่มต้น แต่จริงแล้วอาจกล่าวได้ว่ากระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เริ่มตรงที่ประสบการณ์และแนวคิดธรรมดาไม่สามารถใช้แก้ปัญหา

หรือแม้แต่จะกำหนดปัญหาออกมาได้ ปัญหาทางคันความรู้นั้นเป็นปัญหาที่ต้องอาศัยการคิดค้นและการใช้วิธีการเฉพาะซึ่งสามารถแก้ปัญหาที่อยู่ในแต่ละชั้นได้ทั้งแต่ขั้นการกำหนดขอบเขตไปจนถึงขั้นนำเสนอคำตอบหรือแนวทางที่ใช้แก้ปัญหานั้น ๆ ดังนั้นทุกวิธีการที่กำหนดขึ้นเฉพาะในทางวิทยาศาสตร์จะเป็นวิธีการที่มีความสอดคล้องกับขั้นของการแก้ปัญหาและมีความเหมาะสมกับเนื้อหาของปัญหานั้น ๆ ซึ่งตรงกันข้ามกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่กำหนดขึ้นอย่างทั่วไปและสามารถนำไปใช้ในชั้นต่าง ๆ ของการแก้ปัญหาและไม่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาของหนึ่งเนื้อหาของสาระของปัญหา แนววิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทุกชั้นของวิธีการไม่ขึ้นทอเนื้อหาของในเรื่องที่กำลังค้นคว้า แต่ในการดำเนินการจะบรรลุผลมาน้อยเพียงใดนั้นกลับขึ้นทอเนื้อหาของนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดของกระบวนการแสวงหาความรู้นั้นคล้ายกับหนังสือที่ตีกระตุ่นให้ผู้อ่านเกิดแนวคิดต่อไปมากกว่าที่จะทำให้แนวคิดหยุดชะงักลง วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถให้ข้อเสนอแนะบางอย่างสำหรับผู้ที่ใช้วิธีการนี้ในการแสวงหาความรู้ทั้งยังให้แนวทางในการสำรวจจุดที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขในกรณีเมื่อเกิดความคิดพลตขึ้น แต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่อาจแทนที่การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ได้และไม่สามารถที่จะป้องกันความคิดพลตนานัปการที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะดำเนินการแสวงหาความรู้ได้ อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนหัวใจของวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์ แต่ถึงกระนั้นก็ต้องตระหนักไว้เลยว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์มิใช่จะเป็นวิธีการที่ผิดพลาดไม่ได้หรือล้าหลังแต่วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็เพียงพอสำหรับการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์นั้นอาจนำไปสู่ความผิดพลาดได้ แต่ในขณะเดียวกันสามารถปรับปรุงแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ ทั้งนี้โดยการประเมินผลผลิตของวิธีการและการวิเคราะห์วิธีวิธีการอย่างละเอียด วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถดำเนินการโดยปราศจากความรู้ที่จะใช้ควบคู่กันไม่ยิ่งความรู้ที่นำมาใช้นั้นจะได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนั้นการนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ยังจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคหรือวิธีการที่กำหนดขึ้นเฉพาะซึ่งใช้กับเนื้อหา นั้น ๆ เท่านั้นด้วย

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยเริ่มจากการพบปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง ดำเนินการทดลอง สังเคราะห์ความรู้และเกิด

เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการสอนคือ การอภิปรายก่อนการทดลอง ปฏิบัติการทดลอง และอภิปรายหลังการทดลอง

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาไว้ดังนี้

เปียเจต์ (Piaget. 1970 : 63) ได้อธิบายถึงความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคตาม ทัศนวิสัยทางค่านพัฒนาการในแง่ที่ว่า ความสามารถด้านนี้จะเริ่มพัฒนาการมาตั้งแต่ขั้นที่สาม คือ Stage of Concrete Operation เด็กที่มีอายุประมาณ 7 - 8 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ทดมาถึงระดับการพัฒนาขั้นที่สี่คือ Stage of Formal Operations เด็กจะมีอายุประมาณ 11 - 12 ปี และสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ เด็กสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่เกินนามธรรมขั้นซับซ้อนได้

กาเบ (Gagne. 1970 : 63) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาเป็นการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ของอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไปและใช้หลักการนั้นประสมประสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่า ความสามารถทางด้านการคิดแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้ประเภทหลักการนี้ของอาศัยหลักการเรียนรู้ประเภทโมโนติ กาเบได้อธิบายว่าเป็นการเรียนรู้ที่ของอาศัยความสามารถในการมองเห็นลักษณะรวมของสิ่งเร้าทั้งหลาย

กู๊ด (Good. 1973 : 518) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีดำเนินการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยากลำบากยุ่งยากหรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจสอบข้อสันนิษฐานใดสิ่งมีความเกี่ยวข้องกันปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นว่าเป็นจริงหรือไม่

บุญเลี้ยง พลอาวูช (2511 : 45) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือ การเปลี่ยนแปลงแบบแผนของพฤติกรรมของตนเองให้หลุดพ้นจากอุปสรรค เพื่อให้บรรลุจุดหมายปลายทางที่ต้องการและลักษณะของการแก้ปัญหามี 5 ประเภท คือ

1. การแก้ปัญหาเป็นการกระทำที่มีจุดมุ่งหมาย การกระทำที่ขาดจุดมุ่งหมายไม่นับว่าเป็นการแก้ปัญหา
 2. การแก้ปัญหา คือการเลือกวิธีที่เหมาะสมกับผู้ที่แก้ปัญหา ในแต่ละปัญหามีวิธีแก้ปัญหามากมาย ผู้ที่แก้ปัญหาจึงต้องเลือกเอาวิธีการที่เหมาะสมกับความสามารถและความต้องการ
 3. การแก้ปัญหามองอาศัยความรู้แจ้งเห็นจริงหรือความหยั่งเห็น (Insight) การแก้ปัญหแต่ละครั้งนั้นจะต้องศึกษาปัญหาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อนจึงจะสามารถแก้ปัญหานั้นได้เรียกว่า เกิดความคิดภายในหรือความหยั่งเห็น
 4. การแก้ปัญหามองเป็นการสร้างสรรค์ (Creative) อย่างหนึ่ง เมื่อแก้ปัญหาได้สำเร็จ ทำให้ผู้แก้ปัญหามีสติปัญญาสูงขึ้น
 5. การแก้ปัญหามองอาศัยความมุ่งหมาย
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์ (2528 : 259) ได้กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหามองเป็นความสามารถในการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมมาแก้ปัญหาที่ประสบใหม่
- จากความหมายของการแก้ปัญหามองกล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหามองเป็นพฤติกรรมแบบแผนหรือวิธีดำเนินการที่มุ่งยากซับซ้อนและต้องอาศัยความรู้ ความคิด ประสบการณ์ ตลอดจนขั้นตอนในการศึกษาปัญหาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

นิยามของปัญหา

เมเยอร์ และไฮด์เกอร์เคน (Mayer and Heidgerken. 1962 : 200) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ใด ๆ ที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการดำเนินงานที่สมาชิกชาวมนุษย์ได้มุ่งเป้าหมาย ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาจากสาเหตุและที่มาของปัญหานั้น ๆ ต้องดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อจัดปัญหาเหล่านั้นให้หมดสิ้นไป

บุญเลี้ยง พลอาวูช (2511 : 23) ได้สรุปนิยามของปัญหาและแยกประเภทของปัญหาไว้ดังนี้

1. ปัญหาต่าง ๆ มีลักษณะโดยส่วนรวม ดังนี้
 - 1.1 ปัญหา คือสิ่งที่ต้องแก้ (Solve) โดยมีจุดมุ่งหมาย
 - 1.2 ทางที่จะไปสู่จุดมุ่งหมายของปัญหานั้นมีอุปสรรคมาขัดขวาง

1.3 ในการแก้ปัญหาให้สำเร็จนั้น บุคคลจะต้องมีการ เปลี่ยนแปลงแบบแผนพฤติกรรม หรือต้องกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งเพื่อให้บรรลุถึงจุดหมายที่ต้องการ

2. ปัญหาที่ประสมอยู่ทุกวันนี้จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งเป็นปัญหาที่คนเราต้องพบและต้องแก้อยู่เสมอ โดยแต่ละคนอาจจะพบในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป บางครั้งก็สามารถแก้ปัญหาได้ บางครั้งก็ไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งปัญหาในชีวิตประจำวันนี้เกิดจากความต้องการที่จะทำการแก้ปัญหานั้นให้หมดสิ้นไปเป็นส่วนใหญ่

2.2 ปัญหาทางสติปัญญาเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากความต้องการอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์เป็นปัญหาที่ส่งเสริมให้คนฉลาดขึ้นเรื่อย ๆ และเป็นผลที่ก่อให้เกิดคนฉลาดขึ้นเรื่อย ๆ และเป็นผลที่ก่อให้เกิดความเจริญขึ้นได้ในหลาย ๆ ด้าน

จิตวิทยาในการแก้ปัญหา

ธอร์นไคค์ (Thorndike. 1965 : 192) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาและการนำเอาข้อเท็จจริงไปใช้ในการแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้สำเร็จในสถานการณ์หนึ่งไม่ได้หมายความว่า จะต้องแก้ปัญหาสถานการณ์อื่นได้เสมอไป การแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูกใช้กับปัญหาที่ยุงยากซับซ้อนใช้ เมื่อเผชิญปัญหาของไม่เห็นแนวทางหรือไม่อาจคิดหาวิธีการแก้ปัญหาก็ต้องใช้วิธีเคาะสุ่มหลายอย่างเพื่อหาวิธีการที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งธอร์นไคค์ได้ศึกษาพฤติกรรมการลองผิดลองถูกโดยใช้แมวกับกล่องปริศนาให้แมวอยู่ในกล่องข้างนอก มีอาหารวางล่อทางจากแมวซึ่งแมวไม่สามารถเอาเท้าออกมาเชยถึงได้ ในกล่องมีคันซึ่งถ้าแมวเหยียบคันประทุจะเปิดออกแมวก็จะสามารถออกมากินอาหารข้างนอกได้ ปรากฏว่าแมวลองผิดมากกว่า 24 ครั้ง จึงสามารถเรียนรู้ถึงวิธีการออกจากกล่องปริศนาได้

พรหม ชูชัย (2520 : 104) ได้กล่าวว่า การสอนให้เด็กสามารถแก้ปัญหานั้นจะต้องศึกษาและพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กควรมีสติปัญญา ความพร้อมมากน้อยเพียงใด จึงจะสามารถจัดการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับความสามารถของเด็ก /

ชม ภูมิภาค (2523 : 194) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหามีวิธีการที่เกี่ยวข้องกับจิตวิทยาการเรียนรู้ 2 ประการ คือการแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก (Trial and Error) และการแก้ปัญหโดยวิธีหยั่งเห็น

ประสาธ อิศรปริศา (2523 : 99) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาควมวิสัยการยังเห็น
ผู้แก้ปัญหาคือองอาศัยกระบวนการทางสติปัญญา การคิด การรับรู้ การแก้ปัญหาก็เริ่มด้วยการรับรู้
รูปร่างทั้งหมดของปัญหา พิจารณาความสำคัญของปัญหาแล้วเฝ้ามองหาหรือของทางที่จะ
แก้ปัญหาย่างกระฉับกระฉวย จากการทดลองของโคห์เลอร์ซึ่งได้ทำการทดลองกับลิงโคบายเอถึงซึ่ง
ไว้ในกรง เขากล้วยแขวนล่อไว้ ภายในกรงมีไม้ยาววางอยู่ปรากฏว่าลิงพยายามเอื้อมมือมาจับ
กล้วยแต่จับไม่ถึงต้องทำนานกว่าครึ่งชั่วโมงจึงเกิดการยังเห็นว่ามีไม้วางอยู่ในกรงนั้นมีประโยชน์
จึงได้เอามาใช้เกี่ยวแล้วเอามือเอื้อมจับกล้วยมากินได้แสดงถึงการ เกิดการยังเห็นวิธีการแก้ปัญหานี้

มณฑล ไตรรัตน์สิงหนตุล (2524 : 14) ได้กล่าวว่า ปัญหาแต่ละอย่างที่จะแก้ไขได้นั้น
ต้องอาศัยเวลา ปัญหาก็ยิ่งยากต้องคิดหาวิธีแก้ปัญหาคตามลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหาคคือดังนี้
กระบวนการ ดังนี้

1. เกิดแรงจูงใจที่จะแก้ปัญหาคจะทำให้เกิดความคิด
2. การรวบรวมข้อมูลที่จะแก้ปัญหาค
3. การมองเห็นช่องทางเพื่อจะแก้ปัญหาค
4. การใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาค
5. ทบทวนเพื่อยืนยันข้อสรุป

ลักษณะของการแก้ปัญหาค

การแก้ปัญหาคเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของคนให้หลุดพ้นจากอุปสรรคเพื่อให้บรรลุ
จุดมุ่งหมายที่ต้องการซึ่ง สุวนา พรพัฒน์กุล (2522 : 271 - 272) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาค
เป็นเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ทุกคนเคยเผชิญกับสภาพการณ์ที่เป็นปัญหามาแล้วและจะต้องพบกับปัญหาค
ต่าง ๆ อีกเป็นอันมากในชีวิต ปัญหาคบางประการก็ไม่สามารถรับมือมากนักก็สามารถแก้ปัญหาคได้ แต่
บางปัญหาคก็สลับซับซ้อนมากยากแก่การแก้ไขปัญหาคนั้นได้สำเร็จ การคิดเฝ้ามองคืประกอบสำคัญยิ่งต่อ
การแก้ปัญหาค ยิ่งปัญหาคสลับซับซ้อนมากก็ยิ่งอาศัยการคิดมาก

วิธีการและขั้นตอนของการแก้ปัญหาค

การแก้ปัญหาคนี้มีอยู่หลายวิธีด้วยกันซึ่ง สำเริง บุญเรืองรัตน์ (2520 : 4 - 5) ได้
กล่าวถึง System Approach ซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาคอีกรูปแบบหนึ่งมี 8 ขั้นตอน คือ

1. ชี้นิยามปัญหา
2. ชี้นักวิจัยประสงค์
3. ชี้นสร้างเครื่องมือไว้ใช้ตรวจสอบผล
4. ชี้นเลือกหาวิธีการที่จะปฏิบัติ
5. ชี้นเลือกวิธีการที่สะดวกมาดำเนินงาน
6. ชี้นการทดลอง
7. ชี้นการวัดผลและประเมินผล
8. ชี้นปรับปรุงและขยายการปฏิบัติงาน

สุรชัย ประเสริฐรวย (2522 : 135 - 138) ได้กล่าวว่า กระบวนการกลุ่มเป็นวิธีการแก้ปัญหาวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพมากในการแก้ปัญหา ความคิดที่ได้ถือเป็นการระดมพลังสมองเพื่อใช้ในการแก้ปัญหามีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สมาชิกในกลุ่มต้องตกลงกันเพื่อการดำเนินการอย่างมีระบบระเบียบซึ่งมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา
2. การรวบรวมข้อมูล
3. การวิจัยและวิเคราะห์สาเหตุ
4. การระดมสมอง
5. การอภิปรายวิธีแก้ไข
6. การตัดสินใจเลือกวิธีแก้ไข
7. การวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาย่างละเอียด
8. ขั้นตอนปฏิบัติการ
9. การประเมินผล

การแก้ปัญหาคือการหาทางแก้ไขใด ๆ หากสมาชิกในกลุ่มได้ดำเนินงานอย่างมีระบบระเบียบแล้วงานนั้นก็จะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขั้นตอนทั้ง 9 ขั้น ดังกล่าวมีหลักใหญ่ ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาคือทุกสถานการณ์เรียกว่า วิธีการ 5 G's คือ

Group Objective วางเป้าหมาย

Group Discussion อภิปราย

Group Decision ตัดสินใจตกลง

Group Action ลงมือทำงาน

Group Evaluation ประเมินผล

ทองทิพย์ วรรณพัฒน์ และคนอื่น ๆ (2522 : 73) ได้กล่าวว่า วิธีการแก้ปัญหาตาม
วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตั้งปัญหาหรือการกำหนดขอบเขตของปัญหา
2. ขั้นตั้งสมมติฐาน
3. ขั้นทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล
5. ขั้นสรุปผล

ชม ภูมิภาค (2523 : 163) ได้เสนอรูปแบบของการแก้ปัญหาออกเป็น 2 วิธี คือ

1. การแก้ปัญหาระดับง่าย การแก้ปัญหาระดับนี้ไม่ต้องพิจารณามาก ไม่มีพิธีรีตองอันยุ่งยาก
ให้ตัดสินใจและการแก้ปัญหาก็สามารถทำได้ทันที เช่น วันนี้จะสวมเสื้อสีอะไรไปโรงเรียน จะเดิน
หรือจะขึ้นรถไป เป็นต้นจะรับประทานข้าวกับอะไร เป็นต้น

2. การแก้ปัญหาระดับซับซ้อนเป็นการแก้ปัญหาระดับยากต้องใช้เวลาและความพยายาม บางครั้ง
ต้องพบกับความเครียดมาก ปัญหาระดับนี้ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย บางปัญหาก็เป็นปัญหาใหม่
การแก้ปัญหาระดับซับซ้อน ถ้าจะให้มีความรู้และประสบผลสำเร็จจะต้องใช้วิธีการที่เรียกว่า กระบวนการ
แก้ปัญหา

ไมอัมมิก อับดุลกาเดร์ (2517 : 42 - 43) ได้กล่าวว่า การระดมพลังสมองจัดขึ้นเพื่อให้
ให้สมาชิกในกลุ่มทุกคนได้ออกความคิดเห็นโดยไม่ต้องคำนึงว่าความคิดเห็นนั้น ๆ จะใช้ได้หรือไม่ ควร
กระตุ้นให้สมาชิกทุกคนรู้สึกว่ามีอิสระที่จะพูดและแสดงความคิดเห็นของตนโดยมีความมุ่งมั่นเพื่อให้
สมาชิกในกลุ่มได้ใช้ความคิดในมากที่สุด ส่งเสริมความคิดเชิงปฏิบัติของแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้เกิด
ความคิดริเริ่ม คล้ายคลึงปัญหาที่พบทางกัน การระดมพลังสมองมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ประธานอธิบายวิธีการและเลือกผู้เขียนข้อเสนอของสมาชิกแต่ละคน
2. อภิปรายข้อเสนอต่าง ๆ ตามลำดับว่าข้อใดใช้ได้หรือไม่เหมาะสมหรือไม่ ถ้าหาก
เหมาะสมก็จะนำไปแก้ปัญหที่กำลังประสบอยู่

การเรียนรู้การสอนกับการแก้ปัญหา

วิธีสอนแบบต่าง ๆ ซึ่งเป็นวิธีสอนแบบแก้ปัญหาโดยมีลักษณะเป็นขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา เช่น วิธีสอนแบบแก้ปัญหา วิธีสอนแบบโครงงาน วิธีสอนแบบทดลอง วิธีสอนแบบค้นพบ วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น เป็นวิธีที่นำความรู้มารวมกันเพื่อจัดสถานการณ์หรือกิจกรรมให้เหมือนกับชีวิตจริง ความสามารถในการแก้ปัญหามักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สติปัญญา ความรู้ อารมณ์ ประสบการณ์ การตั้งใจและวิธีการแก้ปัญหการเรียนรู้การสอนเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การแก้ปัญหาคิดขึ้น (จักรทอง เบ้าจรรยา. 2527 : 12 - 16)

สาขานุศุล สมประสงค์ (2523 : 67 - 90) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้เด็กเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาได้ ดังนี้

1. จัดสถานการณ์ที่เป็นสถานการณ์ใหม่ ๆ และมีวิธีแก้ปัญหามากมาย วิธี โดยให้ผู้เรียนฝึกฝนในการแก้ปัญหามาก ๆ
2. ปัญหาที่ผู้สอนได้มอบหมายให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนนั้น นอกจากจะเป็นปัญหาใหม่สำหรับผู้เรียนยังไม่เคยประสบมาก่อนแล้วก็ควรเป็นปัญหาที่ไม่พ้นวิสัยของผู้เรียนหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าปัญหานั้นต้องอยู่ในกรอบของทักษะทางเชาว์ปัญญาของผู้เรียน
3. การฝึกแก้ปัญหานั้นผู้สอนควรจะได้แนะให้ผู้เรียนได้พิจารณาให้แตกก่อนว่าเป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร ถ้าเป็นปัญหาใหญ่ก็แตกออกไปเป็นปัญหาย่อย ๆ แล้วจึงฝึกแก้ปัญหาย่อยแต่ละปัญหา
4. จิตบรรยากาศของการเรียนการสอนหรือสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นสภาพภายนอกของผู้เรียนให้สามารถฝึกฝนได้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกว่าเขาสามารถคิดค้นเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้าง
5. ให้โอกาสผู้เรียนได้คิดอยู่เสมอ
6. การฝึกฝนแก้ปัญหามือถือหรือการแก้ปัญหาคิด ๆ ผู้สอนไม่ควรจะบอกวิธีแก้ปัญหาคำตรง ๆ เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่ได้ใช้วิธีการคิดแก้ปัญหาค้นพบตนเอง

อารมณ์ สุวรรณपाल (2523 : 55 - 57) ได้กล่าวว่า สภาพะสำหรับการแก้ปัญหาของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนแก้ปัญหามาก ๆ ได้ต้องมีเงื่อนไขในการแก้ปัญหาคือ

1. สภาพภายใน เป็นลักษณะที่ผู้เรียนมีความคล่องทางปัญญา มีความรวดเร็วในการพิจารณาความแตกต่าง มีความรวดเร็วในการตั้งสมมติฐาน มีความสามารถในการระลึกกฎต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การแก้ปัญหาง่ายและรวดเร็ว

2. สภาพภายนอก ได้แก่ การสื่อความหมายซึ่งเป็นเงื่อนไขอีกประเภทหนึ่ง ช่วยแก้ปัญหาของผู้เรียน การสื่อความหมายในที่นี้ คือการสอน การใช้ภาษา การถามคำถาม สิ่งเหล่านี้จะกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกกฎที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาต่าง ๆ

3. พฤติกรรมเป็นลักษณะเฉพาะที่ผู้เรียนสามารถสร้างแนวการใช้กฎเกณฑ์ที่ซับซ้อนเพื่อแก้ปัญหาใหม่โดยอาศัยการเชื่อมโยงความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้วสรุปกฎของการแก้ปัญหานั้นแต่ละครั้งไว้เพื่อถ่ายโยงการแก้ปัญหานั้นไปใช้ใหม่ในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน

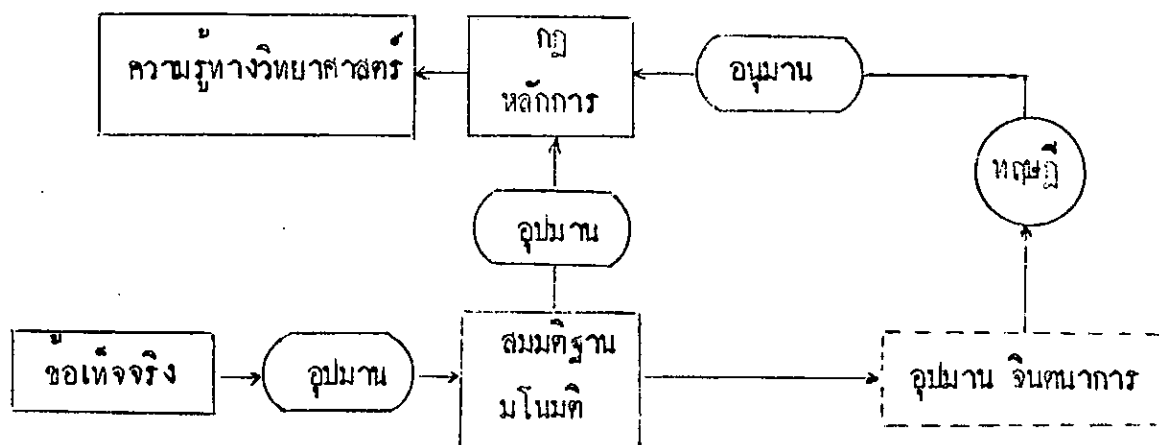
ไฮนิก (Heinig. 1981 : 61) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้โดยครูต้องจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำ กิจกรรมที่ควรจัดเป็นกิจกรรมแบบปลายเปิดซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดเห็นของตนเพื่อสังเคราะห์เรื่องราวเป็นเรื่องใหม่ สิ่งใหม่ สถานการณ์หรือกิจกรรมที่จัดขึ้นสำหรับนักเรียนควรจะให้ได้แก้ปัญหาซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้คาดคะเน ทั้งสมมติฐาน ทดสอบสมมติฐาน บางครั้งนักเรียนต้องหาทางเลือกใช้ความคิดใหม่ ๆ และจินตนาการเพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ

แชฟเทล (Shaftel. 1982 : 31) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหเป็นกระบวนการค้นพบตัวปัญหา คือสถานการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นกับบุคคลโดยที่สถานการณ์นั้นเป็นอุปสรรค ดังนั้น ผู้ที่แก้ปัญหาก็จะต้องมีความคิดและพฤติกรรมใหม่ ๆ ในการเรียนการสอนเพื่อฝึกให้ความสามารถในการแก้ปัญหาก็จะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิด ทั้งสมมติฐาน เก็บข้อมูลด้วยตนเองและลงข้อสรุปทั้งหลักการเองทุกอย่าง การกระทำดังกล่าวนี้จะเป็นการสร้างเจตคติต่อการแสวงหาความรู้และได้ใช้ความคิดหลาย ๆ ทางซึ่งจะทำให้เป็นคนฉลาดและมีเหตุผล

จากเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์เป็นการใช้กระบวนการคิดตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า เพื่อที่จะได้ค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูจะต้องใช้สถานการณ์สอนให้นักเรียนคิดค้นพบตัวปัญหา ทั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง และเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 1 - 15) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิตทางวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกิดขึ้นหลังจากที่ได้มีการใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ดำเนินการสืบเสาะและตรวจสอบจนเป็นที่เชื่อถือได้ ความรู้นั้นจะถูกรวบรวมไว้เป็นหมวดหมู่ซึ่งสรุปได้ดังนี้ (สมจิต สวชนไพมูลย์. 2526 : 9)



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้น การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้รู้ทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะต้องวัดผลทั้งสองส่วนเพื่อความสะดวกในการประเมินผล (ประวิตร ชูศิลป์. 2524 : 21 - 31) เพื่อนำไปสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับเป็นเกณฑ์วัดผลว่า นักเรียนได้เรียนรู้ไปมากน้อยหรือลึกซึ้งเพียงใด ดังนี้ (หอมวล ใจชู. 2529 : 45)

1. ความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนมติ หลักการ ทฤษฎี
2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ได้ เชื่อมปรากฏการณ์ในรูปแบบใหม่และความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปยังสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ทักษะการสังเกต การวัด การจัดจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์

ระหว่างสเปกกับสเปสและสเปกกับเวลา การคำนวณ การจักรกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความคิดเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การออกแบบและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

4. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนกับความสามารถในการแก้ปัญหา

งานวิจัยในต่างประเทศ

เนเบอร์ (Nabor. 1975 : 3241-A) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในระดับเกรด 5 และเกรด 6 โดยใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Education Progress : Science วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและใช้แบบทดสอบ Iowa Test of Basic Skill Form 5 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนเกรด 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนเกรด 5
2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

3. นักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความสามารถในการแก้ปัญหาไม่แตกต่างกัน

เคลเลอร์เฮาส์ (Kellerhouse. 1975 : 5781-A) ได้ทำการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนระดับเกรด 1 และเกรด 2 จำนวน 120 คน จากโรงเรียนในนิวยอร์กโดยแยกเป็นกลุ่มที่ไร้ทัศนูปกรณ์ช่วยกับกลุ่มที่ไม่ไร้ทัศนูปกรณ์ช่วย สำหรับปัญหาที่เป็นปัญหาคณิตศาสตร์ 20 ข้อ แยกเป็น 2 พวก คือ 10 ข้อแรกเป็นปัญหาที่ประกอบด้วยคำศัพท์ที่แตกต่างกัน ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

1. นักเรียนเกรด 2 ทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนเกรด 1
2. นักเรียนเกรด 1 สามารถแก้ปัญหาคือข้อที่ซ้ำ ๆ กันได้ดีกว่าข้อที่ซับซ้อนแตกต่างกัน
3. การใช้ทัศนูปกรณ์ช่วยไม่มีผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนทั้ง 2 ระดับ

เทรเวอร์ (Travers. 1979 : 4104-A) ได้ศึกษาว่า นักเรียนชอบแก้ปัญหา สถานการณ์ทางเศรษฐกิจ - สังคม วิทยาศาสตร์ - จักรกล ปัญหาสถานการณ์ที่เป็นนามธรรม เรียงตามลำดับและเห็นว่าปัญหาที่สอดคล้องเกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนจะชอบแก้ปัญหามาก

เชอร์มัน (Sherman. 1977 : 519) ได้ศึกษาคาสหสัมพันธ์ภายในคุณลักษณะ 3 อย่าง ในการแก้ปัญหา คือในการเตรียมพร้อมของการแก้ปัญหา ความสามารถในการเสนอวิธีแก้ปัญหาและความสามารถในการประเมินผลการแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาวิจัยเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาจำนวน 127 คน หญิง 66 คน ชาย 61 คน ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถทั้ง 3 อย่าง ต่างก็มีความสัมพันธ์กัน

ชอว์ (Shaw. 1977 : 5227-A) ได้ศึกษาวิธีการฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาซึ่งสามารถส่งผลมาถึงทักษะการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ชอว์ กำหนดให้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะการแก้ปัญหาโดยแบ่งกลุ่มเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองใช้วิธีฝึกกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 24 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมไม่ฝึก เมื่อครบ 24 สัปดาห์แล้วนำเครื่องมือด้านวิทยาศาสตร์และสังคมศึกษาไปทดสอบ ผลปรากฏว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงค่าทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหามีสอนโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการเหล่านั้นจะถ่ายทอดไปยังเนื้อหาวิชาสังคมศึกษาได้

ฮอลล์ (Hall. 1977 : 6324 - 6325-A) ได้ศึกษาผลของการสอนวิเคราะห์แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5 จำนวน 60 คน ซึ่งแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมอย่างละ 30 คน แต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เก่ง (Good Estimators) 15 คน กลุ่มทดลองได้เรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์เป็นเวลา 8 ชั่วโมง 30 นาที แล้วทำการวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ได้ดีกว่า

1. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เก่งทางวิเคราะห์กับนักเรียนที่ไม่เก่งทางวิเคราะห์ ผู้ที่วิเคราะห์ได้ดีกว่าจะแก้ปัญหาได้ดีกว่า
2. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างนักเรียนที่ได้รับการสอนในการวิเคราะห์และไม่ได้รับการสอนการวิเคราะห์
3. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของการกระทำของนักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์สูงและนักเรียนที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ต่ำ

คลาร์กสัน (Clarkson. 1979 : 4101-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทักษะการแปลความหมายในวิชาคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้ปัญหาและศึกษาว่า นักเรียนจะใช้การแปลความหมายในการแก้ปัญหาหรือไม่ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนปีที่ 1 ที่เรียนพิเศษคณิตจำนวน 5 ห้องเรียน นำมาทดสอบความสามารถในการแปลความหมาย 3 แบบ คือสัญลักษณ์ที่เป็นภาษา สัญลักษณ์ที่เป็นสัญลักษณ์และสัญลักษณ์ที่เป็นรูปภาพแล้วนำคะแนนไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ปรากฏว่าการแปลความหมายทั้ง 3 แบบ มีความสัมพันธ์กับการแก้ปัญหา และการแปลความหมายที่ต่างกันจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่าทักษะในการแปลความหมายเป็นจะต้องมีความยืดหยุ่นในการแปลความหมาย

งานวิจัยในประเทศ

พิสุทธิ บุญเจริญ (2522 : 1 - 85) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับความสามารถในการแก้ปัญหากลุ่มของการสอนด้วยชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามปกติในวิชาภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านทะเลาย อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 95 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 49 คน และกลุ่มควบคุม 46 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูที่สอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วรพงศ์ วรณศิลป์ (2522 : 1 - 36) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนในสังกัดกรมสามัญศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 3 โรงเรียน คือวัดสุทธิวราราม สายน้ำผึ้ง หอวัง จำนวนทั้งหมด 130 คน และผลของการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยตลอดทั้งภาคเรียนสูงและต่ำมีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อานวย เลิศขยันดี (2523 : 91 - 122) ได้ศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางสมอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนรัฐบาลในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความสามารถทางสมองมีความสัมพันธ์กันสูงมาก ความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงเช่นเดียวกัน ตัวแปรที่จกมีความสัมพันธ์กันดีที่สุดกับความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์หลักการ ความรู้ - ความจำในเนื้อหาวิชา ความรู้ - ความจำในวิธีดำเนินการ ความเข้าใจในการแปลความ ความเข้าใจในการขยายความ ส่วนตัวแปรทางด้านความถนัดทางการเรียนที่มีความสัมพันธ์ที่สุดกับความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คือตัวเลข อ่านไทย ความจำ การจัดประเภท

พยอม ทัมมณี (2524 : 53) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอบด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิดวิจารณ์ญาณและความสามารถในการแก้ปัญหาให้เขินมากกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และผู้เรียนที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหาและรูปแบบทั่วไปจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษา ความคิด วิจารณ์ญาณ และความสามารถในการแก้ปัญหาจากการสอบครั้งหลังเพิ่มขึ้นมากกว่าการสอบครั้งแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กนกพร มีครุฑ (2525 : 77 - 88) ได้ศึกษาค้นคว้าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อ่านพุทธิวิธีและด้านความสามารถในการแก้ปัญหาจากการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมสไลด์ - เทปอัดโมดิ

ที่น่าสนใจโดยวิธีค้นพบด้วยตนเอง พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม สไลด์ - เทปอัดโน้ตมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พรทิพย์ พรหมสาขา ณ นคร (2527 : 58 - 67) ได้วิจัยเกี่ยวกับผลของการสอนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี นักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแก้ปัญหาโดยทฤษฎีบทพีทาโกรัส กลุ่มทดลองได้รับการสอนเน้นทักษะการแปลความหมายโจทย์และแก้ปัญหาโดยอิสระ ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเน้นทักษะการแปลความหมายโจทย์กับกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเน้นการแก้ปัญหามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเน้นทักษะการแปลความหมายโจทย์กับกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเน้นการแก้ปัญหามีความแตกต่างกันอย่างไม่เป็นนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมพงษ์ ตระกูลพันธุ์ (2527 : 48 - 52) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ทฤษฎีพีทาโกรัสและความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่น่าสนใจเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน จากโรงเรียนพิชัยราษฎร์ จังหวัดชุมพร กลุ่มทดลองได้รับการเรียนจากบทเรียนที่น่าสนใจเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวน กลุ่มควบคุมเรียนจากบทเรียนโปรแกรมที่น่าสนใจเนื้อหาแบบบรรยาย ผลการวิจัยปรากฏว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่น่าสนใจเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่น่าสนใจเนื้อหาแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สมหวัง ชัยทามล (2528 : 82 - 86) ได้ศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยวิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ความสามารถด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาวิชาสังคมศึกษาหลังการเรียนของนักเรียน
กลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 2. ความสามารถด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาหลังการเรียน
ของนักเรียนกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
 3. นักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนโดยวิธีการบวนการกลุ่มสัมพันธ์มีความสามารถด้านทักษะ
การคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาสูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยการสอนตามปกติ
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
 4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีสอนและระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่อความสามารถด้านทักษะ
การคิดแก้ปัญหาทางการเรียนวิชาสังคมศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- ทอมวอล โจฮ์น (2529 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน
ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและ
ระหว่างครูกับนักเรียนพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน กลุ่มที่ได้รับ
การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อุทัย บุญชาติ (2529 : 60) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิง
วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยชุดการเรียนด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. พบว่า นักเรียน
ที่เรียนโดยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์
สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับวิธีสอนการจัด
กิจกรรมการเรียนการสอน ควรฝึกให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาอย่างมีหลักการและใช้
เหตุผลอยู่เสมอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นการระบุแนวทาง
แก้ปัญหาปรับปรุงใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
ตลอดจนการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอีกด้วย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในต่างประเทศ

นอร์วอล (Norval. 1976 : 4164-A). ได้ศึกษาบทบาทของวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อการคิดแบบต่าง ๆ ใช้วิธีสอนปรับปรุงมาจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของบุคคลแน โดยให้นักเรียนเกรด 5 ในเมืองคีทรอยด์ จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ใช้เวลาทดลองสอนติดต่อกัน 3 ปี และวัดความสามารถในการคิดทุก ๆ ปี รวม 3 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนกับกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปี ค.ศ. 1962 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในปี ค.ศ. 1964 กลุ่มทดลองมีความสามารถคิดวิเคราะห์ คิดแบบจำแนกประเภท คิดแบบโยงความสัมพันธ์ แตกต่างกันจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนการคิดแบบสรุปอ้างอิงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และในปี ค.ศ. 1965 การคิดทุกประเภทแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลต่อการคิดแบบต่าง ๆ ของนักเรียน

โอลารินอย (Olarinoye. 1974 : 4848-A) ได้ทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลการสอน 3 แบบ คือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะทาง (Guided Inquiry) การสอนปกติ (Treditional) และแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) ใช้วิธีฟิสส์ โดยให้กลุ่มควบคุมได้รับการสอนปกติ กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนะแนวทางและกลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

เดวิส (Davis. 1976 : 4164-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ทางตำรา (Espository-Test Approach) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 103 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน ซึ่งได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้การเรียนชี้แนะแนวทาง กลุ่มควบคุม 52 คน

ได้รับการสอนแบบควบคุมความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

งานวิจัยในประเทศ

ปรีชา กล่ำรัมย์ (2526 : 70 - 83) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามความคิดรวบยอดและคำศัพท์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพ กลุ่มควบคุมเรียนโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้อุปกรณ์การสอน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์และความคงทนของความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ด้านความคิดรวบยอดทางทฤษฎีและความคงทนของความคิดรวบยอดทางทฤษฎีของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ด้านศัพท์กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

ยงบุษย สายคง (2527 : 68) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมแบบกำหนดแนวทางและไม่กำหนดแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดกิจกรรมแบบไม่กำหนดแนวทางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

ปราโมทย์ แก้วสุข (2528 : 86 - 87) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแนวคิดแก้มัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะ การตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์การสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นทักษะการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แนวคิดแก้มัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามความรู้ความจำ ความนำไปใช้และความถนัดคิดค้นควหาแนวทางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01

ชาบุชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ทำการศึกษาการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปราย ตามคู่มือครู ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้รูปภาพ และแผนภูมิมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์ วิทยาศาสตร์และโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกทักษะ การตั้งสมมติฐานโดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์กับโดยใช้รูปภาพและแผนภูมิมีความคิดสร้างสรรค์ทาง วิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน

หอมหวล ใจซื่อ (2529 : 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียน ควบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและระหว่าง ครูกับนักเรียนพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นว่า วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นอกจาก จะส่งเสริมวิธีการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแล้วยังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในการ วิจัยครั้งนี้ โดยเน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาเพิ่มเติมให้แก่เด็กเรียน

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 148 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 74 คน โดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่มมา 2 ห้อง จึงได้มาเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลองเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

กลุ่มควบคุมเรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องการใช้พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า กระทำในปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 2 ใช้เวลาทดลอง 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดลองวันละ 2 คาบ สัปดาห์ละ 2 วัน รวมเป็นเวลา 5 สัปดาห์

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ประกอบด้วย

1. แผนการสอน

1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงานซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ตามลำดับต่อไปนี้

1. การสร้างแผนการสอน

1.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาลงโดยศึกษาจากคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 2 และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 เรื่อง การใช้พลังงาน จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดสถานการณ์ที่เป็นข้อความและ/หรือรูปภาพ ซึ่งครูจะเป็นผู้ระบุปัญหา ทั้งสมมติฐานและกำหนดวิธีทำการทดลองให้แก่ นักเรียน

1.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

1.2.1 ศึกษาจุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชาและขอบข่ายของเนื้อหาวิชาจากหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ของกระทรวงศึกษาธิการที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแผนการสอนจากหนังสือคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 4 เรื่องการใช้พลังงาน จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดสถานการณ์ที่เป็นข้อความและ/หรือรูปภาพให้นักเรียนระบุปัญหา ทั้งสมมติฐานและออกแบบการทดลอง โดยครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน

1.2.3 วิเคราะห์จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนและมโนคติจากเนื้อหาวิชาที่เลือกใช้ในการทดลอง

1.2.4 สร้างแผนการสอนทั้งหมด 20 คาบ

1.2.5 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นตรวจสอบแก้ไขเพื่อนำข้อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

1.2.6 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาข้อบกพร่องเกี่ยวกับเวลา สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นและปริมาณของเนื้อหา

1.2.7 นำแผนการสอนที่ทดลองใช้แล้วมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้เป็นแผนการสอนที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้ในการวิจัย

จากรายละเอียดในการสร้างแผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสรุปได้ดังนี้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา
<u>การอภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. เริ่มต้นจากครูระบุปัญหาให้นักเรียน เพื่อนำเข้าสู่การทดลอง 2. ครูอธิบายวิธีการทำการทดลองซึ่งเป็นวิธีทำการทดลองในหนังสือเรียน และวิธีใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ สารเคมี ครูเตือนให้นักเรียนทำการทดลองอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ขณะทำการทดลอง	<u>การอภิปรายก่อนการทดลอง</u> 1. เริ่มต้นจากนักเรียนกับนักเรียนและ/หรือครูพยายามอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ครูได้กำหนดให้ เพื่อระบุปัญหาที่พบแล้วรวบรวม (ศึกษา) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เช่น ตัวแปรที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวแปรต้น 2. ต่อกจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน เพื่ออภิปรายถึงปัญหาที่พบและสรุปปัญหาที่พบให้เป็นเพียงปัญหาเดียว รวมถึงตัวแปรที่จะศึกษาและการตั้งสมมติฐานเพื่อนำไปสู่แนวทางแก้ปัญหา 2.1 ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้ เพื่อนำไปสู่การหาแนวทางแก้ปัญหา 2.2 ให้นักเรียนกำหนดคินยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร 2.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน เพื่ออภิปรายถึงสมมติฐานและนิยามเชิงปฏิบัติการและสรุปสมมติฐานและนิยามเชิงปฏิบัติการให้เหมือนกัน

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา
	3. ครูให้นักเรียนทุกคนช่วยกันออกแบบการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้ 3.1 ให้นักเรียนระบุวิธีดำเนินการทดลอง โดยบอกวิธีดำเนินการทดลองแต่ละขั้น ให้วัตถุ อุปกรณ์ สารเคมีที่ใช้ วิธีควบคุมตัวแปร ขั้นนี้ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม เพื่อพิจารณาว่าวิธีดำเนินการทดลองที่คิดขึ้นนั้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ 3.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนกลุ่มละ 1 คน มาอภิปรายเพื่อหาข้อสรุปว่าควรใช้วิธีดำเนินการทดลองแบบใดในการทดสอบสมมติฐานและเก็บรวบรวมข้อมูล 3.3 ให้ตัวแทนนักเรียนที่มาจากกลุ่มต่าง ๆ มารวมกลุ่มกันใหม่ เพื่อนำอภิปรายวิธีดำเนินการทดลองที่ได้ช่วยกันสรุปไว้อีกครั้งหนึ่งก่อนทำการทดลอง 4. ครูกำหนดอุปกรณ์และสารเคมีที่จำเป็นต้องใช้ในการทดลอง ซึ่งจะมีรูปภาพของอุปกรณ์ หรืออุปกรณ์วิธีใช้ อุปกรณ์ ประโยชน์ของอุปกรณ์

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา	การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา
<u>ปฏิบัติการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์การทดลอง 2. นักเรียนเริ่มทำการทดลอง <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในหนังสือเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง 2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน 3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด	เช่น เทอร์โมมิเตอร์ จะมีรูปภาพและบอกว่าใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ วิธีใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของของเหลวในภาชนะ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาแนวทางแก้ปัญหาเมื่อกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้ <u>ปฏิบัติการทดลอง</u> 1. ให้นักเรียนส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์การทดลองและบัตรงานหัดคำถามไว้ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความคิดขณะทำการทดลอง 2. นักเรียนเริ่มทำการทดลอง <u>อภิปรายหลังการทดลอง</u> 1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในหนังสือเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง 2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน 3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลและการสร้างข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ศึกษาความหมาย ทฤษฎีและหลักการของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ เวียร์ (Weir. 1974 : 16 - 18)

2.3 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยคัดแปลงจากของเวียร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 แบบทดสอบฉบับนี้มีจำนวน 8 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน

2.3.2 ในแต่ละข้อจะกำหนดสถานการณ์มาให้และมีข้อบ่งชี้จำนวน 4 ข้อ

ซึ่งเหมือนกัน คือ

ข้อบ่งชี้ 1 ให้นักเรียนระบุปัญหา

ข้อบ่งชี้ 2 ให้นักเรียนวิเคราะห์ปัญหา

ข้อบ่งชี้ 3 ให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหา

ข้อบ่งชี้ 4 ให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์

2.3.3 ในแต่ละข้อบ่งชี้จะมีตัวเลือกให้นักเรียนเลือกตอบ 4 ตัวเลือก คือ ก ข ค และ ง ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

2.4 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสม

2.5 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่ผ่านการเรียนเรื่องการใช้พลังงานมาแล้ว

2.6 หลังจากทดลองแล้ว นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาตรวจให้คะแนน โดยคำตอบที่ถูกต้องที่สุดให้ 1 คะแนน คำตอบอื่น ๆ ให้ 0 คะแนน จากข้อบ่งชี้แต่ละข้อ

2.7 นำผลการตรวจให้คะแนนของแบบทดสอบมาหาค่าอำนาจจำแนกโดยเรียงคะแนนจากต่ำสุดไปน้อยที่สุด กำหนดเอา 25 % ของกลุ่มสูงและ 25 % ของกลุ่มต่ำ มาคำนวณหาค่า r แล้วเลือกข้อความที่มีค่า r ตั้งแต่ 1.75 ขึ้นไปไว้

2.8 หาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

2.9 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ไปใช้จริงต่อไป

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผลประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์

3.2 ศึกษาจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงานเพื่อสร้าง
ตารางวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับพฤติกรรมด้านความรู้-ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และการนำไปใช้

3.3 สร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบคุณานตาม
ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรม แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ
ทางการสอนวิชาวิทยาศาสตร์รวม 3 ท่านตรวจ เพื่อนำมาหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยใช้
ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ แล้วเลือกเอาข้อสอบที่มีดัชนีความเที่ยงตรงตาม
เนื้อหาตั้งแต่ .5 ขึ้นไปไว้ (บุญเชิด วิทยุณันตพงษ์. 2526 : 89 - 91)

3.5 นำแบบทดสอบที่เลือกไว้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน
หนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี ที่ไม่ใช่อีกกลุ่มตัวอย่าง แต่
ผ่านการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มาแล้วจำนวน 100 คน

3.6 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน โดยมีเกณฑ์แต่ละข้อดังนี้ ถ้านักเรียนตอบถูก
ให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือเว้นไม่ตอบหรือเลือกตัวเลือกเกิน 1 ตัวเลือกให้ 0 คะแนน แล้วจึง
วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ โดยใช้
เทคนิค 27 % ของ ฟาน (Fan. 1952 : 6 - 32) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p)
ตั้งแต่ .20 - .80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไปไว้

3.7 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบที่เลือกไว้ โดยใช้สูตรของ คูเตอร์ ริชาร์ดสัน
KR-20 (ลวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

3.8 นำแบบทดสอบไปใช้จริงต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าเชิงทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการโดยใช้แผนการวิจัยแบบ Randomized Control Group Pretest - Posttest Design (ฉนวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 216) ซึ่งแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
ER	T_1	X	T_2
CR	T_1	$\sim X$	T_2

เมื่อ R	แทน การกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
E	แทน กลุ่มทดลอง
C	แทน กลุ่มควบคุม
T_1	แทน การสอบก่อนการทดลอง
T_2	แทน การสอบภายหลังจากการทดลอง
X	แทน การจัดกระทำกลุ่มทดลอง
$\sim X$	แทน การจัดกระทำกลุ่มควบคุม

ในการทดลองตามแผนการวิจัยครั้งนี้ หลังจากได้เลือกกลุ่มตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ทำการทดสอบก่อนการทดลองทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
2. แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
3. ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่ม ซึ่งใช้เนื้อหาเดียวกัน ระยะเวลาในการสอนเท่ากัน กลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที โดยที่

3.1 กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทาง
แก้ปัญหา

3.2 กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทาง
แก้ปัญหา

4. ทำการทดสอบหลังเรียนเพื่อนักเรียนทั้งสองกลุ่มได้เสร็จสิ้นการเรียนที่กำหนดไว้
ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5. ทรวผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการ
ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุมโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (Analysis of Covariance) โดยใช้
คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็นตัวแปรรวม

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยคำนวณจากสูตร (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 64)

2. หาค่าความแปรปรวนของคะแนนคำนวณจากสูตร (จวน สายยศ และอังคณา
สายยศ. 2528 : 64)

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยคำนวณจากสูตร (จวน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 170 - 171)

$$d = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ d แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 s_i^2 แทน คะแนนความแปรปรวนเป็นรายข้อ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์โดย
 ใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ p แทน สัดส่วนของผู้ทำได้ในข้อหนึ่ง ๆ = $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำได้}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$
 n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ
 s_t^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5. หาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 ใช้เทคนิค 27 % ของ ฟาน (Fan. 1954 : 1 - 32)

6. หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
 โดยแบ่งกลุ่มคะแนนสูง 25 % และกลุ่มคะแนนต่ำ 25 % (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.
 2528 : 185)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{s_H^2}{N_H} + \frac{s_L^2}{N_L}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution
 $\bar{X}_H$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$	แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนของกลุ่มต่ำ
s_H^2	แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มสูง
s_L^2	แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มต่ำ
n_H	แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง
n_L	แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

7. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม คำนวณจากสูตร (ลำน สายยศ และอังภา สายยศ. 2528 : 125)

$$F = \frac{MS'_b}{MS'_w}$$

เมื่อ MS'_b แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับคะแนนแล้วระหว่างกลุ่ม

MS'_w แทน คะแนนความแปรปรวนที่ปรับคะแนนแล้วภายในกลุ่ม

ในการคำนวณใช้คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

เป็นตัวแปรรวม

8. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้ t-test แบบ Independent (ลำน สายยศ และอังภา สายยศ. 2528 : 84)
(*paired version*)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{X}_1$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

$\bar{X}_2$ แทน คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

n_1 แทน ขนาดของกลุ่มทดลอง

n_2 แทน ขนาดของกลุ่มควบคุม

s_1^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

s_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน คะแนนเฉลี่ย
s^2	แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนน
F	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน F-distribution
MS_b	แทน ค่าปรับแล้วของค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนนระหว่างกลุ่ม
MS_w	แทน ค่าปรับแล้วของค่าคะแนนของผลบวกกำลังสองของคะแนนภายในกลุ่ม
SS	แทน ค่าที่ปรับแล้วของผลบวกกำลังสองของคะแนน
df	แทน ค่าของความเป็นอิสระที่ปรับแล้ว
t	แทน ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-distribution

** แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น

การระบุแนวทางแก้ปัญหา

กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มของนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้น

การระบุแนวทางแก้ปัญหา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา และจากความมุ่งหมายข้อที่ 1 นี้

มีสมมติฐานว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งจากการวิเคราะห์หอยุทธ์ปรากฏดังตาราง 2

ตาราง 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

แหล่งของตัวแปร	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม (b)	219.88767	1	219.887670	11.6070**
ภายในกลุ่ม (w)	1345.0546	71	18.944431	
รวม (t)	1564.9423	72		

$$F(1, 71) = 7.0378$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 2 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา และจากความมุ่งหมายข้อที่ 2 นี้ มีสมมติฐานว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2	t
กลุ่มทดลอง	37	15.351351	13.567568	5.830737**
กลุ่มควบคุม	37	10.675676	10.225225	

$$t(.01, 72) = 2.3836$$

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิเคราะห์ในตาราง 3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุป อภิปรายผล และขอเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับ ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา สรุปสาระสำคัญและผลของการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหากับที่เรียนด้วยการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหากับที่เรียนด้วยการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

สมมติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาดังวิชาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหานั้นสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหานั้น
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ที่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหานั้นสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่ เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหานั้น

วิธีการศึกษาค้นคว้า

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนหนองปลาหมอพิทยาคม ตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ปีการศึกษา 2531 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 74 คน โดยสุ่มแบบแบ่งกลุ่มมา 2 ห้อง จัดผลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
 - 2.1 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา
 - 2.2 แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา
 - 2.3 แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 8 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ ซึ่งได้คัดแปลงจากของ เวียร์ โคคาความเชื่อมั่น 0.77
 - 2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน หน่วยจิบสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ๆ ละ 30 ข้อ โดยความเชื่อมั่น 0.90 และ 0.92 ตามลำดับ
3. วิธีดำเนินการทดลอง
 - 3.1 หลังจากจัดผลากเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมกลุ่มละ 37 คนแล้ว
 - 3.2 ทดสอบก่อนการทดลองโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม
 - 3.3 แนะนำวิธีการและบทบาทของนักเรียนในการเรียนการสอน
 - 3.4 ดำเนินการทดลอง โดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนทั้งสองกลุ่ม ในเนื้อหาเดียวกัน กลุ่มทดลองสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา กลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา ใช้เวลาในการสอนกลุ่มละ 20 คาบ คาบละ 50 นาที
 - 3.5 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม

3.6 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนแล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. หากสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2. หากสถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน คือ

2.1 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 1 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ซึ่งใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเป็นตัวแปรร่วม

2.2 ตรวจสอบสมมติฐานข้อ 2 โดยใช้วิธีการทางสถิติแบบ t-test แบบ

Independent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นกับไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาได้ผลการวิจัย ซึ่งสามารถแยกอภิปรายได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบปลายเปิด (Heinig. 1981 : 61) ที่ให้ผู้เรียนได้มองเห็นสถานการณ์ซึ่งเป็นลักษณะรวมของสิ่งเร้าทั้งหลาย (Gagane. 1970 : 63) ทำให้ผู้เรียนอยู่ในสถานะที่มีความล่าช้ายุ่งยาก จึงพยายามตรวจสอบข้อมูลในสถานการณ์ที่ครูให้มาว่าอะไรคือปัญหา มีการตั้งสมมติฐาน และตรวจสอบสมมติฐาน โดยการออกแบบการทดลอง มีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลอง เพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่ (Good. 1973 : 518) การที่ผู้เรียนมีพฤติกรรมเช่นนั้นก็เพื่อที่จะให้ตนเองหลุดพ้นจากปัญหาและอุปสรรคโดยการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (ปรีชา วงศ์ศิริ. 2527 : 201 - 205) ซึ่งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีระดับพัฒนาการอยู่ในขั้น Stage of Formal Operations ตามทฤษฎีพัฒนาการของ เพียเจต์ (Piaget. 1970 : 63) ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีแก้ปัญหา และคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้ รวมถึงการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรม ชนิดซับซ้อนได้ควย ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแต่ละครั้งได้สนับสนุนให้นักเรียนใช้การระดมพลังสมองในการแก้ปัญหาตามขั้นตอนต่าง ๆ (สุรัชย์ ประเสริฐรวาย. 2522 : 135 - 138) แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกว่ามีอิสระที่จะพูดและแสดงความคิดเห็นของตน โดยใช้ความคิดเห็นมากที่สุด มีการส่งเสริมความคิดเชิงปฏิบัติของแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้เกิดความคิดริเริ่ม คล้ายปัญหาที่พบทางตัน ซึ่งครูจะมีบทบาทในการชี้แนะให้แก่ผู้เรียนเพื่อจะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้าซึ่งเป็นไปตามหลักจิตวิทยา จึงทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาได้ดียิ่งขึ้น (สุวัชร์ นิยมศา. 2517 : 125 - 126) นอกจากนี้นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการสอนอย่างทอเนื่อง และสม่ำเสมอตลอดระยะเวลา รวม 20 คาบ แต่ละครั้งนักเรียนได้พบกับสถานการณ์ใหม่ ๆ ที่ไม่ซ้ำกันและมีวิธีแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนแก้ปัญหาได้ และค้นพบความรู้ใหม่ด้วยตนเอง (สายหยุด สมประสงค์. 2523 : 67 - 90) จึงทำให้ผู้เรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิสุทธิ บุญเจริญ (2522 : 1 - 85) ซึ่งได้พบว่ากลุ่มที่เรียนจากชุดการเรียนการสอน แบบสืบสวนสอบสวนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากครูสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ พยอม ทัดมณี (2524 : 53) ได้พบว่าผู้ที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษารูปแบบเชิงปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหามากกว่าผู้ที่เรียนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยารูปแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และอุทัย บุณมาดี (2529 : 60) ได้พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามชุดการเรียนด้วยตนเอง มีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหาได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นคว้าหาความรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้วางแผนและกำหนดวิธีการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง (Sund and Trowbridge. 1973 : 37) เหมาะสมกับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนมัธยมศึกษาโดยเน้นตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Carin and Sund. 1975 : 97 - 104) นักเรียนจึงเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เพราะนักเรียนได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาคำตอบนั้น ๆ ประกอบสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ในการเรียนนั้นช่วยให้นักเรียนอยากเรียน โดยที่ครูจะอภิปรายกับนักเรียนเพื่อที่จะนำนักเรียนไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น (สวัชต์ นิยมคำ. 2517 : 125 - 126) โดยเกิดกระบวนการคิดและกระบวนการปรับขยายตามทฤษฎีของ

เพียเท (สมจิต ลวชนไพฑูรย์. ม.ป.ป. : 89) ประกอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสบการณ์ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้มาบ้างแล้ว เมื่อครูลดการให้คำแนะนำ และให้นักเรียนได้ระบุแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนจึงสามารถดำเนินกิจกรรมในการสืบเสาะหาความรู้ได้ (บงบุษ สายคง. 2527 : 33) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ หอมนวล ใจชื่อ (2529 : 59) ซึ่งได้ทำการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างนักเรียนกับนักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ ธาตุชัย กิจสวัสดิ์ (2529 : 74 - 75) ซึ่งได้พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการฝึกโดยใช้การอภิปรายตามคู่มือครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้า วิจัยนี้มีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและต่อการศึกษาต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ครูอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ควรนำเอาวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา มาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรเน้นในเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ขั้นตอนของวิธีการทาง

วิทยาศาสตร์ ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนในการเรียน วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

1.3 ก่อนทำการวิจัย โดยให้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นการระบุแนวทาง แก่ปัญหา ควรทำการสอนโดยให้นักเรียนฝึกหัดการระบุปัญหา ทั้งสมมติฐาน และออกแบบการทดลอง ในเนื้อหาอื่นก่อนเพื่อให้นักเรียนเกิดความคล่องตัวในเรื่องดังกล่าวขณะดำเนินการวิจัย

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรจะได้มีการศึกษาแนวทางการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นการระบุ แนวทางแก้ปัญหาแก่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ เพื่อศึกษา ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ บ้าง เช่น เจตคติทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนา การเรียนรู้ และความคงทนในการเรียนรู้ว่าสูงกว่าหรือไม่ เมื่อสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้น การระบุแนวทางแก้ปัญหา

2.3 ควรจะได้มีการศึกษาแนวทางการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นการระบุ แนวทางแก้ปัญหาในเนื้อหาอื่น ๆ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กนกพร มีครุฑ. แบบของการนำเสนอบทเรียนสไลด์-เพปต์โนมิตีที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการคิดแก้ปัญหา. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2525.
อัครสำเนา.
- กมลรัตน์ หล้าสูงษ์. จิตวิทยาการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด ศรีเคษา, 2523.
- โกวิท ประวาลพุกษ์. "คุณประโยชน์ของการศึกษาไทย," วิชาการ มศว.พลศึกษา. 2 : 57 - 62 ; มิถุนายน - กันยายน 2530.
- จักรทอง เบ้าจรรยา. กระบวนการแก้ปัญหาตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในจังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527. อัครสำเนา.
- ชม ภูมิภาค. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2523.
- ชาญชัย กิจสวัสดิ์. การศึกษายอดการฝึกทักษะการตั้งสมมติฐานในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อัครสำเนา.
- ทองจันทร์ หงส์ถาวรย์. "บทสัมภาษณ์ : นานาทัศนะต่อบทบาทครู," ครูศาสตร์. 16(1) : 113 - 114 ; กรกฎาคม - กันยายน 2530.
- ทองทิพย์ วรธนพัฒน์ และคนอื่น ๆ. หลักการสอนและการเตรียมประสบการณ์ภาคปฏิบัติ. อุดรธานี : ไทยสามัคคี, 2522.
- นิวัติ เรืองพานิช. "ระบบธรรมชาติกับการพัฒนา," สยามรัฐ. 7 ธันวาคม 2530. หน้า 9.
- น้อมฤดี จงพุกะ. หลักการสอน 2. กรุงเทพฯ : ก้าวหน้าการพิมพ์, 2514.
- บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. "วิชาที่ชื่อพัฒนาศึกษาศาสตร์," กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด พีเจการพิมพ์, 2527.

บุญเลี้ยง พลอาวช. "การเรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา," มิตรครู. 10 : 23 - 45 ; พฤษภาคม 2511.

บุปผา สยามชัย. การสร้างชุดการสอนประกอบหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้สัมพันธ์กับลักษณะความเป็นอยู่และปัญหาชนบทภาคกลางโดยใช้วิธีวิเคราะห์ระบบ. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2519. อักสำเนา.

ปรีชา กล่ำรัศมี. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้รูปภาพและแผนภูมิกับที่เรียนโดยใช้อุปกรณ์การทดลอง. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อักสำเนา

ปรีชา วงศ์สุศิริ. "วิทยาศาสตร์ : ชนิดของความรู้ แนวทางการเพิ่มและใช้ความรู้," 12 ปี ของการพัฒนาค้นการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ชวนการพิมพ์, 2527.

ประวิตร ชูศิลป์. หลักการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์แผนใหม่. เอกสารการนิเทศการศึกษา ฉบับที่ 232 กรุงเทพฯ : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยงานนิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, 2524.

ประสาธ อิศรปรีคา. จิตวิทยาการเรียนรูกับการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิกอาร์ต, 2523.

ปราโมทย์ แก้วสุข. การศึกษาลักษณะการเรียนรู้และแนวคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการตั้งสมมติฐานและการพยากรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักสำเนา

ดุสิต ตามไท. "การพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น," 12 ปีของการพัฒนาค้นการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : ชวนการพิมพ์, 2527.

พจน์ สะเพียรชัย. "ข้อเสนอเพื่อพัฒนาการศึกษา," พัฒนศึกษาศาสตร์ : ประมวลบทความซึ่งเน้นการประยุกต์เพื่อการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัด พีเจการพิมพ์, 2527.

พชรวรรณ จันทรางศุ. "กลุ่มสร้างคุณภาพ : มิติหนึ่งของการสอนระดับประถมศึกษา," ครูศาสตร์. 14(3) : 45 - 54 ; มกราคม - มีนาคม 2529.

พิทักษ์ วัณษพลเดช. "การศึกษาค้นวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ," ประมวลบทความทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย, 2525. อักสำเนา.

พยอม ตันมณี. การศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสอนด้วยตำราเรียนวิชาจิตวิทยาการศึกษาในรูปแบบเชิงปัญหากับรูปแบบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2524. อักสำเนา.

พรทิพย์ พรหมสาขา ณ นคร. ผลของการสอนที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสำเนา.

พรรณี ชูทัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟิเคอาร์ท, 2519.

พิสุทธิ บุญเจริญ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นกลุ่มของการสอนแบบสืบสวนสอบสวนกับการสอนตามปกติในวิชาภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522. อักสำเนา.

ณกุลยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2523.

- มณฑล ไทรบุรีสิงหล. การวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักอริยสัจสี่. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525. อักসাเนา.
- มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : 2525.
- _____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2. กรุงเทพฯ : 2525.
- มังกร ทองสุกสี. โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : 2521.
- มานัส เทียนโรจน์. การศึกษาเปรียบเทียบการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนจากภาพประกอบคำบรรยาย ในลักษณะบอกเล่าและภาพประกอบคำบรรยายในลักษณะแนะให้ค้นพบด้วยตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักসাเนา.
- โมฮัมหมัด อับดุลกาเดร์. จิตวิทยาและเทคนิคการสอนการศึกษานอกระบบโรงเรียน. กรุงเทพฯ : ศุภวัฒนาคาร, 2517.
- บงยุทธ สายคง. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้การจัดกิจกรรม แบบกำหนดแนวทางและแบบไม่กำหนดแนวทาง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักসাเนา.
- ฉ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ทวีติการพิมพ์, 2524.
- วรรณคี วรรณศิลป์. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522. อักসাเนา.

วีระ วงศ์สรรค์. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 3 กับนักศึกษานู้นใหญ่ระดับที่ 2. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ :

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2519. อักสำเนา.

ศิริพันธ์ เพชรทองคำ. เพ็ญทิพย์ ชัยพัฒน์ และจิรา วสุวิธ. จิตวิทยาพัฒนาการ
และการเรียนรู้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2521. อักสำเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521. กรุงเทพฯ :

จงเจริญการพิมพ์, 2520.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. เอกสารอบรมครูวิทยาศาสตร์

ทั่วไประดับมัธยมศึกษาตอนต้น. 2517. อักสำเนา.

สมจิต สมิตถพันธุ์. "กาลามสูตรกับการสอนวิทยาศาสตร์," ข่าวสาร สสวท.

9(1) : 32 - 33 ; ตุลาคม - ธันวาคม 2523.

_____. "ครูควรปฏิบัติอย่างไรในขณะที่นักเรียนทำปฏิบัติการ," ข่าวสาร สสวท.

6(1) : 23 - 27 ; ตุลาคม - ธันวาคม 2520.

_____. "ครูจะสอนแบบอภิปรายเพื่อพัฒนากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ได้อย่างไร,"

ข่าวสาร สสวท. 5(2) : 12 - 18 ; มกราคม - กรกฎาคม 2520.

_____. "อย่าบอกให้เขารู้ แต่จงสอนให้เขาสงสัย," ข่าวสาร สสวท. 8(1-2) :

29 - 32 ; ตุลาคม 2522 - มกราคม 2523.

สมจิต สวชนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป. อักสำเนา.

สมพงษ์ ตระกูลหุ่นวัฒน์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยและ

ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากการเรียน

บทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอเนื้อหาแบบสืบสวนสอบสวนกับแบบบรรยาย.

ปริญญาพันธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,

2527. อักสำเนา.

- สมหวัง ชัยตามล. การศึกษาเปรียบเทียบพัฒนาการด้านทักษะการคิดแก้ปัญหาทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดย
วิธีกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2528. อักสำเนา.
- สวนา พรพัฒน์กุล. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ : ภาควิชาจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2522.
- สายหยุด สมประสงค์. "พุทธศาสตร์การคิด," โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทาง
วิชาการ. กรุงเทพฯ : หน่วยงานพิเศษ กรมสามัญศึกษา, 2523. อักสำเนา.
สามัญศึกษา, กรม. "การศึกษาค้นคว้าเพื่อการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา," วิจัยทางการศึกษา. 1 :
79 - 93 ; ม.ป.ป.
- สำเริง บุญเรืองรัตน์. การปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2520.
- สุรัชย์ ประเสริฐรวบ. "ขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบระเบียบ," กลุ่มสัมพันธ์ :
ทฤษฎีและแนวปฏิบัติ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บุรพาสีการพิมพ์, 2522.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช,
2517.
- หอมนวล ใจชื่อ. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ที่เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการอภิปรายระหว่าง
นักเรียนและระหว่างครูกับนักเรียน. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529. อักสำเนา.
- อนุช อภาภิรม. "จากบรรณาธิการ," ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์. 207 : 2 กันยายน
2530.
- อารมย์ สุวรรณपाल. "ทักษะเชาว์ปัญญา," โครงการส่งเสริมความเป็นเลิศทางวิชาการ.
กรุงเทพฯ : หน่วยงานพิเศษ กรมสามัญศึกษา, 2523. อักสำเนา.

อัจฉรา ประไพตระกูล. "วิธีสอนแบบอภิปราย," ประมวลบทความเกี่ยวกับหลักสูตร
และการสอนระดับมัธยมศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

2520.

อำนวย รุ่งศรีมี. การสอนวิทยาศาสตร์แบบก้าวหน้า. มหาสารคาม : ภาควิชาชีววิทยา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2526.

อำนวย เลิศชัยนที. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางสมองกับความ
สามารถทางด้านความคิดแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา.
ปริญญาโท กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร,
2523. อิศำเนา.

อุทัย บุญประเสริฐ. "การศึกษาและการพัฒนาประเทศ," พัฒนศึกษาศาสตร์ : ประมวล
บทความซึ่งเน้นการประยุกต์เพื่อการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน
จำกัด พีเจการพิมพ์, 2527.

อุทัย บุญมาดี. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และ
ผลสัมฤทธิ์ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองและตามคู่มือครู สสวท. ปริญญาโท
กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร. 2529.
อิสำเนา.

Australian Science Education Project. A GUIDE to ASEP. State of
Victoria, 1977.

Carin, Arthur A. and Sund, Robert B. Teaching Science Through Discovery.
Columbus Charles E. Merrill Publishing, 1975.

Clarkson, Sandra Pryor. "A Study of The Relationships Among Translation
Skills and Problem - Solving Abilities," Dissertation Abstracts
International. 39 : 4101-A.

Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided - Inquiry Discovery
Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation
Abstracts International. 39 : 4164-A; January, 1976.

- Fan, Chung Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey Educational Testing Service, 1952.
- Gagne, Robert M. The Condition of Learning. 2 nd. ed., New York : Holt, Rinehart and Winton. Inc., 1970.
- Good, Carter V. Dictionary of Education. Edited by Good, Carter V. New York : Mc Graw - Hill Company, 1973.
- Hall, Dudley William. "A Study of the Relationship between Estimation and Mathematical Problem Solving among Fifth Grade Students," Dissertation Abstracts International. 37 (April, 1977) : 6325-A.
- Heining, Ruth Beall. Creative Drama for the Classroom Teacher. Englewood Cliffs, New Jersey ; Prentice - Hall Inc., 1981.
- Houtz, C. J. and F. J. Feildhusen. "The Modification of Fourth Grader's Problem Solving Ability," The Journal of Psychology. 1976 : 229 - 237 p.
- Kellerhouse, Kenneth Douglass Jr. "The Effects of Two Variable on the Problem - Solving Abilities of First Grade and Second Grade Children," Dissertation Abstracts International. 35 (March, 1975) : 5781-A.
- Mayer, Burton and Lotta E. Heidgerken. Introduction to Research in Nursing. Philadelphia : J. B. Lippincolt Company, 1962.
- Nabor, Donald G. "A Comparative Study of Academic Achievement and Problem Solving Abilities of Black Pupils at The Intermediate Level in Computer Supported Instruction and Self - Contained Instructional Process," Dissertation Abstracts International. 36 (December, 1975) : 3241-A.
- Norval, Scott. "Strategy of Inquiry and Styles of Categorization A Three Years Exploratory Study," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 95 - 102, 1970.
- Olarinoye, Rappel Dale. "A Comparative Study of the Effectiveness of Three Methods of Teaching A Secondary School Physic Coarse in a Nigerian Secondary School," Dissertation Abstracts International. 39 : 4848-A; February, 1978.
- Piaget, J. The Origins of Intelligence in Children. New York : W. W. Norton, 1962.
- Saftel, Fannio T. and George Straftel. Role Playing in the Curriculum. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice - Hall, Inc., 1982.

- Shaw, Terry J. "The Effect of Problem Solving Training in Science Upon Utilization of Problem Solving Skills in Science and Social Studies," Dissertation Abstracts International. 38(9) : 5337-A.
- Sherman, Marsha Sue Berkowitz. "Seleceted Affective Charecteritic and Creative Problem - Solving Performance in Gifted Elementary School Children," Dissertation Abstracts International. 35 : 519; 1977.
- Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio, Charles E. Merrill Publishing Co., 1973.
- Throndike, Robert L. "Animal Intelligence," Psychology Monograph, 8 : 2, quoted in Gary A Davis. Psychology of Problem - Solving : Theory and Practice. New York : Basic Book Inc., Publisher, 1973.
- Travers, Kenneth J. "A Test of Pupil Preference for Problem - Solving Situation in Junior High School Mathematics," The Journal of Experimental Education. 4(1976), p. 9 - 18.
- Weir, John Joseph. "Problem Solving is Everybody's Problem," The Science Teacher. 4 : 16 - 18, April, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบ

ตาราง 4 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน

ข้อที่	ข้อสอบฉบับที่ 1		ข้อสอบฉบับที่ 2	
	p	r	p	r
1	.49	.32	.48	.29
2	.40	.30	.38	.26
3	.64	.31	.60	.28
4	.50	.65	.48	.69
5	.43	.54	.45	.50
6	.67	.35	.69	.37
7	.33	.35	.32	.38
8	.40	.43	.44	.38
9	.47	.29	.46	.25
10	.65	.27	.62	.31
11	.51	.47	.51	.50
12	.53	.60	.47	.62
13	.48	.48	.44	.48
14	.49	.40	.53	.42
15	.51	.57	.48	.60
16	.42	.34	.45	.33
17	.60	.36	.58	.33
18	.43	.54	.47	.50
19	.60	.41	.63	.40

ตาราง 4 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบฉบับที่ 1		ข้อสอบฉบับที่ 2	
	p	r	p	r
20	.50	.52	.53	.47
21	.47	.47	.52	.45
22	.45	.47	.50	.50
23	.51	.33	.48	.29
24	.56	.44	.54	.40
25	.42	.47	.47	.47
26	.45	.51	.40	.47
27	.35	.40	.38	.42
28	.61	.25	.64	.29
29	.53	.31	.55	.31
30	.50	.48	.46	.44

ตาราง 5 ค่า p และ q ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน

ข้อที่	ข้อสอบฉบับที่ 1			ข้อสอบฉบับที่ 2		
	p	q	pq	p	q	pq
1	.50	.50	.25	.49	.51	.25
2	.41	.59	.24	.38	.62	.24
3	.63	.37	.23	.60	.40	.24
4	.50	.50	.25	.48	.52	.25
5	.44	.56	.25	.46	.54	.25
6	.67	.33	.22	.67	.33	.22
7	.33	.67	.22	.32	.68	.22
8	.40	.60	.24	.45	.55	.25
9	.48	.52	.25	.46	.54	.25
10	.65	.35	.23	.62	.38	.24
11	.50	.50	.25	.51	.49	.25
12	.52	.48	.25	.48	.52	.25
13	.49	.51	.25	.45	.55	.25
14	.49	.51	.25	.52	.48	.25
15	.51	.49	.25	.48	.52	.25
16	.43	.57	.24	.45	.55	.25
17	.60	.40	.24	.57	.43	.24
18	.44	.56	.25	.46	.54	.25
19	.59	.41	.24	.62	.38	.24

ตาราง 5 (ต่อ)

ข้อที่	ข้อสอบฉบับที่ 1			ข้อสอบฉบับที่ 2		
	p	q	pq	p	q	pq
20	.50	.50	.25	.52	.48	.25
21	.48	.52	.25	.51	.49	.25
22	.45	.55	.25	.50	.50	.25
23	.50	.50	.25	.49	.51	.25
24	.56	.44	.25	.54	.46	.25
25	.43	.57	.24	.48	.52	.25
26	.45	.55	.25	.40	.60	.24
27	.35	.65	.23	.39	.61	.24
28	.61	.39	.24	.63	.37	.23
29	.52	.48	.25	.56	.44	.25
30	.50	.50	.25	.46	.54	.25

ตาราง 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
วิทยาศาสตร์ เรื่องการไฟฟ้าพลังงาน (ฉบับที่ 1)

คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
1	43	1849	21	34	1156
2	41	1681	22	34	1156
3	39	1521	23	33	1089
4	39	1521	24	33	1089
5	37	1369	25	33	1089
6	37	1369	26	33	1089
7	37	1369	27	33	1089
8	36	1269	28	32	1024
9	36	1269	29	32	1024
10	36	1269	30	32	1024
11	36	1269	31	32	1024
12	36	1269	32	32	1024
13	36	1269	33	32	1024
14	35	1225	34	32	1024
15	35	1225	35	31	961
16	35	1225	36	31	961
17	34	1156	37	31	961
18	34	1156	38	31	961
19	34	1156	39	31	961
20	34	1156	40	31	961

ตาราง 6 (ต่อ)

คนที่	x	x ²	คนที่	x	x ²
41	31	961	62	22	484
42	24	576	63	22	484
43	24	576	64	21	441
44	24	576	65	21	441
45	24	576	66	21	441
46	24	576	67	20	400
47	24	576	68	20	400
48	24	576	69	20	400
49	24	576	70	19	361
50	24	576	71	19	361
51	24	576	72	18	324
52	24	576	73	18	324
53	23	529	74	18	324
54	23	529	75	17	289
55	23	529	76	16	256
56	23	529	77	16	256
57	23	529	78	16	256
58	22	484	79	15	225
59	22	484	80	13	169
60	22	484	81	13	169
61	22	484	82	13	169

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน (ฉบับที่ 2)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	42	1764	21	31	961
2	38	1444	22	30	900
3	37	1369	23	30	900
4	37	1369	24	30	900
5	36	1296	25	30	900
6	35	1225	26	29	841
7	35	1225	27	29	841
8	35	1225	28	29	841
9	34	1156	29	29	841
10	33	1089	30	29	841
11	33	1089	31	29	841
12	32	1024	32	29	841
13	32	1024	33	28	784
14	32	1024	34	28	784
15	32	1024	35	28	784
16	32	1024	36	28	784
17	31	961	37	28	784
18	31	961	38	28	784
19	31	961	39	28	784
20	31	961	40	28	784

ตาราง 7 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
41	27	729	62	18	324
42	24	576	63	17	289
43	24	576	64	17	289
44	24	576	65	17	289
45	19	361	66	17	289
46	19	361	67	16	256
47	19	361	68	16	256
48	19	361	69	16	256
49	19	361	70	16	256
50	19	361	71	16	256
51	19	361	72	14	196
52	19	361	73	14	196
53	19	361	74	13	169
54	19	361	75	13	169
55	18	324	76	12	144
56	18	324	77	12	144
57	18	324	78	12	144
58	18	324	79	11	122
59	18	324	80	11	122
60	18	324	81	10	100
61	18	324	82	10	100

การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน (ฉบับที่ 1) โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$\begin{aligned}
 pq &= (.50 \times .50) + (.41 \times .59) + \dots + (.50 \times .50) \\
 &= 7.31 \\
 x &= 43 + 41 + 39 + \dots + 32 \\
 &= 2249 \\
 x^2 &= 43^2 + 41^2 + 39^2 + \dots + 32^2 \\
 &= 66297 \\
 \text{จากสูตร } s_t^2 &= \frac{N \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N(N - 1)} \\
 &= \frac{82 \times 66297 - (2249)^2}{82(81)} \\
 &= \frac{5436354 - 5058001}{6642} \\
 &= 56.9637 \\
 \text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{\Sigma pq}{s_t^2} \right] \\
 &= \frac{30}{29} \left[1 - \frac{7.31}{56.9637} \right] \\
 &= 1.0345 \times 0.8717 \\
 &= 0.9017
 \end{aligned}$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .90

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน (ฉบับที่ 2) โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเกอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson)

$$pq = (.49 \times .51) + (.38 \times .62) + \dots + (.46 \times .54)$$

$$= 7.35$$

$$X = 42 + 38 + 37 + \dots + 29$$

$$= 1970$$

$$X^2 = 42^2 + 38^2 + 37^2 + \dots + 29^2$$

$$= 52634$$

$$\text{จากสูตร } s_t^2 = \frac{N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}{N(N - 1)}$$

$$= \frac{82 \times 52634 - (1970)^2}{82(81)}$$

$$= \frac{4315988 - 3880900}{6642}$$

$$= 65.505571$$

$$\text{จากสูตร } r_{tt} = \frac{n}{n - 1} \left[1 - \frac{pq}{s_t^2} \right]$$

$$= \frac{30}{29} \left[1 - \frac{7.35}{65.505571} \right]$$

$$= 1.0345 \times .8878$$

$$= 0.9184$$

แบบทดสอบมีความเชื่อมั่น .92

ตาราง 8 แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เป็นรายข้อ

ข้อที่	กลุ่มคะแนนสูง		กลุ่มคะแนนต่ำ		t
	$\bar{X}_H$	s_H^2	$\bar{X}_L$	s_L^2	
1	3.50	0.68	1.53	1.71	7.43
2	3.35	0.54	2.18	1.00	5.23
3	2.65	1.81	1.06	1.15	5.50
4	2.97	1.06	1.50	1.11	5.88
5	3.03	1.36	1.50	0.98	5.82
6	2.94	0.54	1.88	0.96	4.83
7	3.75	0.46	2.59	1.28	4.87
8	3.56	1.16	1.21	1.02	9.30

ตาราง 9 แสดงความแปรปรวนของ แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
เป็นรายข้อ

ข้อที่	ΣX_i	ΣX_i^2	s_i^2
1	171	575	2.16
2	188	594	1.11
3	126	374	2.10
4	152	448	1.62
5	154	466	1.75
6	164	464	1.02
7	208	708	1.07
8	162	552	2.48

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
1	30	900	21	24	576
2	29	841	22	24	576
3	29	841	23	24	576
4	29	841	24	24	576
5	29	841	25	24	576
6	28	784	26	24	576
7	28	784	27	24	576
8	27	729	28	24	576
9	27	729	29	24	576
10	27	729	30	24	576
11	27	729	31	24	576
12	26	676	32	24	576
13	26	676	33	23	529
14	26	676	34	23	529
15	25	625	35	16	256
16	25	625	36	16	256
17	25	625	37	16	256
18	25	625	38	16	256
19	25	625	39	16	256
20	24	576	40	16	256

ตาราง 10 (ต่อ)

คนที่	x	x^2	คนที่	x	x^2
41	15	225	55	13	169
42	15	225	56	13	169
43	15	225	57	13	169
44	15	225	58	13	169
45	15	225	59	13	169
46	15	225	60	13	169
47	15	225	61	12	144
48	15	225	62	12	144
49	15	225	63	12	144
50	15	225	64	12	144
51	15	225	65	11	121
52	14	196	66	11	121
53	14	196	67	10	100
54	14	196	68	5	25

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) โดยใช้สูตรครอนบัก

$$\text{จากสูตร } s_i^2 = \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N(N-1)}$$

$$\begin{aligned} \sum s_i^2 &= 2.16 + 1.11 + 2.10 + 1.62 + 1.75 + 1.02 + 1.07 + 2.48 \\ &= 13.31 \end{aligned}$$

$$\text{จากสูตร } s_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}$$

$$= \frac{68 \times 29003 - (1337)^2}{68(67)}$$

$$= \frac{1972204 - 1787569}{4556}$$

$$= \frac{184635}{4556}$$

$$= 40.5257$$

$$\text{จากสูตร } \alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

$$= \frac{8}{8-1} \left[1 - \frac{13.31}{40.5257} \right]$$

$$= 1.1429 \times 0.6716$$

$$= 0.7675$$

ภาคผนวก ข

แผนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องการใช้พลังงาน

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ฉบับที่ 1 และ ฉบับที่ 2

คู่มือนักเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงาน

แผนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา
เรื่อง การใช้พลังงาน จำนวน 20 คาบ

แผนการสอนครั้งที่ 1 เรื่องพลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. พลังงานมีความสำคัญในการผลิตเครื่องอุปโภคและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
2. ในอนาคตประเทศไทยจะใช้ปริมาณพลังงานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น และการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น
3. เชื้อเพลิงแต่ละชนิดให้พลังงานความร้อนต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ
1. บอกวิธีประหยัดพลังงานได้ถูกต้อง
 2. คำนวณหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
 3. สามารถเปรียบเทียบค่าความร้อนที่ได้จากน้ำมันถั่ว น้ำมันมะพร้าว และอัลกอฮอลได้
 4. เลือกใช้เชื้อเพลิงได้อย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงค่าความร้อน และแหล่งของเชื้อเพลิงภายในประเทศไทย รวมทั้งอันตรายและหลักการประหยัด

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 1 - 6

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูและนักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับการใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน ในกระบวนการผลิตข้าว และการใช้พลังงานชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย
2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียน ดังนี้ "สมมติว่าการทดลองต้มน้ำโดยใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ กัน ในปริมาณที่เท่ากัน เช่น หิน ถ่าน น้ำมันก๊าด และอัลกอฮอล์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการต้มเท่ากัน ปรากฏว่าน้ำที่ต้มโดยใช้น้ำมันก๊าด เป็นเชื้อเพลิงเดือดก่อนน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ"
3. ครูให้นักเรียนระบุปัญหา อภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม แล้วส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ได้สมบูรณ์และถูกต้อง เสร็จแล้วให้เขียนลงในคู่มือนักเรียน
4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และนิยามเชิงปฏิบัติการ
5. ครูและนักเรียนอภิปราย เพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกประเภทของเชื้อเพลิง
6. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น
7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ลงในคู่มือนักเรียน เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน
8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน
9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ชั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. รูปภาพแสดงกระบวนการผลิตข้าว
2. กราฟแสดงปริมาณพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2501 -

2515

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 2 เรื่องการวัดพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานกล
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. พลังงานกลอาจวัดได้จากค่างานและกำลัง (งาน)
2. พลังงานกลอาจวัดได้จากพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานกลนั้น
3. เมื่อมีการเปลี่ยนรูปพลังงานจะมีการสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. คำนวณหาค่างาน และกำลัง (งาน) ได้
2. บอกได้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนรูปพลังงานจะมีการสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง
3. คำนวณหาปริมาณพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานกล
4. เขียนแผนผังการเปลี่ยนรูปพลังงานได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 6 - 8

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียน โดยอภิปรายเรื่องพลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการใช้พลังงานกลในการทำงาน การวัดพลังงานกล และคำนวณค่างาน กำลังงาน (งาน)

2. ครูให้สถานการณแก่นักเรียนดังนี้ "ขณะที่ภารโรงกำลังซ่อมเก้าอี้ อยู่ นั้น เขาใช้ค้อนตอกตะปูอย่างแรง ทันใดนั้นก็มีการไฟแลมออกมาจากหัวตะปูทันที เขาต้องเอามือแตะที่หัวตะปูรู้สึกร้อน"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหาภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อให้นักเรียนจะได้สรุปปัญหาใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตามนิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปราย เพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียน ทั้งสมมติฐาน และอภิปรายภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปรและวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ลงในคู่มือนักเรียน เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

การนำเสนอคำความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 3 เรื่องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า

เวลา 1 คาบ (50 นาที)

มโนคติ

1. การต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้าในวงจร เป็นการต่อแบบอนุกรม
2. หน่วยของกระแสไฟฟ้าเป็นแอมแปร์ และหน่วยของความต่าง ศักย์ เป็น โวลต์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. ต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับวงจรได้อย่างถูกต้อง เมื่อต้องการวัดกระแสไฟฟ้า
2. บอกได้ว่า การต่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้าในวงจรเป็นการต่อแบบอนุกรม
3. บอกได้ว่า หน่วยของกระแสไฟฟ้าเป็นแอมแปร์ และหน่วยของความต่าง ศักย์ เป็น โวลต์
4. อธิบายหลักการใช้แอมมิเตอร์ และ โวลต์มิเตอร์ได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 9 - 11

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทวนความรู้เดิมให้นักเรียน โดยอภิปรายเรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงานกล และสมทบทวนนักเรียน เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "บ้านของสุภาอยู่ชานเมืองที่เพิ่งเริ่มมีกระแสไฟฟ้าเข้าถึงหมู่บ้านพ่อของสุภาจึงซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ มาใช้ เช่น พัดลม โทรทัศน์ ตู้เย็น เป็นต้น ในระยะแรก ๆ ครอบครัของสุภาเสียค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 60 บาท ต่อเดือน แต่ต่อมาค่ากระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นเป็น 100 บาทต่อเดือน ในขณะที่เครื่องใช้ไฟฟ้ามีจำนวนเท่าเดิม ด้วยความสงสัยครอบครัของสุภาจึงไม่ยอมจ่ายค่ากระแสไฟฟ้าทำให้ถูกตัดไฟในที่สุด"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อให้นักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ให้สมบูรณ์และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียนทั้งสมมติฐานและอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น และบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลองวิธีการควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ลงในคู่มือนักเรียน เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์ การทดลองให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้องก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียนเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

รูปแสดงการต่อวงจรเพื่อวัดกระแสไฟฟ้า

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 3 (ต่อ) เรื่องกฎของโอห์ม

เวลา 1 คาบ (50 นาที)

มโนคติ

1. ความต่างศักย์เป็นส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้า
2. ค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความต้านทาน คำนวณได้จากกฎของโอห์ม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของกฎของโอห์ม ความต้านทานไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า และ
จำนวนไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าได้
3. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์และความต้านทานจากกฎของโอห์มได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 11 - 14

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียน โดยอภิปรายเรื่องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้า
2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "นิคหน้อยซื้อหลอดไฟขนาด 10 วัตต์มา 1 หลอด เมื่อนำมาใช้ได้ครู่เดียวหลอดไฟก็ขาด นิคหน้อยจึงถอดหลอดไฟออกดู พบว่าหลอดไฟนั้นใช้กับไฟฟ้า 110 โวลต์ จึงสงสัยไม่ซื้อใหม่โดยบอกกับคนขายว่า เอาหลอดไฟชนิดที่ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ เมื่อคนขายลองเปิดให้ดู นิคหน้อยสังเกตเห็นว่าหลอดไฟสว่างกว่าหลอดเดิม จึงสอบถามคนขายไ้ความว่า เป็นหลอดไฟขนาด 20 วัตต์"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหาภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ให้สมบูรณ์ และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาเกณฑ์ ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้นและบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ ใช้ลงในคู่มือนักเรียนเสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์ การทดลองให้นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้องก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียนเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

ภาพแสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำในหลอดต่างกัน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 4 เรื่องสมบัติของลวดต้านทาน

เวลา 1 คาบ (50 นาที)

มโนคติ

1. โหลด่างชนิดกันนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน
2. ค่าความต้านทานเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาว และเป็นสัดส่วนผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของลวดนำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปได้ว่า โหลด่างชนิดกันนำไฟฟ้าได้แตกต่างกัน
2. บอกได้ว่าค่าความต้านทานเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาว และเป็นสัดส่วนผกผันกับพื้นที่หน้าตัดของลวดนำ
3. นำความรู้เรื่องสมบัติของลวดต้านทานไปอธิบายเกี่ยวกับความปลอดภัยของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 14 - 18

กิจกรรมการเรียนรู้

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนโดยอภิปรายเรื่องกฎของโอห์ม และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับตัวต้านทานชนิดต่าง ๆ และประโยชน์ของตัวต้านทาน

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "แจ่มใสสังเกตเห็นชกวดของ เตาไฟฟ้า ในขณะที่เสียบปลั๊กจะร้อนและแฉงเหมือนถ่านที่กำลังติดไฟ เมื่อเขาลองเอามือแตะที่สายไฟ ก็รู้สึกอุ่น ๆ เขาจึงสงสัยว่าสายไฟฟ้าแรงสูงที่เดินผ่านหน้าบ้านนั้นจะร้อนหรือไม่ วันต่อมา แจ่มใสอ่านข่าวจากหนังสือพิมพ์พบว่า คนงานก่อสร้างแยกเหล็กไปพาดถูกสายไฟฟ้าแรงสูง ทำให้ไฟฟ้าช็อตคนงาน และหม้อแปลงไฟฟ้าระเบิด ทั้ง ๆ ที่เหล็กเส้นนั้นไม่ได้ร้อนและแฉง เหมือนกับชกวดของเตาไฟฟ้าเลย"

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา อภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม แล้วส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ได้สมบูรณ์ และถูกต้อง เสร็จแล้วให้เขียนลงในคู่มือนักเรียน

4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ ใ้ลงในคู่มือนักเรียน เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์ การทดลองให้แก่ักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือ
นักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียน

รูปภาพนวนไฟฟ้า และตัวนำไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 4 (ต่อ) เรื่องการต่อเซลล์ไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า

เวลา 1 คาบ (50 นาที)

มโนคติ

1. การต่อถ่านไฟฉายในกล่องแปดเทอรีเป็นการต่อแบบอนุกรม
2. การต่อเซลล์อนุกรม ความต่างศักย์รวมจะเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ของแต่ละเซลล์มาต่อกัน
3. การต่อเซลล์แบบขนานความต่างศักย์รวมจะไม่เปลี่ยนแปลง

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าการต่อถ่านไฟฉายในกล่องแปดเทอรีเป็นการต่อแบบอนุกรม
2. เขียนแผนภาพการต่อเซลล์ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน
3. สรุปได้ว่าการต่อเซลล์แบบอนุกรม ความต่างศักย์รวมจะเท่ากับผลรวมของความต่างศักย์ของแต่ละเซลล์ที่นำมาต่อ ส่วนการต่อแบบขนานความต่างศักย์จะไม่เปลี่ยนแปลง

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 18 - 21

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียน โดยอภิปรายเรื่องสมบัติของลวดต้านทาน และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับวิพทุทรานซิสเตอร์ภายในเครื่องนักเรียนจะเห็นตัวต้านทานมากมาย นักเรียนเคยสังเกตหรือไม่ว่าถ่านไฟฉายที่อยู่ในวิทยุนั้นเรียงตัวกันอย่างไร ทำไมต้องทำเช่นนั้น

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "แม่กลับมาจากตลาดซื้อถ่านไฟฉายมา 4 ก้อน ขณะนั้นเกมมกำลังต้องการจะให้หลอดไฟฉายสว่างอยู่พอดี เขาจึงขอถ่านไฟฉายจากแม่มา 1 ก้อน เพื่อต่อวงจรเข้ากับหลอดไฟฉาย เกมมพบว่า หลอดไฟฉายสว่างเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่เป็นที่พอใจของเกมมมากนัก"

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา อภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม แล้วส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ได้สมบูรณ์และถูกต้องเสร็จแล้วให้เขียนลงในคู่มือครูนักเรียน

4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ลงในคู่มือนักเรียน เสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์ การทดลองให้แก่ นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลองวิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อปรับปรุง วิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้องก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียนเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียน

แผนภาพแสดงการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 5 เรื่องการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม และแบบขนานทำให้ความต้านทานรวมเปลี่ยนไป
2. การต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าในวงจรต้องต่อแบบขนาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. สรุปได้ว่าการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน ทำให้ความต้านทานรวมเปลี่ยนไป
2. ให้เหตุผลได้ว่าการต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าเข้าในวงจรต้องต่อแบบขนาน

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 21 - 27

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนโดยอภิปราย เรื่องการต่อหลอดไฟฟ้าแบบต่าง ๆ และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับวิธีปิด - เปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "ชลอไปเที่ยวบ้านของแทนที่ชลอรี ขณะเดินทางเข้าบ้านได้เห็นพนักงานเทศบาลใช้ไม้เชื่อมสวิตช์เปิดไฟตามถนนเพียงสวิตช์เดียวเท่านั้น หลอดไฟฟ้าตามถนนทั้งหมดก็สว่างพร้อมกัน ชลอไปถึงการเปิดไฟที่บ้านของเขา เมื่อเขา กดสวิตช์ 1 ครั้งจะเปิดไฟได้เพียง 1 ดวงเท่านั้น ถ้าต้องการเปิดไฟที่ดวงก็ต้องกดสวิตช์ เท่านั้นครั้ง ตามจำนวนของหลอดไฟฟ้า ซึ่งทำให้เขาเกิดความเบื่อหน่ายเมื่อสวิตช์บางสวิตช์ อยู่ในที่มืดทำให้เขาต้องคลำหาทางเข้าไปอย่างยากลำบาก"

3. ครูให้นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา อภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม แล้วส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อให้นักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ได้ สมบูรณ์และถูกต้อง เสร็จแล้วให้เขียนลงในคู่มือนักเรียน

4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาสาเหตุในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่มพร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ลงในคู่มือนักเรียนเสร็จแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้แก่ นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้องก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียนเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

รูปภาพแสดงการต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 6 เรื่องการวัดพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานที่ได้จากการเปลี่ยนรูป
เวลา 2 คาบ (100. นาที)

มโนคติ

1. พลังงานที่ใช้ในการยกคัมภ์น้ำหนักขึ้น ได้เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า
2. พลังงานความร้อนเปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่า พลังงานกลที่ใช้ในการยกคัมภ์น้ำหนักขึ้นได้เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า
2. คำนวณหาค่าของงานที่มอเตอร์ทำได้
3. คำนวณปริมาณพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้าได้
4. ยกตัวอย่างเครื่องใช้ที่อาศัยหลักการ เปลี่ยนรูปจากพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานความร้อนได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 27 - 29

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียนโดยอภิปรายเรื่องการทอ เซลล์ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า และพลังงานรูปอื่น ๆ

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้, "ปัญญาเป็นนักเรียนต่างจังหวัดซึ่งได้เข้ามาเที่ยวในเมืองหลวงช่วงปิดภาคเรียน วันหนึ่งผู้ปกครองได้พาปัญญาไปเที่ยวที่ห้างสรรพสินค้า ปัญญารู้สึกสนุกสนานกับการขึ้นลงลิฟต์และบันไดเลื่อนเป็นอันมาก เขาวิ่งเวียนขึ้นลงเสียหลายครั้ง ในขณะที่เขายกขึ้นก็พยายามสังเกตว่าทั้งลิฟต์และบันไดเลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นลงได้อย่างไร"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ให้สมบูรณ์ถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์และถูกต้องยิ่งขึ้น และบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ ใ้ลงในคู่มือนักเรียน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ แล้วส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีการทดลองให้สมบูรณ์และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 7 เรื่องการสะสมพลังงาน

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. พลังงานไฟฟ้าถูกสะสมไว้ในรูปของพลังงานเคมีในขณะประจุไฟฟ้า และพลังงานเคมีนี้จะถูกเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าขณะจ่ายไฟ
2. เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในแผ่นตะกั่วที่จุ่มอยู่ในสารละลายกรดกำมะถัน จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในแผ่นตะกั่วที่จุ่มอยู่ในสารละลายของกรดกำมะถัน
2. สรุปได้ว่าพลังงานไฟฟ้าถูกสะสมไว้ในรูปของพลังงานเคมี ในขณะประจุไฟฟ้า และพลังงานเคมีนี้จะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้าขณะจ่ายไฟ
3. บอกส่วนประกอบและหลักการทํางานของแบตเตอรี่รถยนต์ได้
4. เขียนแผนภาพการเปลี่ยนรูปของพลังงานในแบตเตอรี่รถยนต์ได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 29 - 32

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียน โดยอภิปรายเรื่องการวัดพลังงานที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการสะสมพลังงานรูปต่าง ๆ

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ " หมู่บ้านแห่งหนึ่งยังไม่มีกระแสไฟฟ้า เข้าถึงหมู่บ้าน ชาวบ้านใช้กระแสไฟฟ้าจากหม้อเบตเตอร์ เมื่อเบตเตอร์หมด ชาวบ้านก็ต้อง นำเบตเตอร์เข้าไปชาร์จในตัวเมืองอยู่เป็นประจำ จนทำให้ชลอเกิดความแปลกใจว่า ทำไมคนในเมืองเขาถึงสามารถทำได้และกระแสไฟฟ้าเข้าไปสะสมอยู่ในเบตเตอร์ได้อย่างไร "

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียน รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปรายเพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ ใช้ลงในคู่มือนักเรียนแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้แก่ นักเรียน แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ เสร็จแล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียนรู้

รูปภาพแสดงเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 8 เรื่องการถ่ายเทพลังงานโดยการนำ
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. ความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงมายังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
2. สารต่างชนิดกันนำความร้อนได้แตกต่างกัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกความหมายของตัวนำความร้อน และฉนวนความร้อนได้
2. บอกได้ว่าความร้อนจะถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงมายังที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
3. สรุปได้ว่า สารต่างชนิดกันนำความร้อนได้แตกต่างกัน
4. นำหลักการถ่ายเทพลังงานความร้อนโดยการนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์

บางอย่างในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว204 หน้า 32 - 34

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียน โดยอภิปรายเรื่องพลังงานสะสมในแบตเตอรี่รถยนต์ และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการสะสมพลังงานรูปต่าง ๆ

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "ยુพาเข้าไปดูแม่ท่ากับข้าวในครัว พอที่แม่กำลังยุ่งอยู่กับการหั่นหมู จึงให้ยูปายกหม้อข้าวที่กำลังเดือดลงจากเตาไฟ ยูปาไม่สามารถยกหม้อลงได้ เนื่องจากหม้อร้อนมาก แม่จึงให้ใช้ผ้าจับหม้อยกลง ยูปานึกชมแม่ในใจว่า แม่เก่งจัง นอกจากนี้ยูปาสังเกตเห็นว่าความหิโห้และความคะฉิวท่าด้วยพลาสติกด้วย"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปราย เพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น และบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ ใช้ลงในคู่มือนักเรียน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปรวัสดุอุปกรณ์ แล้วให้ส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลอง ให้สมบูรณ์และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง ลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียน

-

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม และรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 9 เรื่องการถ่ายเทพลังงาน โดยการพา
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. อุณหภูมิของน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะเคลื่อนที่ไปยังน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และพาความร้อนไปด้วย
2. สารที่เป็นตัวพาความร้อนจะต้องเคลื่อนที่ไปด้วย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าอุณหภูมิของน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะเคลื่อนที่ไปยังน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และพาความร้อนไปด้วย
2. อธิบายได้ว่าการพาความร้อนนั้น สารที่เป็นตัวพาความร้อนจะต้องเคลื่อนที่ไปด้วย
3. นำหลักการถ่ายเทความร้อน โดยการพาไปใช้อธิบายปรากฏการณ์บางอย่างในชีวิตประจำวันได้

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 34 - 35

กิจกรรมการเรียนการสอน

อภิปรายก่อนการเรียน

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียน โดยอภิปรายเรื่องการถ่ายเทพลังงาน โดยการนำ และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงานรูปต่าง ๆ

2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "ทุกวันวิชัยเดินทางไปโรงเรียน เขาจะต้องข้ามรถยนต์ที่หน้าบ้านเป็นประจำ เขาสังเกตเห็นคนขับเรือเปิดน้ำระบายความร้อนออกจากเรือลงสู่แม่น้ำอยู่เสมอ ในขณะที่เขี้ยวกับน้ำจากแม่น้ำก็หมุนเวียนขึ้นมาด้วยเครื่องสูบน้ำภายในเรือ เพื่อระบายความร้อนของเครื่องยนต์ วิชัยเคยใช้มือไปรอที่น้ำทิ้งดังกล่าวปรากฏว่าน้ำค่อนข้างร้อน"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อให้นักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียน อภิปราย เพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียนตั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ ใช้ลงในคู่มือนักเรียน และให้ตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียน และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์ แล้วส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นตอนทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลองและบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง
2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน
3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียน

-

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แผนการสอนครั้งที่ 10 เรื่อง การรับและคายความร้อนของวัตถุสีขาวและสีดำ
เวลา 2 คาบ (100 นาที)

มโนคติ

1. วัตถุสีขาวและสีดำเมื่อได้รับความร้อน วัตถุสีขาวจะมีอุณหภูมิสูงกว่าสีดำ
2. วัตถุสีขาวจะคายความร้อนได้เร็วกว่าวัตถุสีดำ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

1. บอกได้ว่าวัตถุสีขาวและสีดำ เมื่อได้รับความร้อน วัตถุสีขาวจะมีอุณหภูมิสูงกว่า
สีดำ
2. สรุปได้ว่า วัตถุสีขาวจะคายความร้อนได้เร็วกว่าวัตถุสีดำ

เนื้อหา

ใช้เนื้อหาตามแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 204 หน้า 35 - 37

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

อภิปรายก่อนการทดลอง

1. ครูทบทวนความรู้เดิมให้กับนักเรียน โดยอภิปรายเรื่องการถ่ายเทพลังงาน โดยการพา และสนทนากับนักเรียนเกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ
2. ครูให้สถานการณ์แก่นักเรียนดังนี้ "วิทย์ วัณณ์ และวุฒิ พากันไปเที่ยวที่ชายทะเล วิทย์สวมเสื้อขาว วัณณ์สวมเสื้อดำ และวุฒิสวมเสื้อเหลือง ขณะเดินเที่ยวอยู่ที่ชายหาดนั้น วัณณ์รู้สึกร้อนมากจนถึงกับชวนให้วิทย์และวุฒิขึ้นไปนั่งพักหลบแดดที่มังกาโลชายหาด ในขณะที่วิทย์และวุฒิรู้สึกร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น วิทย์และวุฒิจึงมองวัณณ์ด้วยความแปลกใจที่เห็นวัณณ์ร้อนผิดปกติ"

3. นักเรียนแต่ละคนช่วยกันระบุปัญหา และอภิปรายปัญหากันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานปัญหาที่กลุ่มระบุได้ หลังจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เกี่ยวกับปัญหาที่ระบุได้ (ในกรณีที่ระบุปัญหาได้ไม่ถูกต้อง) เพื่อนักเรียนจะได้ระบุปัญหาใหม่ให้สมบูรณ์ และถูกต้อง แล้วบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

4. ให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา กำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม นิยามเชิงปฏิบัติการ

5. ครูและนักเรียนอภิปราย เพื่อหาเกณฑ์ในการจำแนกสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา (ตัวแปรต้น)

6. ครูให้นักเรียน ทั้งสมมติฐาน และอภิปรายกันภายในกลุ่ม พร้อมทั้งส่งตัวแทนมารายงานสมมติฐานที่กลุ่มระบุได้ ต่อจากนั้นครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน เพื่อตั้งสมมติฐานใหม่ให้สมบูรณ์ และถูกต้องยิ่งขึ้น และบันทึกลงในคู่มือนักเรียน

7. ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร และวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ลงในคู่มือนักเรียน แล้วส่งตัวแทนกลุ่มออกมารายงาน

8. ครูกำหนดอุปกรณ์การทดลองให้แก่กลุ่ม แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันออกแบบการทดลอง วิธีควบคุมตัวแปร วัสดุอุปกรณ์แล้วส่งตัวแทนออกมารายงาน

9. ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียนเพื่อปรับปรุงวิธีทำการทดลองให้สมบูรณ์ และถูกต้อง ก่อนลงมือทำการทดลอง

ขั้นทดลอง

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในคู่มือนักเรียน

อภิปรายหลังการทดลอง

1. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายตามแนวคำถามในแบบเรียน เพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง

2. ครูเพิ่มเติมความรู้ให้กับนักเรียน เรื่องการประหยัคพลังงาน

3. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดในคู่มือนักเรียน

สื่อการเรียน

กราฟแสดงพลังงานสะสมในพืชและสัตว์

การประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การรายงานผลการทดลองของนักเรียน
2. การทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

- คำชี้แจง
1. ให้นักเรียนเขียนเฉพาะเลขที่ของนักเรียนลงบนกระดาษคำตอบ
 2. ให้นักเรียนใช้สถานการณ์เป็นข้อมูลในการตอบคำถาม
 3. แบบทดสอบฉบับนี้จะมีข้อมูลที่เป็นสถานการณ์มาให้ให้นักเรียนศึกษา ให้นักเรียนใช้เฉพาะข้อมูลในสถานการณ์นั้น ๆ ตอบคำถาม ซึ่งแต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ในแต่ละสถานการณ์มีคำถาม 4 ข้อ
 4. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 32 ข้อ ให้เวลาทำ 50 นาที
 5. ห้ามชีก - เขียนลงบนแบบทดสอบ

สถานการณ์ที่ 1 หมู่บ้านแห่งหนึ่งมีร้านขายอาหารอยู่เพียงร้านเดียวและซื้ออาหารจำพวกเนื้อสัตว์และผักจากรถยนต์ที่นำอาหารมาขายเพียงคันเดียวเพื่อนำมาประกอบอาหารขายให้ชาวบ้านรับประทานอยู่เป็นประจำ เช่น ลาบ เนื้อย่าง น้ำตก และอาหารประเภทต่าง ๆ โดยไม่คำนึงถึงความสะอาด คุณค่าและประโยชน์ที่จะได้รับ จึงทำให้ชาวบ้านในหมู่บ้านนี้เกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินอาหารอยู่เสมอ

1. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
 - ก. หมู่บ้านนี้ขาดแคลนอาหาร
 - ข. หมู่บ้านนี้ไม่มีตลาด
 - ค. ชาวบ้านป่วยด้วยโรคทางเดินอาหาร
 - ง. ชาวบ้านชอบสะสมอาหารไว้นานหลายวัน
2. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
 - ก. เนื้อสัตว์และผักไม่สด
 - ข. หมู่บ้านนี้ขาดแคลนตลาด
 - ค. เกิดโรคทางเดินอาหารระบาดในหมู่บ้าน
 - ง. ชาวบ้านรับประทานอาหารไม่ถูกสุขลักษณะ

3. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ส่งเสริมให้มีการค้าขายอาหารในหมู่บ้าน
 - ให้คำแนะนำเรื่องการประกอบอาหารที่ถูกสุขลักษณะ
 - ส่งเสริมให้ชาวบ้านปลูกผักกับประทานเอง
 - ให้ชาวบ้านฉีดวัคซีนป้องกันโรค
4. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ชาวบ้านมีอาชีพเพิ่มขึ้น
 - ชาวบ้านมีภูมิคุ้มกันโรค
 - ชาวบ้านไม่เจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินอาหาร
 - ชาวบ้านมีผักรับประทานทุกวัน

สถานการณ์ที่ 2 ในฤดูฝนของทุกปีที่ฝนตกหนัก น้ำในลำธารจะไหลเชี่ยวทำให้เนื้อที่ของบ้านพักตากอากาศหลังหนึ่งซึ่งปลูกอยู่บริเวณริมลำธาร เชิงเขามีเนื้อที่ล้นน้อยลงทุกปี โดยเฉพาะเนื้อที่บริเวณที่ใกล้กับลำธารที่เป็นที่โล่ง ไม่มีต้นไม้ปกคลุม

5. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
- เนื้อที่ของบ้านพักตากอากาศลดลง
 - ลำธารสายนี้เปลี่ยนทางเดิน
 - น้ำในลำธารมีปริมาณเพิ่มขึ้น
 - ภูเขาพังหลายทับถมเนื้อที่บางส่วนของบ้านพักตากอากาศ
6. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
- ป่าถูกทำลาย
 - น้ำกัดเซาะดิน
 - น้ำในลำธารเปลี่ยนทางเดิน
 - คนทิ้งขยะลงลำธารมากทำให้ตื้นเขิน

7. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ปลูกป่าทดแทนป่าที่ถูกทำลาย
 - สร้างเขื่อนเก็บกักน้ำบริเวณเชิงเขา
 - นำดินมาทิ้งบริเวณริมลำธาร
 - ห้ามทิ้งขยะลงในลำธาร
8. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- น้ำในลำธารจะมีปริมาณเท่าเดิม
 - มีจำนวนป่าไม้เพิ่มมากขึ้น
 - พื้นที่บริเวณบ้านนี้จะไม่ลดลงอีก
 - น้ำในลำธารไม่เปลี่ยนทางเดิน

สถานการณ์ที่ 3 หมู่บ้านแห่งหนึ่งอยู่ห่างไกลความเจริญไม่มีไฟฟ้าใช้ ชาวบ้านนิยมใช้ถ่านในการหุงต้มอาหาร โดยตัดในป่าบริเวณใกล้เคียงมาเผาทำเป็นถ่าน ค่อยมาไม้ที่จะใช้เผาถ่านมีปริมาณลดลงทำให้ ชาวบ้านขาดแคลนเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร ก่อให้เกิดความเดือดร้อนเป็นอย่างมาก

9. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
- ชาวบ้านไม่มีไฟฟ้าใช้
 - ชาวบ้านไม่มีไม้สำหรับเผาถ่าน
 - ชาวบ้านต้องลำบากไปตัดไม้จากที่อื่น
 - ชาวบ้านมีฐานะยากจน
10. ข้อใดคือสาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้
- ชาวบ้านขาดความรู้ในการใช้เชื้อเพลิงทดแทน
 - ชาวบ้านไม่ยอมใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นทดแทน
 - ป่าไม้ถูกทำลาย
 - ชาวบ้านต้องการมีไฟฟ้าใช้

11. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ก. จัดหาหน่อกล้วยความสะอาดในการล่าเหยื่อไม่จากที่อื่น
 - ข. หาทางนำไฟฟ้าเข้าสู่หมู่บ้าน
 - ค. ส่งเสริมให้มีการเผาถ่านอย่างถูกวิธี
 - ง. ปลุกป่าไม้ทดแทนเมื่อตัดไม้ไปใช้
12. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ก. ชาวบ้านรู้วิธีการเผาถ่านที่ถูกต้อง
 - ข. มีป่าไม้ให้ชาวบ้านใช้เช่นเดิม
 - ค. ชาวบ้านมีไฟฟ้าใช้
 - ง. ชาวบ้านสามารถล่าเหยื่อไม่จากที่อื่นได้สะดวกขึ้น

สถานการณ์ที่ 4 เมืองแร่แห่งหนึ่งมีการขุดแร่และถลุงแร่มาเป็นเวลานานหลายปี จึงมีเศษแร่หมักถมกันอยู่เป็นจำนวนมาก ทุกครั้งที่ฝนตกหรือลมพัดมา มักจะมีคนเห็นแสงสว่างเรือง ๆ ขึ้นมาเหนือบริเวณกองเศษแร่ดังกล่าว ทำให้เกิดความหวาดกลัวว่า อาจจะเกิดอันตรายขึ้นได้ถ้าผ่านมามาแล้ว ๆ บริเวณนี้

13. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
- ก. คนหวาดกลัวแสงสว่างเรือง ๆ เหนือกองเศษแร่
 - ข. คนไม่กล้าเดินผ่านบริเวณกองเศษแร่
 - ค. มีคนร้ายขุดซ่อนอยู่บริเวณกองเศษแร่
 - ง. บริเวณกองเศษแร่มีค

14. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
- ก. คนร้ายสร้างสถานการณ์เพื่อพรางตนเอง
 - ข. บริเวณกองเศษแร่มีแสงสว่างไม่เพียงพอ
 - ค. คนที่พบเห็นแสงสว่างเรือง ๆ นำไปเล่าเสริมมากกว่าความเป็นจริง
 - ง. กองเศษแร่มีเศษแร่ที่สะท้อนแสงได้
15. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ก. ดึงหลอดไฟไว้บริเวณกองเศษแร่ให้สว่าง
 - ข. นำเศษแร่มาตรวจสอบคุณสมบัติ
 - ค. จ้างยามรักษาการณ์ให้เข้มงวดขึ้น
 - ง. นำเศษแร่ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น
16. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ก. ไม่มีโจรร้ายชุกชอนอยู่บริเวณกองเศษแร่
 - ข. พบความจริงแบบบางชนิดสามารถเรืองแสงได้
 - ค. มีความปลอดภัยบริเวณกองเศษแรมากขึ้น
 - ง. สามารถนำเศษแร่ไปใช้ประโยชน์ได้

สถานการณ์ที่ 5 สมมติว่านักเรียนอาศัยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ซึ่งปล่อยควันรบกวนไปทั่วบริเวณนั้น และนักเรียนพบว่าต้นกุ่มหลายในสนามหญ้าที่บ้านของนักเรียนไม่ค่อยเจริญเติบโต แต่สนามหญ่ายังคงสภาพที่สมบูรณ์อยู่ เมื่อนักเรียนสังเกตต้นกุ่มหลายอย่าง ใกล้ชิดก็พบว่ามีละอองเล็ก ๆ สีดำปกคลุมทั่วไปทั้งต้นของกุ่มหลาย

17. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร
- ก. หญ้าขึ้นปกคลุมมากเกินไป
 - ข. บ้านสกปรกเพราะเขม่าจากโรงงาน
 - ค. ต้นกุ่มหลายขาดคนดูแล
 - ง. ต้นกุ่มหลายไม่เจริญเติบโต

18. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร
- ก. ปล่องไฟไม่มีแผ่นกรองเขม่า
 - ข. ครว้นจากโรงงานลอยมาเกาะติดใบของกุหลาบ
 - ค. บ้านอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม
 - ง. ชากคนคุแลสนามหญ้าและต้นกุหลาบ
19. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหามิในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ก. ย้ายบ้านออกไปให้ไกลจากโรงงาน
 - ข. ให้โรงงานควบคุมมลพิษ
 - ค. รดน้ำที่ลำต้นและใบเพื่อชะล้างละอองเล็ก ๆ ออก
 - ง. จ้างคนคุแลสนามหญ้าและต้นไม้
20. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการ เพื่อแก้ปัญหามิในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ก. บ้านสะอาดปราศจากเขม่าควัน
 - ข. ต้นกุหลาบเจริญเติบโตได้ดีต่อไป
 - ค. บ้านอยู่ไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมมาก
 - ง. มีสนามหญ้าที่สวยงาม

24. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. หลอดไฟในการทดลองที่ 1 สว่างเท่ากับหลอดไฟในการทดลองที่ 2
- ข. หลอดไฟในการทดลองที่ 2 สว่างกว่าหลอดไฟในการทดลองที่ 1
- ค. หลอดไฟทั้ง 2 การทดลองสว่างขึ้นกว่าเดิม
- ง. หลอดไฟในการทดลองที่ 1 สว่าง

สถานการณ์ที่ 7 บ้านของสมพรเป็นบ้านไม้ใต้ถุนสูงชั้นเดียว ทำรางน้ำเป็นรูปทรงกระบอก ตั้งรับลมอยู่กลางทุ่งนา ในเวลากลางคืนลมจะพัดแรงมาก และจะมีเสียงหวีดดังหนาวหรรบกววนทำให้นอนไม่หลับอยู่เสมอ

25. ปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. นอนไม่หลับ
- ข. บ้านตั้งอยู่กลางทุ่งนา
- ค. เกิดเสียงดังรบกวน
- ง. ลมพัดแรงมากในเวลากลางคืน

26. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. เสียงลมพัดผ่านต้นข้าวกลางทุ่งนา
- ข. เสียงลมพัดผ่านเข้าไปภายในรางน้ำทรงกระบอก
- ค. เสียงนิยายผีจากวิทยุของชาวบ้าน
- ง. เสียงขลุ่ยจากที่อื่นไกล ๆ ดังแว่วมา

27. นักเรียนคิดว่าจะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ได้อย่างไร

- ก. สอบถามชาวบ้านเพื่อหาที่มาของเสียง
- ข. หาวัสดุไปปิดที่ปากทรงกระบอกของรางน้ำ
- ค. เปิดวิทยุกลบเสียงที่หวีดดังรบกวน
- ง. ปิดประตูหน้าต่างบ้านให้หมดในเวลากลางคืน

28. จากวิธีการที่นักเรียนเสนอเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้ นักเรียนคิดว่าผลที่ได้จะเป็นอย่างไร

- ก. ได้รับความบันเทิงจากวิทยุ
- ข. ไม่มีเสียงดังรบกวนในเวลากลางคืน
- ค. ได้ทราบข้อมูลที่แท้จริงของเสียงที่หวีดดังในเวลากลางคืน
- ง. ไม่หาวคอกสัวเมื่อไคยีนเสียงที่หวีดดังรบกวน

สถานการณ์ที่ 8 พืชทดลองเพราะเมล็ดถั่วเขียวในภาชนะครอบแก้ว 2 ใบ ที่กับอากาศภายนอกเข้าได้เหมือนกัน ใบที่หนึ่งใส่ผลไม้สุกไว้ในครอบ ภาชนะใบที่ 2 ไม่ใส่ผลไม้สุกไว้ในครอบ แต่ทั้งสองภาชนะรดน้ำในปริมาณที่เท่ากัน และตั้งไว้ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ ปรากฏว่า ต้นถั่วเขียวในภาชนะที่ใส่ผลไม้สุกมีลำต้นอ้วนสั้น ส่วนต้นถั่วเขียวในภาชนะที่ไม่ใส่ผลไม้สุกมีลำต้นผอมสูง

29. ปัญหาในสถานการณ์นี้คืออะไร

- ก. ถั่วเขียวในภาชนะในใบที่ 2 มีลำต้นผอมสูง
- ข. ภาชนะในภาชนะครอบแก้วทั้ง 2 ใบมีราเกิดขึ้น
- ค. ภาชนะในภาชนะครอบแก้วที่ใส่ผลไม้สุกมีราเกิดขึ้น
- ง. ผลไม้ที่ใส่ในภาชนะครอบแก้วเริ่มเน่า

30. สาเหตุของปัญหาในสถานการณ์นี้ คืออะไร

- ก. ผลไม้สุกทำให้เกิดรา
- ข. ผลไม้สุกส่งผลต่อการเจริญเติบโตด้านข้างของลำต้น
- ค. ต้นถั่วเขียวทำให้ผลไม้เน่า
- ง. ภาชนะครอบแก้วทำให้ราเจริญเติบโตเร็ว

31. นักเรียนคิดว่า จะแก้ปัญหาในสถานการณ์นี้อย่างไร
- ก. นิ่งฆ่าเชื้อภาชนะครอบแก้วก่อนทดลอง
 - ข. ไม่เพาะตัวเหี่ยวในภาชนะครอบแก้ว
 - ค. ไม่ใส่ผลไม้สุกในภาชนะครอบแก้วที่เพาะตัวเหี่ยว
 - ง. ใส่ผลไม้สุกลงในภาชนะครอบแก้วที่เพาะตัวเหี่ยวทั้ง 2 ใบ
32. จากการที่นักเรียนได้เสนอวิธีการ เพื่อแก้ปัญหานี้ ผลที่ได้จะเป็นอย่างไร
- ก. ไม่มีราเกิดขึ้นในภาชนะครอบแก้ว
 - ข. ผลไม้สุกทั้งสองภาชนะไม่เน่า
 - ค. ต้นตัวเหี่ยวในภาชนะครอบแก้วทั้งสองใบจะมีลักษณะลำต้นอ้วนสั้น
 - ง. ตัวเหี่ยวในภาชนะครอบแก้วทั้งสองใบยังมีลักษณะลำต้นค่างกันเหมือนเดิม

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - นามสกุล ชั้น เลขที่ ของนักเรียนลงบนกระดาษคำตอบ
2. ให้นักเรียนตอบในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาทลงในช่อง ก, ข, ค, ง หรือ จ ลงในกระดาษคำตอบ
3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
4. ห้ามขีด - เขียนลงบนแบบทดสอบ

1. การที่พลังงานความร้อนเคลื่อนที่ผ่านไปในตัวกลางโดยที่ตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ เรียกว่าอะไร
- ก. การพาความร้อน
- ข. การนำความร้อน
- ค. การแผ่รังสีความร้อน
- ง. การกระจายความร้อน
- จ. การกุกความร้อน

คำชี้แจง ให้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 2 - 5 ในการทดลองหาค่าพลังงานของเชื้อเพลิง 4 ชนิด โดยการต้มน้ำ โดยผลการทดลองทั้งตารางข้างล่างนี้

เชื้อเพลิง	มวลของ เชื้อเพลิง		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	ใช้ไป
แอลกอฮอล์	205.6	202.0	0.6
น้ำมันมะพร้าว	200.0	197.6	2.4
น้ำมันก๊าด	195.4	193.2	2.2
น้ำมันเตา	197.6	195.3	2.3

2. ตัวแปรในข้อใดที่ไม่ต้องควบคุม
 - ก. มวลของเชื้อเพลิงก่อนทดลอง
 - ข. อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้น
 - ค. ปริมาตรของน้ำที่ใช้
 - ง. วิธีทดลอง
 - จ. เวลาที่ใช้ในการทดลอง
3. ถ้าใช้น้ำ 50 ซม.³ และน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 50 องศาเซลเซียส พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับมีค่ากี่แคลอรี
 - ก. 1,000 แคลอรี
 - ข. 2,500 แคลอรี
 - ค. 2,000 แคลอรี
 - ง. 3,000 แคลอรี
 - จ. 3,500 แคลอรี
4. ถ้าใช้น้ำมันก๊าด 2.2 กรัม คมน้ำ 50 ซม.³ และน้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 50 องศาเซลเซียส ค่าความร้อนของน้ำมันก๊าดมีค่าเท่ากับกี่แคลอรี
 - ก. 1.04 แคลอรี
 - ข. 1.14 แคลอรี
 - ค. 1.44 แคลอรี
 - ง. 1.54 แคลอรี
 - จ. 1.64 แคลอรี
5. ถ้าปริมาตรน้ำที่ใช้ 75 ซม.³ และความร้อนจากน้ำมันเตาทำให้น้ำร้อนขึ้นอีก 40 องศาเซลเซียส น้ำมันเตาให้ความร้อนเท่าใด
 - ก. 1.1 กิโลแคลอรี
 - ข. 1.2 กิโลแคลอรี
 - ค. 1.3 กิโลแคลอรี
 - ง. 1.4 กิโลแคลอรี
 - จ. 1.5 กิโลแคลอรี

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากตารางตอบคำถามข้อ 6 - 8

เชื้อเพลิงชนิดที่	สถานะ	ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (คาลอรี)
1	ก๊าซ	35.90
2	ของเหลว	9.50
3	ของแข็ง	8.10
4	ของเหลว	6.46

6. เชื้อเพลิงชนิดใดเหมาะสมสำหรับใช้ในการหุงต้ม

- ก. ชนิดที่ 1
- ข. ชนิดที่ 2
- ค. ชนิดที่ 3
- ง. ชนิดที่ 4
- จ. ชนิดที่ 1 และ 4

7. ในการส่งยานอวกาศออกไปนอกโลก ควรเลือกใช้เชื้อเพลิงชนิดใด

- ก. ชนิดที่ 1
- ข. ชนิดที่ 2
- ค. ชนิดที่ 3
- ง. ชนิดที่ 4
- จ. ชนิดที่ 3 และ 4

8. ถ้านำเชื้อเพลิงทั้งสี่ชนิดนี้ไปต้มน้ำที่มีปริมาตรเท่ากันให้เดือด เชื้อเพลิงชนิดใดที่ต้องใช้ปริมาณมากที่สุด
- ชนิดที่ 1
 - ชนิดที่ 2
 - ชนิดที่ 3
 - ชนิดที่ 4
 - ชนิดที่ 1 และ 3
9. ข้อเสียของเชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมคืออะไร
- ใช้เวลาในการเกิดนาน
 - ให้พลังงานความร้อนน้อย
 - สลายตัวง่ายที่ความดันปกติ
 - ราคาค่อนข้างแพง
 - ติดไฟง่าย
10. พลังงานที่ใช้ในประเทศไทยได้จากแหล่งใดมากที่สุด และรองลงมาคืออะไร
- น้ำมันและถ่านหิน
 - น้ำมันกับถ่านไม้
 - พลังงานน้ำตกกับน้ำมัน
 - น้ำมันกับพลังงานน้ำตก
 - นิวเคลียร์กับพลังงานน้ำตก
11. หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสม คือข้อใด
- ให้ต้นทุนต่ำ ราคาถูก
 - ให้ความร้อนสูง ราคาแพง
 - ให้ต้นทุนเล็กน้อย หาง่าย ราคาถูก
 - ให้ความร้อนสูง ใช้น้อย ราคาปานกลาง
 - ให้ความร้อนสูง ปลอดภัย ราคาถูก

12. เมื่อนำถ่านและไม้ไผ่อย่างละ 1 กรัม มาเผาไหม้จนหมด ปรากฏว่า ถ่านให้ปริมาณความร้อน 8.10 กิโลแคลอรี ไม้ไผ่ให้ปริมาณความร้อน 4.11 กิโลแคลอรี สรุปได้
อย่างไร
- ถ่านมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงสูงกว่าไม้ไผ่
 - ถ่านมีค่าความร้อนเชื้อเพลิงน้อยกว่าไม้ไผ่
 - ถ่านและไม้ไผ่มีค่าความร้อนเชื้อเพลิงเท่ากัน
 - ไม้ไผ่ไม่มีค่าความร้อนเชื้อเพลิง
 - ถ่านไม่มีค่าความร้อนเชื้อเพลิง
13. วัตถุนิคหนึ่งมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นำไปหย่อนลงไปในน้ำซึ่งมีมวล 20 กรัม
อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 70 องศาเซลเซียส น้ำมีความร้อน
เพิ่มขึ้นกี่แคลอรี
- 70 แคลอรี
 - 150 แคลอรี
 - 600 แคลอรี
 - 1,000 แคลอรี
 - 1,400 แคลอรี

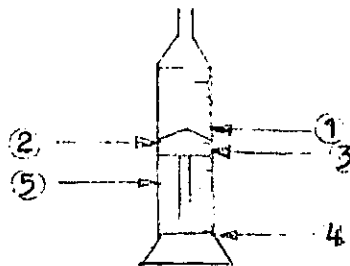
คำชี้แจง ตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 14 - 18

ทดลอง ใบที่	ปริมาตรน้ำ (ซม. ³)	จำนวน ลูกกลมโลหะ	อุณหภูมิของน้ำ	
			ก่อนทดลอง	หลังทดลอง
1	20	20	28	30
2	20	20	28	28

วิธีทดลอง เขย่ากลองใบที่ 1 เป็นเวลา 5 นาที ทั้งกลองใบที่ 2 ว่าง ๆ

14. อุณหภูมิของน้ำในกล่องใบที่ 1 เพิ่มขึ้น เพราะสาเหตุใด
- การถ่ายเทความร้อน
 - การส่งผ่านความร้อน
 - การพาความร้อน
 - การดูดกลืนความร้อน
 - การนำความร้อน
15. การเขย่ากล่องใบที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
- กล $\rightarrow$ จลน์ $\rightarrow$ ความร้อน
 - เสียง $\rightarrow$ กล $\rightarrow$ จลน์ $\rightarrow$ ความร้อน
 - จลน์ $\rightarrow$ กล $\rightarrow$ เสียง $\rightarrow$ ความร้อน
 - ความร้อน $\rightarrow$ เสียง $\rightarrow$ จลน์ $\rightarrow$ กล
 - ศักย์ $\rightarrow$ เสียง $\rightarrow$ ความร้อน $\rightarrow$ จลน์
16. จากข้อ 15 ในขณะที่พลังงานเปลี่ยนรูปไปมีค่าเท่ากับพลังงานเริ่มต้นหรือไม่ เพราะเหตุใด
- เท่ากัน เพราะมีการควบคุมการทดลองอย่างดี
 - มากกว่า เพราะได้รับพลังงานส่วนหนึ่งจากสิ่งแวดล้อม
 - น้อยกว่า เพราะมีการสูญเสียพลังงานส่วนหนึ่ง
 - สรุปไม่ได้ เพราะขึ้นอยู่กับผู้ทำการทดลอง
 - เท่ากัน เพราะความร้อนถ่ายเทจากลูกกลมโลหะไปยังน้ำโดยตรง
17. ในการทดลองนี้เวลาทรงปริมาตรของน้ำ 20 ซม.³ ควรอ่านที่ระดับใด

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



18. ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับมีค่าเท่าใด
- 20 แคลอรี
 - 30 แคลอรี
 - 40 แคลอรี
 - 50 แคลอรี
 - 60 แคลอรี
19. เมื่อเอามือสองข้างถูกันมีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
- พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
 - พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงสว่าง
 - พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 - พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 - พลังงานความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
20. สมบัติข้อวิทย์ที่ใช้กับไฟฟ้ามีความต่างศักย์ 120 โวลต์ หากต้องการใช้กับไฟฟ้าบ้านซึ่งมีความต่างศักย์ 220 โวลต์ จะต้องทำอย่างไร
- ใช้หม้อแปลงลง ให้มีความต่างศักย์ 120 โวลต์
 - ใช้หม้อแปลงขึ้น ให้มีความต่างศักย์ 220 โวลต์
 - ใช้ถ่านไฟฉาย 12 โวลต์
 - ใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์
 - ใช้หม้อแปลงลง ให้มีความต่างศักย์ 12 โวลต์
21. ถ้าความต่างศักย์ของไฟบ้านเป็น 220 โวลต์ ควรใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด
- โทรทัศน์ 50 วัตต์ 110 โวลต์
 - วิทยุเทป 10 วัตต์ 250 โวลต์
 - เตารีด 600 วัตต์ 450 โวลต์
 - เครื่องซักผ้า 200 วัตต์ 220 โวลต์
 - หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 1,000 วัตต์ 110 โวลต์

22. นายค่านำหลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 220 โวลต์ต่อกับไฟฟ้า 110 โวลต์ ได้ผลดังนี้

1. ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า 60 วัตต์
2. ความต้านทานลดลง
3. หลอดไฟสว่างน้อยลง
4. หลอดไฟฟ้าขาดเมื่อสว่างเป็นเวลาครึ่งชั่วโมง

ข้อใดเป็นผลการทดลองที่ถูกต้อง

- ก. 1, 2
- ข. 2, 4
- ค. 1, 3
- ง. 1, 4
- จ. 1, 2 และ 4

23. ในบ้านที่ใช้ไฟฟ้าควรมีฟิวส์ไว้เพื่อประโยชน์อะไร

- ก. ป้องกันความตํ่าศักย์ค่าเกินไป
- ข. ป้องกันความตํ่าศักย์มากเกินไป
- ค. ป้องกันกระแสผ่านวงจรน้อยเกินไป
- ง. ป้องกันกระแสผ่านวงจรมากเกินไป
- จ. ป้องกันความตํ่าศักย์สูงเกินขนาด

24. อุปกรณ์ไฟฟ้าใดใช้หลักการปล่อยกระแสไฟฟ้าจำนวนมากให้ไหลผ่านฉนวนที่มีความต้านทานสูง

- ก. วิทยุทรานซิสเตอร์
- ข. ตู้เย็น
- ค. เตาไฟฟ้า
- ง. เครื่องซักผ้า
- จ. รีเลย์

25. นายทองหลอดใช้หลอดไฟที่มีความต่างศักย์ 3 โวลต์ มาใช้กับไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 1.5 โวลต์ ผลจะเป็นอย่างไร
- หลอดไฟสว่างน้อย
 - หลอดไฟสว่างมาก
 - หลอดไฟไม่สว่าง
 - สายไฟจะขาด
 - สายไฟจะร้อนเกินขนาด

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลจากตารางข้างล่างนี้ตอบคำถามข้อ 26

อุณหภูมิของน้ำ 20 ซม. ³ ในคาออร์มีเตอร์ (องค์าเซลเซียส)	
ยังไม่ผ่านกระแสไฟฟ้า	ผ่านกระแสไฟฟ้า 16 นาที
28 °ซ.	40 °ซ.

26. พลังงานรูปใดที่ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง
- พลังงานกล
 - พลังงานเคมี
 - พลังงานแสงอาทิตย์
 - พลังงานความร้อน
 - พลังงานไฟฟ้า

27. การทำงานของมอเตอร์ เปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
- พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
 - พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
 - พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
 - พลังงานกลเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
28. ถ้าค่าความร้อนที่คำนวณได้แตกต่างจากความจริง สาเหตุเนื่องมาจากอะไร
- อิทธิพลของอุณหภูมิ
 - วิธีการจัดตั้งชุดการทดลอง
 - พลังงานมีการเปลี่ยนรูปได้หลายอย่าง
 - มีการสูญเสียพลังงานให้กับสิ่งแวดล้อม
 - การอ่านอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์
29. เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้ลูมิเนียมเป็นภาชนะหุงต้ม
- ทนไฟ
 - เป็นตัวนำความร้อนที่ดี
 - เป็นสารที่จุความร้อนได้ดี
 - เป็นสารที่หาได้ง่าย ราคาถูก
 - เป็นโลหะที่มีน้ำหนักเบา
30. ขณะที่ใช้ช้อนโลหะตักขนมที่กำลังร้อน มือจะรู้สึกร้อน แต่เมื่อนำช้อนคันเดียวกันนี้ไปตักไอศกรีมมือจะรู้สึกเย็น นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไร
- ความร้อนจากขนมถ่ายเทมายังมือ
 - ความร้อนจากมือถ่ายเทไปยังไอศกรีม
 - ความร้อนถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำ
 - ความร้อนถ่ายเทจากที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังที่มีอุณหภูมิสูง
 - มือดูดความร้อนจากขนมไว้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

- คำชี้แจง
1. ให้นักเรียนเขียนชื่อ - สกุล ชั้น เลขที่ของนักเรียนลงบนกระดาษคำตอบ
 2. ให้นักเรียนตอบในข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาทในของ ก, ข, ค, ง หรือ จ
 3. ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 30 ข้อ ให้เวลาทำ 30 นาที
 4. ห้ามขีด - เขียนลงบนแบบทดสอบ

1. การส่งผ่านความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เรียกว่าอะไร

- ก. การพาความร้อน
- ข. การนำความร้อน
- ค. การแผ่รังสีความร้อน
- ง. การกระจายความร้อน
- จ. การกุกความร้อน

คำชี้แจง ไข้ขมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 2 - 5 เมื่อทดลองนำตะเกียงต่างกัน 3 ชนิด มาต้มน้ำในเวลาเท่ากัน ได้ผลการทดลองดังตารางข้างล่าง

ตะเกียงที่	มวลของน้ำ (กรัม)	อุณหภูมิของน้ำ		ปริมาณความร้อนที่ใช้
		ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
1	100	0	5	เอ
2	100	25	28	บี
3	100	30	32	ซี

2. จากการทดลองนี้ เราต้องควบคุมตัวแปรใด

- ก. อุณหภูมิ ก่อนทดลอง
- ข. อุณหภูมิ หลังทดลอง
- ค. มวลของน้ำ
- ง. ปริมาณความร้อน
- จ. จำนวนตะเกียง

3. ปริมาณความร้อนในข้อใดที่น้ำได้รับมากที่สุด

- ก. เอ
- ข. บี
- ค. ซี
- ง. เอ และ บี
- จ. บี และ ซี

4. ตะเกียงที่เท่าไร ให้ค่าพลังงานความร้อนสูงที่สุด

- ก. 1
- ข. 2
- ค. 3
- ง. 1 และ 2
- จ. 2 และ 3

5. เชื้อเพลิงในตะเกียงที่ 1 ให้ค่าความร้อน 4.04 กิโลแคลอรี/กรัม มีความหมายว่าอย่างไร

- ก. เชื้อเพลิง 4.04 กรัม ให้พลังงานความร้อน 4.04 กิโลแคลอรี
- ข. เชื้อเพลิง 4.04 กรัม ให้พลังงานความร้อน 1 กิโลแคลอรี
- ค. เชื้อเพลิง 1 กรัม ให้พลังงานความร้อน 4.04 กิโลแคลอรี
- ง. เชื้อเพลิง 1 กรัม ให้พลังงานความร้อน 4.04 แคลอรี
- จ. เชื้อเพลิง 1 กรัม ให้พลังงานความร้อน 1 แคลอรี

คำชี้แจง ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6 - 8

รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชม. และแล่นในระยะทาง 300 กิโลเมตร อยู่เป็นประจำ คนขับได้ใช้น้ำมัน 4 ชนิด โดยเติมครั้งละ 60 ลิตร ปรากฏว่าแต่ละครั้ง น้ำมันเหลืออยู่ดังตาราง

ชนิดของน้ำมัน	น้ำมันที่เหลือ (ลิตร)
ก	26
ข	10
ค	18
ง	15

6. น้ำมันชนิดใดให้พลังงานสูงที่สุด
 - ก. ชนิด ก
 - ข. ชนิด ข
 - ค. ชนิด ค
 - ง. ชนิด ง
 - จ. ชนิด ก และ ข
7. เมื่อใช้น้ำมันชนิด ข 1 ลิตร รถวิ่งได้ระยะทางเท่าใด
 - ก. 5 กิโลเมตร
 - ข. 6 กิโลเมตร
 - ค. 8 กิโลเมตร
 - ง. 10 กิโลเมตร
 - จ. 12 กิโลเมตร

8. เมื่อต้องการเดินทาง 500 กิโลเมตร ต้องเติมน้ำมันชนิด ก อย่างน้อยกี่ลิตร
- 15 ลิตร
 - 45 ลิตร
 - 55 ลิตร
 - 75 ลิตร
 - 80 ลิตร
9. เพราะเหตุใดจึงนิยมใช้กาชงนมแทนถ่านไม้
- ให้ความร้อนสูงกว่า
 - ทำให้อาหารมีรสชาดี
 - ใช้สะดวกไม่มีควัน
 - ไวไฟ
 - ราคาถูก
10. เชื้อเพลิงประเภทใดที่ช่วยสงวนทรัพยากรของชาติและส่งเสริมการประหยัด
- แอลกอฮอล์
 - กะลามะพร้าว
 - กาชงนม
 - ถ่านไม้
 - ฟืน
11. ข้อใดไม่ใช่หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สารจำพวกเชื้อเพลิง
- ผลิตได้ภายในประเทศ
 - ใช้สะดวก
 - ให้พลังงานความร้อนต่ำ
 - ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ
 - ราคาถูก

12. การใช้เครื่องกลต้องสิ้นเปลืองพลังงานมากกว่าแรงงานจากสัตว์ เพราะสาเหตุใด
- เครื่องจักรกลหายาก
 - เครื่องจักรกลมีขนาดใหญ่
 - เครื่องจักรกลราคาแพง
 - เครื่องจักรกลมีความผิด
 - เครื่องจักรกลเสื่อมคุณภาพ
13. นายคำหนัก 500 นิวตัน หัวของหนัก 40 นิวตัน เดินไปตามแนวราบ 10 เมตร แล้วเดินขึ้นบันไดซึ่งสูง 1 เมตร นายคำทำงานได้เท่าไร
- 40 จูล
 - 400 จูล
 - 500 จูล
 - 900 จูล
 - 1,200 จูล

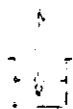
คำชี้แจง ตารางบันทึกผลการทดลองต่อไปนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 14 - 18

กล่อง ใบที่	ปริมาตรน้ำ (ซม. ³)	จำนวน ลูกกลมโลหะ	อุณหภูมิของน้ำ (°ซ)		วิธีทดลอง
			ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	
1	18	20	26	29	เขย่า ทิ้งไว้นิ่ง ๆ
2	18	20	26	26	

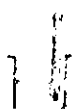
14. อุณหภูมิของน้ำในกล่องใบที่ 1 เพิ่มขึ้น เพราะสาเหตุใด
- การส่งผ่านความร้อน
 - การถ่ายเทความร้อน
 - การคุกกคลื่นความร้อน
 - การพาความร้อน
 - การนำความร้อน
15. ในการเปรียบเทียบพลังงานกลที่ใช้ในการทดลอง เราทราบได้จากอะไร
- อุณหภูมิของน้ำในกล่องใบที่ 1
 - เสียงจากการเขย่า
 - อุณหภูมิของน้ำในกล่องใบที่ 2
 - เวลาที่ใช้ในการเขย่า
 - ค่าความจุความร้อนจำเพาะ
16. เมื่อเขย่ากล่องพลาสติกจะเกิดพลังงานใด
- พลังงานกล
 - พลังงานเสียง
 - พลังงานศักย์
 - พลังงานเคมี
 - พลังงานความร้อน
17. ในการทดลองนี้ เวลาที่อุณหภูมิของน้ำ ควรจะวางเทอร์โมมิเตอร์ในตำแหน่งใด



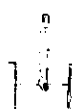
ก



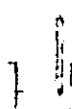
ข



ค



ง



จ

18. ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับมีค่าเท่าใด
- 20 แคลอรี
 - 30 แคลอรี
 - 40 แคลอรี
 - 50 แคลอรี
 - 60 แคลอรี
19. เมื่อเอาไม้ไผ่ 2 อัน มาถูกันแรง ๆ มีการเปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
- พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
 - พลังงานกล เปลี่ยนเป็นพลังงานแสงสว่าง
 - พลังงานกล เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 - พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน
 - พลังงานความร้อนเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
20. วัสดุเครื่อง กับ โทรทัศน์ที่ใช้กับไฟฟ้ามีความต่าง ศักย์ 220 โวลต์ หากต้องการใช้กับไฟบ้านซึ่งมีความต่าง ศักย์ 110 โวลต์ จะต้องทำอย่างไร
- ใช้หม้อแปลงลง ให้มีความต่าง ศักย์ 110 โวลต์
 - ใช้หม้อแปลงขึ้น ให้มีความต่าง ศักย์ 220 โวลต์
 - ใช้ถ่านไฟฉาย 12 โวลต์
 - ใช้แบตเตอรี่ 9 โวลต์
 - ใช้หม้อแปลงลง ให้มีความต่าง ศักย์ 12 โวลต์
21. ไฟฟ้าที่บ้านของแดงมีความต่าง ศักย์ 110 โวลต์ แแดงควรซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด
- กาต้มน้ำ 500 วัตต์ 24 โวลต์
 - เครื่องบดเนื้อไฟฟ้า 750 วัตต์ 250 โวลต์
 - เครื่องดูดฝุ่น 650 วัตต์ 240 โวลต์
 - หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 600 วัตต์ 110 โวลต์
 - พัดลม 40 วัตต์ 220 โวลต์

22. นายแกลงนำหลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 110 โวลต์ ต่อกับไฟฟ้า 120 โวลต์ ได้ผลดังนี้

1. ใช้กระแสไฟฟ้ามากกว่า 60 วัตต์
 2. ความต้านทานลดลง
 3. หลอดไฟสว่างขึ้น
 4. หลอดไฟขาดเมื่อสว่าง เป็นเวลาครึ่งชั่วโมง
- ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. 1 และ 2
- ข. 1 และ 3
- ค. 2 และ 4
- ง. 1 และ 4
- จ. 1, 2 และ 4

23. ในการเลือกซื้อเตาไฟฟ้าต้องคำนึงถึงสิ่งใด

- ก. บริษัทผู้ผลิต
- ข. ราคาของอุปกรณ์
- ค. กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์และกำลังไฟฟ้าของ แอมมิเตอร์
- ง. ความต่าง ศักย์ของอุปกรณ์ตรงกับ ความต่าง ศักย์ของ ใ้บ้าน
- จ. ใบรับประกันของบริษัทผู้ผลิต

24. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 20 โอห์ม เมื่อต่อปลายทั้งสองเข้ากับความต่างศักย์ 220 โวลต์ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนี้กี่แอมแปร์

- ก. 0.30 แอมแปร์
- ข. 0.75 แอมแปร์
- ค. 2.27 แอมแปร์
- ง. 3.00 แอมแปร์
- จ. 4.00 แอมแปร์

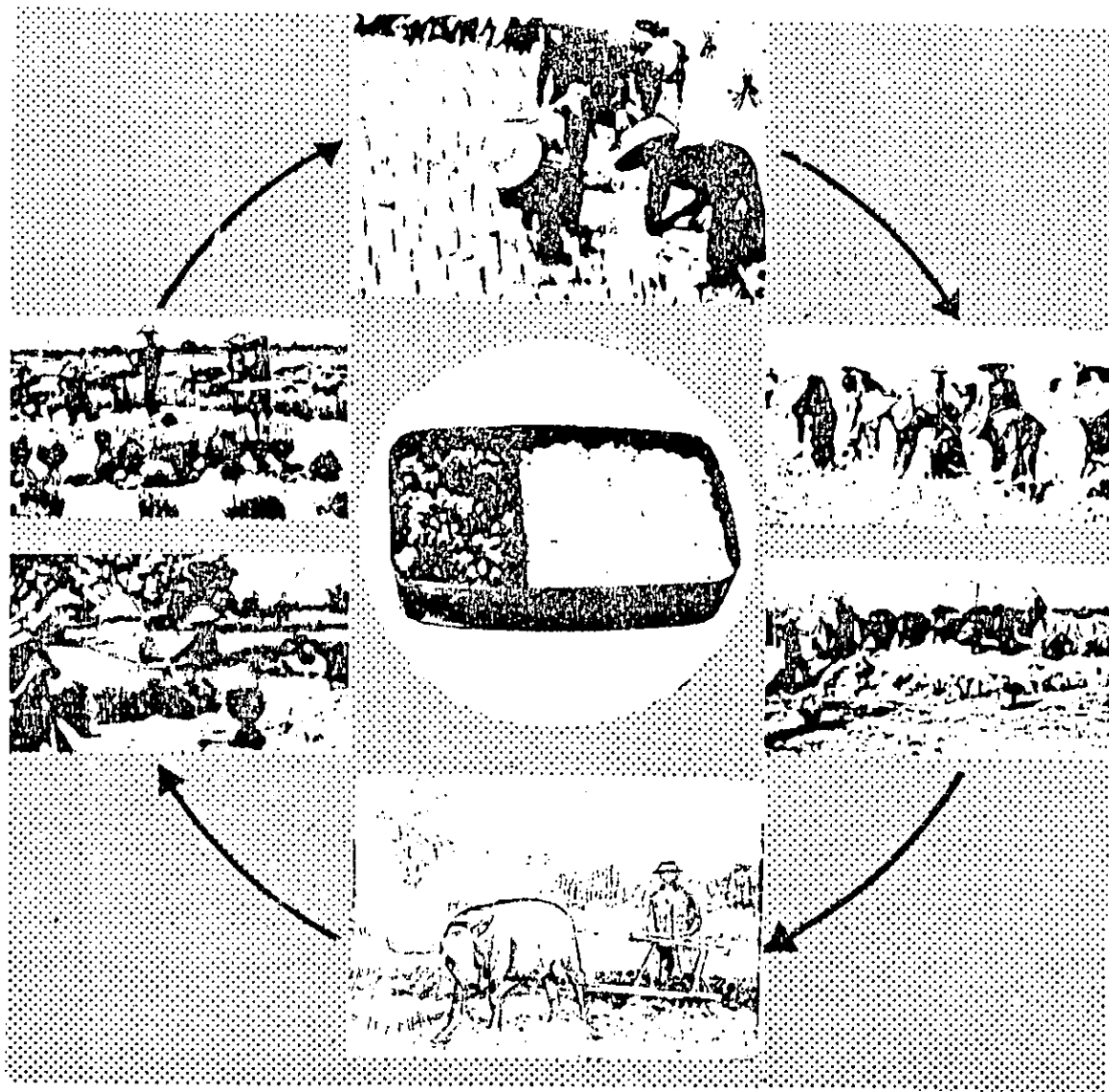
25. นายทองใช้หลอดไฟมีค่าความต่างศักย์ 1.5 โวลต์ มาใช้กับไฟฟ้าที่มีความต่าง ศักย์ 3 โวลต์ ผลจะเป็นอย่างไร
- หลอดไฟสว่างน้อย
 - หลอดไฟสว่างมาก
 - หลอดไฟไม่สว่าง
 - สายไฟจะร้อนเกินขนาด
 - หลอดไฟจะขาด
26. เมื่อคอมอเตอร์ เข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจรมีการ เปลี่ยนรูปพลังงานอย่างไร
- พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี
 - พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกล
 - พลังงานศักย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า
 - พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์
27. ถ้าต้อน้ำหนักมีมวล 100 กรัม เชือกยาว 100 ซม. งานที่มอเตอร์ใช้ในการยกต้อน้ำหนักมีค่าเท่าไร
- 0.98 จูล
 - 9.80 จูล
 - 980 จูล
 - 9,800 จูล
 - 9,850 จูล

28. ถ้านักเรียนต้องการประดิษฐ์ของเล่นที่อาศัยหลักการของมอเตอร์ นักเรียนจะประดิษฐ์ของเล่นชนิดใด
- รถยนต์ไชลาน
 - เครื่องสูบน้ำ
 - เครื่องรับวิทยุ
 - เครื่องชักน้ำ
 - โทรทัศน์
29. การทำกับข้าวในกะทะเหล็กที่ตั้งอยู่บนเตาไฟ เกี่ยวข้องกับการถ่ายเทความร้อนแบบใด
- การแผ่รังสีความร้อน
 - การนำความร้อน
 - การพาความร้อน
 - การกระจายความร้อน
 - การดูดความร้อน
30. ในการหุงต้มอาหารโดยใช้ภาชนะ ไฟไม่ได้สัมผัสกับอาหารโดยตรง แต่ทำให้อาหารสุกได้ เพราะสาเหตุใด
- การนำและการพาความร้อน
 - ความร้อนจากไฟส่งผ่านภาชนะแล้วส่งผ่านไปยังอาหารโดยการนำความร้อน
 - ความร้อนส่งผ่านภาชนะโดยการพาความร้อน
 - ข้อ ก และ ข ถูก
 - ข้อ ข และ ค ถูก

คู่มือ
นักเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง ...
การใช้พลังงาน



รูป 10.1 แสดงกระบวนการผลิตข้าว

การใช้พลังงาน

พลังงานเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างไร ตั้งแต่ตื่นนอนเช้าจนกระทั่งเข้านอน นักเรียนใช้พลังงานรูปใดบ้าง พลังงานนั้น ๆ ได้มาจากแหล่งใด ทุกวันนี้มีการใช้พลังงานกันอย่างมากมายในประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่พัฒนาแล้ว ได้มีการใช้เครื่องทุ่นแรงและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิต รวมทั้งมีการเพิ่มผลผลิตทางด้านการเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาทางด้านการคมนาคมอีกด้วย จึงเห็นได้ว่าการพัฒนาดังกล่าวแล้วต้องใช้พลังงาน ซึ่งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมากมาย นักเรียนคิดว่า ถ้ามีการใช้พลังงานต่อเนื่องกันไปนาน ๆ อย่างไม่ประหยัดและขาดหลักการแล้วพลังงานจะหมดหรือไม่ เราจะมีวิธีการใช้พลังงานต่าง ๆ อย่างไร จึงจะทำให้มีพลังงานเพียงพอใช้ไปตลอดไป

10.1 การใช้พลังงานในชีวิตประจำวัน

สิ่งที่ทราบแล้วว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายต้องกินอาหารและหายใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมนุษย์ นอกจากต้องกินอาหารแล้ว ยังต้องการที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ยานพาหนะ ตลอดจนเครื่องจักรกลต่าง ๆ ที่จะช่วยในการทำงาน นักเรียนทราบหรือไม่ว่า สิ่งจำเป็นเหล่านั้น หากขาดวัตถุใดสิ่งใด และต้องใช้พลังงานอะไรบ้างในการผลิตอุปกรณ์นั้น ๆ

1. จากรูป 10.1 นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า การผลิตข้าวต้องผ่านกระบวนการอะไรบ้าง

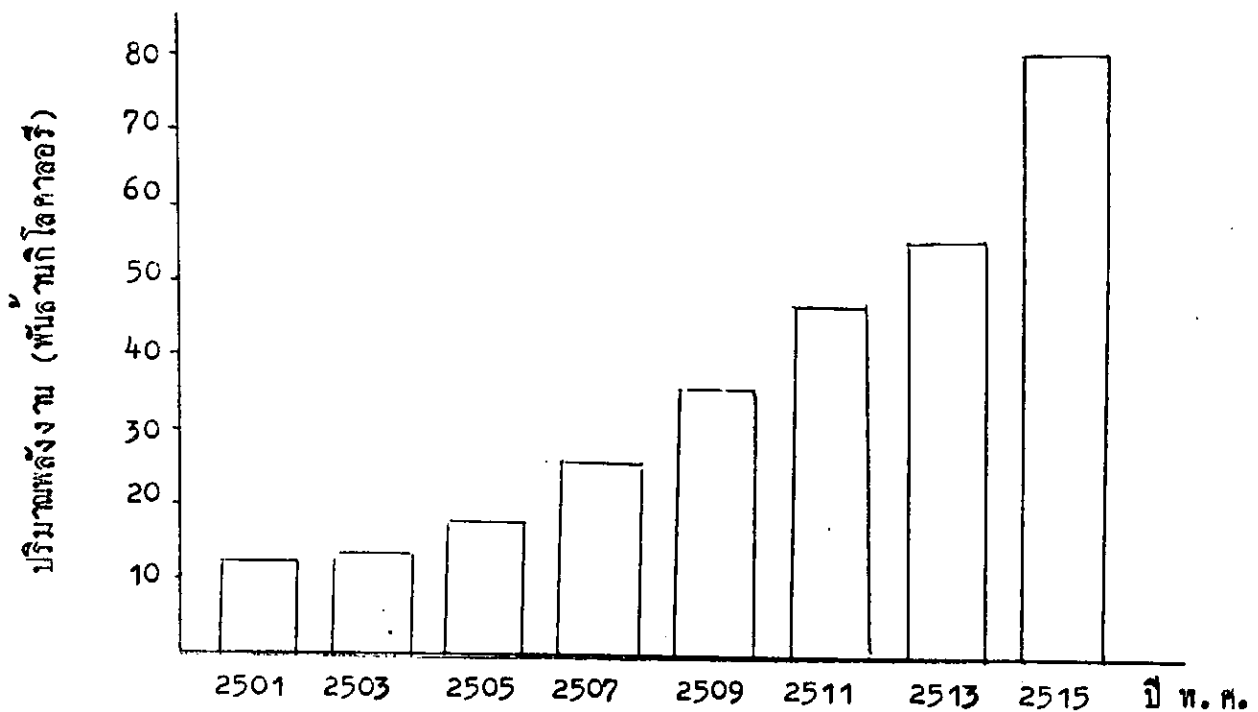
2. กระบวนการแต่ละขั้นนั้นจะต้องใช้พลังงานอะไรบ้าง

ลองพิจารณาการทำนาตั้งแต่เริ่มต้น ใด หว่าน หรือดำ เกษเกี่ยวและสีข้าว จนกระทั่งได้ออกมาเป็นข้าวสำหรับบริโภคนั้น จะเห็นได้ว่าทุก ๆ ขั้นตอน ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า พลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการผลิตข้าวนั้นมีปริมาณเท่าใด และพลังงานสะสมที่มีอยู่ในข้าวนั้นเป็นเท่าใด

จากรายงานการค้นคว้าทดลองพบว่า ถ้าต้องการให้ไฟพลังงานสะสมในข้าว 1 กิโลคาลอรี จะใช้พลังงานต่าง ๆ ในการผลิตดังนี้ คือ พลังงานจากแสงอาทิตย์ 30 กิโลคาลอรี พลังงานจากแรงคนและสัตว์ 0.1 กิโลคาลอรี แต่ถ้าใช้เครื่องจักรกลแทนแล้วจะต้องใช้พลังงาน 0.9 กิโลคาลอรี จากความรู้ที่ได้เรียนมาแล้ว นักเรียนทราบว่า ข้าว 1 กรัม ให้พลังงาน 3.7 กิโลคาลอรี ฉะนั้นพลังงานที่ต้องใช้ในการผลิตซึ่งนอกจากจะใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์แล้ว ยังต้องใช้พลังงานจากแรงคนและสัตว์ $0.1 \times 3.7 = 0.37$ กิโลคาลอรี หรือใช้พลังงานจากเครื่องจักรกล $0.9 \times 3.7 = 3.33$ กิโลคาลอรี ซึ่งสูงกว่าการใช้พลังงานจากแรงคนและสัตว์มาก นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า เป็นเพราะเหตุใด

ในประเทศอุตสาหกรรมนั้น ส่วนใหญ่มักนิยมใช้เครื่องจักรกลแทนแรงงานคนและสัตว์พบว่า พลังงานที่ให้แก่เครื่องจักรกลเพื่อให้เครื่องทำงานนั้น ส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในการเอาชนะความฝืดของเครื่อง ดังนั้นการใช้เครื่องจักรกลจึงสิ้นเปลืองพลังงานมาก แม้ว่าจะช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วและได้ปริมาณมากก็ตาม แต่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายให้แก่ผู้ควบคุมเครื่องและค่าน้ำมันเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตาม การผลิตข้าวทั้งวิธีใช้เครื่องจักรกลกับวิธีใช้แรงงานคนและแรงสัตว์นั้น จะคิดเฉพาะพลังงานที่ใช้แต่เพียงอย่างเดียวไม่ได้ ต้องคิดรวมทั้งค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับค่าจ้าง แรงงาน เชื้อเพลิง และเวลาในการทำงานด้วย

ประเทศไทยต้องผลิตข้าวเพื่อเลี้ยงคนถึง 43 ล้านคน และยังมีเหลือเป็นสินค้าออกส่งไปขายต่างประเทศ เพื่อทำรายได้ให้กับประเทศอีก นักเรียนคิดว่าวิธีใดเหมาะสมที่จะใช้สำหรับประเทศไทยและในการผลิตข้าวจำนวนมากเช่นนี้จะต้องใช้พลังงานในการผลิตจำนวนเท่าใด นอกจากข้าวแล้วยังมีผลิตภัณฑ์อื่น ๆ อีกที่จำเป็นต้องใช้ ถ้ารวมพลังงานที่ใช้ในการผลิตสิ่งต่าง ๆ ทั้งหมดทั่วประเทศ นักเรียนคิดว่าจะมีปริมาณมากน้อยเพียงใด ลองพิจารณาจากกราฟซึ่งแสดงให้เห็นว่าในปีหนึ่ง ๆ ประเทศไทยใช้พลังงานเป็นปริมาณเท่าใด



รูป 10.2 กราฟแสดงปริมาณพลังงานจากเชื้อเพลิงทั้งหมดที่ใช้ในประเทศไทย
ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2501 - 2515

1. ปีใดที่ใช้ปริมาณพลังงานมากที่สุดและปีใดใช้น้อยที่สุด
 2. ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501 ถึงปี พ.ศ. 2515 ปริมาณพลังงานที่ใช้เปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
เพราะเหตุใด
 3. นักเรียนลองคาดคะเนดูว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2515 เรื่อยมาจนกระทั่งปัจจุบัน
ปริมาณพลังงานที่ใช้ควรเพิ่มขึ้นหรือลดลง มีเหตุผลอย่างไร
- นักเรียนได้เห็นแล้วว่าเพียงชั่วระยะเวลา 15 ปี ประชาชนมีความต้องการใช้พลังงานเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากมายนั่นถ้าประชากรของโลกยิ่งเพิ่มจำนวนมากขึ้นเท่าใด ปริมาณพลังงานที่ใช้ก็ยิ่งจะต้องมากตามไปด้วย นอกจากการเพิ่มประชากรแล้ว ยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีอีก ทำให้มีการใช้พลังงานเครื่องจักรเครื่องยนต์ อันเป็นผลให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น จึงจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานเพิ่มเติม เพื่อจะได้มีพลังงานใช้อย่างพอเพียง จากตารางต่อไปนี้ นักเรียนคงจะบอกได้ว่า ประเทศไทยได้มีการใช้พลังงานชนิดใด และมีปริมาณมากน้อยเพียงใด

ตาราง 10.1 แยกปริมาณพลังงานชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2511 - 2520 (ล้านกิโลแคลอรี)

ปี พ.ศ.	น้ำมัน	ถ่านหิน	ถ่านหิน	ฟืน	ถ่านไม้	แก๊ส	กากอ้อย	รวมทั้งสิ้น
2511	3,9372.6	4,109.8	1,289.8	681.8	563.4	350.2	1,924.6	48,292.2
2512	42,538.5	3,068.1	1,376.7	401.0	549.2	335.4	2,232.3	50,501.2
2513	46,635.3	5,324.2	1,435.2	487.1	608.8	371.5	2,698.6	57,560.7
2514	58,797.1	6,113.5	1,608.6	614.8	587.9	393.7	2,597.4	70,212.9
2515	69,039.8	5,596.5	1,342.6	548.1	442.9	323.5	3,082.9	80,371.3
2516	79,231.2	6,066.7	1,337.6	472.6	360.8	389.3	4,169.9	92,028.1
2517	86,312.0	6,989.0	1,525.0	525.0	405.0	424.0	4,666.0	100,846.0
2518	93,780.0	7,995.0	1,726.0	579.0	451.0	458.9	5,184.0	110,173.0
2519	102,544.0	9,106.0	1,945.0	635.0	500.0	491.0	5,738.0	120,949.0
2520	111,776.0	10,344.0	2,186.0	694.0	553.0	523.0	6,312.0	132,388.0

4. พลังงานจากแหล่งใดที่ใช้กันมากที่สุด และรองลงไปคืออะไร

5. ประเทศไทยจะยังคงใช้พลังงานจากน้ำอีกหรือไม่ และจะมีปริมาณมากหรือน้อย เพราะเหตุใด

นอกจากแหล่งพลังงานที่แสดงในการวางแล้ว นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ยังมีแหล่งพลังงานอื่นใดอีกบ้างที่ให้พลังงานได้ และให้เป็นปริมาณมากน้อยต่างกันอย่างไรมีวิธีการอะไรบ้างที่จะช่วยให้ใช้พลังงานได้นานที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานจากสารจำพวกเชื้อเพลิง

10.1.1 ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง

การทดลอง 10.1 พลังงานความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

สถานการณ์ "สมมติว่าการทดลองต้มน้ำ โดยใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ กัน ในปริมาณที่เท่ากัน เช่น 10 กรัม น้ำมันก๊าก และอัลกอฮอล์ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการต้มเท่ากัน ปรากฏว่า น้ำที่ต้มโดยใช้น้ำมันก๊ากเป็นเชื้อเพลิง เกิดค่อนน้ำที่ต้ม โดยใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปรายคือ

.....

.....

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้นนักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบดังนี้

ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

3. **ชั้นตั้งสมมติฐาน**

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรได้ดังนี้

ตัวแปรต้น

.....

ตัวแปรตาม

.....

4. **ชั้นการสังเกตและ/หรือการทดลอง**

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็น
ข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 **การควบคุมตัวแปร**

.....

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

.....
.....
.....
.....
.....

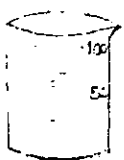
จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียน
ได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. น้ำมันก๊าด

2. น้ำมันมะพร้าว

3. อีลกอฮอล์

4. บีกเกอร์



250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

250 ลูกบาศก์เซนติเมตร

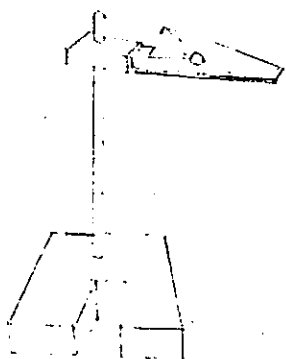
ใช้สำหรับใส่ของเหลวที่ต้องการทราบปริมาตร
และเป็นภาชนะทนไฟ ใช้ต้มของเหลวได้ ซึ่ง
ก่อนตั้งไฟควรเช็คค่านอกของบีกเกอร์ให้แห้ง

5. เทอร์โมมิเตอร์



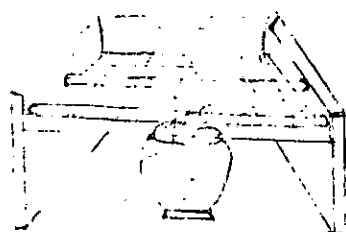
ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของเหลว โดยให้กระเปาะ
ของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในของเหลว

6. ขาค้างและที่จับหลอดทดลอง



ใช้สำหรับจับ เทอร์โมมิเตอร์จุ่มในของเหลวหรือ
จับอุปกรณ์ขณะอยู่บนเตาไฟ

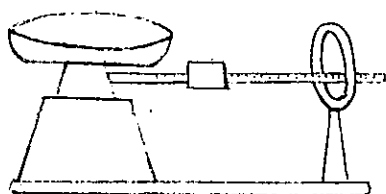
7. ตะเกียงพร้อมที่กันลมและ
ตะแกรงลวด



ใช้จุดไฟสำหรับต้มของเหลว หรือเผา
สารเมื่อเลิกใช้แล้วให้นำฝาครอบปิดทันที

8. ไม้น้ำไฟ

9. คาชั่ง



ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของของเหลวและสารเคมี
หลังจากเลิกใช้แล้วควรเลื่อนค้อนน้ำหนักกลับมา
ไว้ที่จุดศูนย์เสมอ

10. หลอดกณิกยา



ใช้สำหรับวัดปริมาตรของเหลว หลังจากเลิกใช้แล้ว
ควรล้างให้สะอาด

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 ในการทดลองทั้ง 3 ครั้ง มีการควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง

.....

.....

7.2 มวลของเชื้อเพลิงชนิดใดที่ใช้ไปน้อยที่สุดและชนิดใดใช้มากที่สุด

.....

.....

7.3 น้ำในปีกเกอร์ทั้งสามได้รับพลังงานความร้อนเท่ากันหรือไม่ มีค่าเป็นเท่าใด

.....

7.4 ให้นักเรียนคำนวณว่า น้ำมันก๊าด อัลกอฮอล์ และน้ำมันมะพร้าว ชนิดละ 1 กรัม ให้ปริมาณความร้อนเท่าใด และชนิดใดให้พลังงานความร้อนออกมาได้มากที่สุด

.....

8. ขั้นสรุปผลการทดลอง

.....

จากการทดลอง นักเรียนเห็นแล้วว่า พลังงานความร้อนที่ได้จากสารแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกันไป เมื่อพิจารณาอยู่ในแง่การให้พลังงานความร้อน น้ำมันก๊าดเหมาะที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงมากกว่า ลองพิจารณาว่าเชื้อเพลิงเหล่านี้ได้มาจากไหนบ้าง น้ำมันก๊าดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งเป็นน้ำมันที่เกิดจากซากพืชตายทับถมรวมกันมาเป็นเวลานานนับล้านปี เมื่อขุดเอามาใช้กันมาก ๆ เข้า น้ำมันก็จะหมดสิ้นไป จำเป็นที่จะต้องหาเชื้อเพลิงอื่นมาใช้แทน สำหรับน้ำมันมะพร้าวที่ได้จากมะพร้าวซึ่งปลูกได้ในประเทศของเราเอง ส่วนแอลกอฮอล์ที่ใช้จุดตะเกียงนั้น ได้มาจากการสังเคราะห์สาร ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังมีราคาค่อนข้างแพง และไม่ปลอดภัยจึงไม่นิยมใช้ ถ้าหากมีการผลิตจนมีจำนวนมากพอ และราคาผลิตถูกก็อาจจะสนับสนุนให้นำมาใช้ นอกจากเชื้อเพลิงดังกล่าวแล้วนี้ เรายังมีเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ที่ให้ค่าความร้อนแตกต่างกันไป ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 10.2 แสดงค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ

สาร	ค่าความร้อนของสาร (กิโลแคลอรี/กรัม)	สาร	ค่าความร้อนของสาร (กิโลแคลอรี/กรัม)
ชานอ้อย	4.04	โซมันลัคว์	9.50
ไม้ไผ่	4.11	ก๊าซไฮโดรเจน	33.90
ถ่าน	8.10	น้ำมันเมล็คฟ้าย	9.50
แกรไฟต์	8.90	น้ำมันหมู	9.30
กะลามะพร้าว	4.20	น้ำมันลินซีด	9.43
น้ำมันดิบ	11.50	น้ำมันมะกอก	9.40
ซีอี้งพาราฟิน	11.14	น้ำมันพาราฟิน	9.80
แอลกอฮอล์	6.46	น้ำมันเตา	10.57
น้ำมันก๊าด	11.01	ก๊าซหุงต้ม	11.78
ไมส	4.42		

1. สารชนิดใดให้พลังงานความร้อนมากที่สุดและชนิดใดให้น้อยที่สุด

2. จากผลการทดลอง 10.1 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าในตาราง 10.2 ค่าที่ได้เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นักเรียนให้เหตุผลได้หรือไม่ว่าเป็นเพราะเหตุใด

ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในตาราง 10.2 นั้น แสดงถึงปริมาณความร้อนของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดที่มีมวล 1 กรัม และเผาไหม้หมดอย่างสมบูรณ์ ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงหาได้โดยใช้บอมบ์แคลอรีมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ป้องกันไม่ให้พลังงานความร้อนสูญเสียไปทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงที่เชื้อติดได้ ในการหุงต้มอาหาร โดยใช้เชื้อเพลิงนั้น นักเรียนคิดว่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงนั้นจะส่งไปยังอาหารที่กำลังหุงต้มอยู่ทั้งหมดหรือไม่เพราะเหตุใด

3. เครื่องยนต์ต่าง ๆ ที่ใช้เชื้อเพลิงนั้น จะใช้พลังงานที่ได้จากการเผาไหม้ทั้งหมดหรือไม่เพราะเหตุใด

เมื่อพิจารณาจากตารางจะเห็นว่า สารที่ให้พลังงานความร้อนสูงสุดคือ ก๊าซไฮโดรเจน ซึ่งน่าจะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มอาหาร แต่ตามความเป็นจริงแล้วเราใช้ถ่าน ไม้ หรือก๊าซหุงต้ม ทั้งนี้เพราะก๊าซไฮโดรเจนไวไฟและราคาแพงมาก การผลิต การเก็บ และการใช้ก็ทำได้ยุ่งยากและซับซ้อน จะใช้แต่เฉพาะในกรณีที่ต้องการความร้อนสูงมาก เช่น การส่งจรวดและยานอวกาศไปนอกโลก การหุงต้มอาหารไม่จำเป็นต้องใช้ความร้อนสูงมากเช่นนี้ ความร้อนจากถ่านหรือก๊าซหุงต้มก็เพียงพอแล้ว สำหรับก๊าซหุงต้มให้ความร้อนสูงกว่าถ่าน แต่ติดไฟง่าย จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะอาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้เชื้อเพลิงให้เหมาะสม อย่างไรก็ตามต้องคำนึงถึงการประหยัดและผลที่เกิดกับภาวะแวดล้อมอีกด้วย

เท่าที่กล่าวมาเป็นเรื่องของพลังงานความร้อนที่ได้จากเชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ซึ่งให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงแตกต่างกัน สำหรับพลังงานรูปอื่น ๆ จะมีวิธีการวัดปริมาณพลังงานได้อย่างไร

10.2 จะวัดพลังงานกลได้อย่างไร

นักเรียนได้เห็นแล้วว่า เราสามารถวัดปริมาณของพลังงานความร้อนได้ สำหรับพลังงานรูปอื่นเป็นต้นว่า พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า เราจะได้ศึกษาวิธีวัดกันต่อไป

ในการยกวัตถุจากพื้นห้องขึ้นวางบน โต๊ะ นักเรียนจะเห็นว่าจะต้องใช้แรงจากกล้ามเนื้อของแขนยกวัตถุให้เคลื่อนที่ การออกแรงยกวัตถุทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวทางที่แรงกระทำ เรียกว่า การทำงาน ถ้าออกแรงมาก วัตถุจะเคลื่อนที่ไปได้ไกล จึงได้งานมาก แต่ถ้าออกแรงน้อย วัตถุไปไม่ได้ไกล งานจึงน้อยลงไปด้วย ฉะนั้นเราจึงสรุปได้ว่า งานที่เกิดขึ้นจะเท่ากับ ผลคูณของแรงกับระยะทางที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ การที่เราต้องออกแรงในการยกวัตถุ ก็เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุนั้น ฉะนั้นน้ำหนักของวัตถุก็คือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้นเองและน้ำหนักของมวล 1 กิโลกรัมเท่ากับแรง 9.80 นิวตัน

ถ้าแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ระยะทางมีหน่วยเป็นเมตร งานที่ได้จะมีหน่วยเป็นจูล แสดงได้ดังนี้

$$\text{งาน (จูล)} = \text{แรง (นิวตัน)} \times \text{ระยะทาง (เมตร)}$$

1. ถ้ายกวัตถุอันหนึ่งขึ้นจากพื้นหลาย ๆ ครั้ง โดยยกให้สูง เท่ากันทุกครั้งและออกแรงเท่ากันด้วย งานที่ทำทุกครั้งจะเท่ากันหรือไม่

2. จากการทดลองใช้ชุดสัมพันธพลังงาน ถ้าตักน้ำหนักมีมวล 80 กรัม เคลื่อนที่เป็นระยะทาง 70 เซนติเมตร งานที่ใช้ในการยกตักน้ำหนักมีค่าเท่าใด

เราใช้พลังงานกลในการยกวัตถุขึ้นจากพื้น ซึ่งทำให้ได้งานเกิดขึ้น ดังนั้นในการวัดพลังงานกลเราก็อาจวัดได้จากงานที่กระทำไปหรืองานที่เกิดขึ้น ผลงานที่ทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เรียกว่า กำลัง

$$\text{กำลัง (วัตต์)} = \frac{\text{งาน (จูล)}}{\text{เวลา (วินาที)}}$$

3. ถ้าทำงานเท่ากัน แต่เวลาในการทำงานไม่เท่ากัน กำลังจะเท่ากันหรือไม่

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ต่างชนิดกันจะมีกำลังต่างกันไปตามระบบสากล ใช้หน่วยกำลัง เป็นวัตต์ แต่ในบางครั้งการบอกกำลังของเครื่องยนต์นิยมบอกเป็นกำลังม้าหรือแรงม้า

1 กำลังม้า = 746 วัตต์

4. รถยนต์คันหนึ่งขนาด 100 กำลังม้า จะเทียบได้กับกำลังกี่วัตต์ และถ้าเดินเครื่องยนต์เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะไ้ทำงานเท่าใด

การวัดพลังงานกลจากการทำงานนี้เป็นการวัดโดยตรง นอกจากจะวัดได้โดยตรงแล้วจะมีวิธีอื่นใดอีก

การทดลอง 10.2 การวัดพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานกล

สถานการณ์ "ขณะที่ภารโรงกำลังซ่อมเก้าอี้ผู้นั้น เขาใช้ค้อนตอกตะปูอย่างแรง ทันใดนั้นก็มีการประกายไฟ แลบอกออกมาจากหัวตะปูทันที เขาสองเอามือแตะที่หัวตะปูรู้สึกร้อน"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปรายคือ

.....

.....

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
ตัวแปรต้น คือ

.....

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

.....

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

.....

.....

.....

.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียน
ได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. กล้องพลาสติกเบอร์ 3

เป็นภาชนะที่มีฝาเกลียวปิด ใช้สำหรับ
ใส่ของเหลว



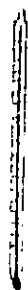
2. ลูกกลมโลหะเส้นผ่านศูนย์กลาง

กลวง 0.5 เซนติเมตร



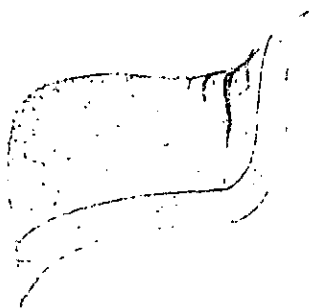
3. เทอร์โมมิเตอร์

ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของเหลว โดยให้กระเปาะ
ของเทอร์โมมิเตอร์ จุ่มอยู่ในของเหลว



4. บัวขนหนูขนาด 15 เซนติเมตร x

15 เซนติเมตร



5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 อุณหภูมิของน้ำในกล่องใบแรกก่อนและหลัง เขย่า เปลี่ยนแปลงหรือไม่
อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.2 ปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นเปลี่ยนมาจากพลังงานรูปใด

.....
.....
.....
.....
.....

8. ชั้นสรุปผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....

เมื่อพิจารณาจากการทดลองจะเห็นว่า ในการเขย่ากล่องพลาสติก จะต้องใช้แรงจากกล้ามเนื้อ ทำให้กล่องเคลื่อนที่ นั่นคือกล่องได้รับพลังงานกล และพลังงานนี้ทำให้ลูกกลมโลหะเคลื่อนที่จึงมีพลังงานจลน์ และเกิดการกระทบเสียดสีกัน เกิดเป็นพลังงานความร้อน ทำให้น้ำร้อนขึ้น

เจมส์ จูล นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ทำการทดลองพบว่า พลังงานความร้อน 1 คาลอรี เกิดจากการทำงาน 4.2 จูล ฉะนั้นเราจึงสามารถใช้ตัวเลขนี้คำนวณพลังงานความร้อนจากคาลอรีมาเป็นจูลได้ นั่นคือ คาลอรีมีค่าเท่ากับ 4.2 จูล

1. พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับมีค่าเป็นกี่จูล
2. การเขย่ากล่องพลาสติกเป็นการเปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานรูปใดบ้าง
3. ในขณะที่พลังงานเปลี่ยนรูปไปนี้จะมีค่าเท่าเดิมหรือไม่ เพราะเหตุใด

ถ้าวัดปริมาณพลังงานที่ใช้ในการเขย่ากล่องพลาสติก 5 นาที แล้วนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานความร้อนที่น้ำได้รับจะเห็นว่า พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับมีค่าน้อยกว่าพลังงานกลมาก ทั้งนี้เพราะในการวัดพลังงานความร้อนที่น้ำได้รับนั้น เราไม่ได้ป้องกันการสูญเสียพลังงานความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้วัดพลังงานกลที่เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน

10.3 จะวัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างไร

จากความรู้ที่ผ่านมา นักเรียนคงจะบอกได้ว่าเราสามารถวัดพลังงานกลได้โดยตรงจากงานที่เกิดขึ้นและโดยทางอ้อมจากพลังงานความร้อนที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานกล ถ้าต้องการวัดพลังงานไฟฟ้าบ้าง จะมีวิธีการอย่างไร

10.3.1 การวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่าง ศักย์

นักเรียนเคยใช้เครื่องมือวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรมาแล้ว บอกได้หรือไม่ว่า การวัดกระแสไฟฟ้าต่างจากการวัดความต่าง ศักย์อย่างไร

การทดลอง 10.3 การวัดค่ากระแสไฟฟ้า

สถานการณ์ "บ้านของสุดาตั้งอยู่ชานเมืองที่เพิ่งมีกระแสไฟฟ้าเข้าถึงหมู่บ้าน พ่อของสุดาจึงซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ มาใช้ เช่น พัดลม โทรทัศน์ ตู้เย็น เป็นต้น ในระยะแรก ๆ ครอบครัของสุดาเสียค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 60 บาทต่อเดือน แต่ต่อมาค่ากระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นเป็น 100 บาทต่อเดือน ในขณะที่เครื่องใช้ไฟฟ้ามีจำนวนเท่าเดิม ความสงสัยครอบครัของสุดาจึงไม่ยอมจ่ายค่ากระแสไฟฟ้าทำให้ถูกตัดไฟในที่สุด"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ชันระบุปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

.....

2. ชันรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้

ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

3. ชันตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้
(ตัวแปรต้น)

.....
.....

(ตัวแปรตาม)

.....
.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็น
ข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....
.....
.....
.....
.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่กองการใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

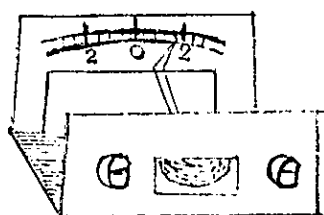
.....

.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว
นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลอง

1. ชุดเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า



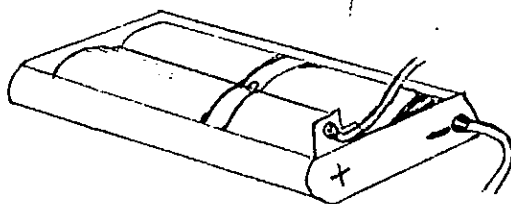
ใช้วัดทิศทางกระแสไฟฟ้าและค่าของกระแสไฟฟ้า
ได้ละเอียดมาก มักใช้วงจรไฟฟ้าที่ต้องการ
วัด เฉพาะในห้องทดลอง วิธีใช้คือแบบ
อนุกรมเข้ากับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการวัด

2. หลอดไฟขนาด 2.2 โวลต์ 0.05 แอมแปร์ พร้อมขั้ว

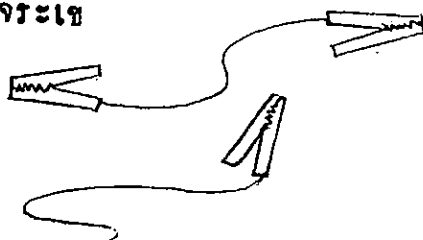


วิธีใช้คือขั้วหลอดเข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจร

3. แบตเตอรี่



4. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบ กระแส



ใช้ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้า

5. วิธีการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

[illegible]

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

[illegible]

7.1 ตำแหน่งเข็มชี้เมื่อใช้ถ่านไฟฉาย 1 ก้อน และ 2 ก้อนต่างกันอย่างไร
เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....
.....
.....

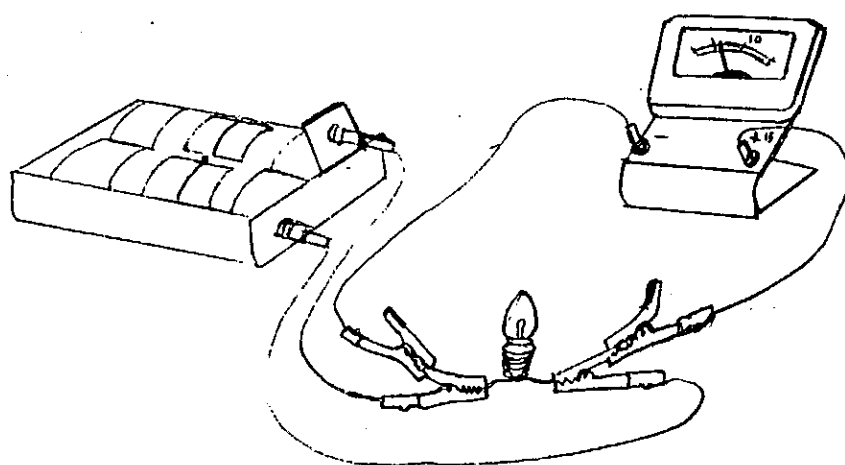
8. ขั้นตอนผลการทดลอง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

จากการทดลองนักเรียนจะเห็นว่าในการวัดค่ากระแสไฟฟ้า นักเรียนต้องต่อเครื่องวัด
กระแสไฟฟ้าไว้ในวงจรทรานหรือไม่ว่า ทำไมเราจึงต้องต่อเช่นนั้นลองพิจารณาเปรียบเทียบ
กับมาตรน้ำซึ่งใช้วัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน นักเรียนคงสังเกตเห็นว่ามาตรน้ำจะต่ออยู่
ตรงท่อประปาที่น้ำไหลผ่าน ท่านองเดียวกันในการวัดกระแสไฟฟ้า จึงต้องต่อเครื่องมือวัด
กระแสไฟฟ้า เรียงลำดับเข้าในวงจร ที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน การต่อวงจรแบบนี้เรียกว่า
การต่อแบบอนุกรม

เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าที่นักเรียนใช้เป็นอุปกรณ์ง่าย ๆ ที่สามารถใช้วัดกระแสไฟฟ้าในวงจรวามากน้อยเพียงใด เครื่องมือที่นักเรียนประกอบขึ้นนี้ ไม่สามารถวัดออกมาเป็นค่าที่แน่นอนได้ ถ้าต้องการจะได้ค่าที่แน่นอนจะต้องนำเอาเครื่องวัดกระแสไฟฟ้านี้ไปเทียบกับเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานเสียก่อน ซึ่งเป็นเครื่องมือสำเร็จรูปมีส่วนประกอบที่ซับซ้อนขึ้นไปอีกและมีความต้านทานน้อยมาก แต่ก็ยังมีหลักการอันเดียวกันนั่นเอง เครื่องมือสำเร็จรูปนี้เรียกว่า แอมมิเตอร์ และหน่วยกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ คือแอมแปร์

สำหรับเครื่องมือวัดความต่างศักย์ เรียกว่า โวลต์มิเตอร์ และหน่วยที่ใช้วัดคือ โวลต์ โวลต์มิเตอร์มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับแอมมิเตอร์ แต่ต่างกันตรงที่ โวลต์มิเตอร์วัดความต่าง ศักย์ระหว่างจุดสองจุด เราอาจเปรียบเทียบได้กับการวัดความดันน้ำในถังสองถังที่มีระดับน้ำต่างกัน โวลต์มิเตอร์จึงเปรียบได้กับเครื่องวัดความดันของน้ำระหว่างถังทั้งสองนั้นเอง ฉะนั้นเมื่อต้องการวัดความต่าง ศักย์ จึงต้องนำ โวลต์มิเตอร์มาต่อคร่อมเข้ากับจุดที่ต้องการวัดความต่าง ศักย์การต่อแบบนี้เรียกว่า การต่อแบบขนาน ดังรูป



รูป 10.6 แผนภาพการต่อ โวลต์มิเตอร์

นักเรียนทราบมาแล้วว่า กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านเส้นลวดได้เมื่อมีความต่าง ศักย์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละอย่างแตกต่างกัน เช่น ไฟฉายเดินทางมีความต่าง ศักย์ประมาณ 3 - 6 โวลต์ หม้อแมกเตอร์รถยนต์ส่วนใหญ่ประมาณ 12 โวลต์ สายไฟฟ้าภายในบ้าน 220 โวลต์ ซึ่งนับว่ามีความต่าง ศักย์สูงมาก อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดจึงมีค่าความต่าง ศักย์สูงมาก ก็ยิ่งมีอันตรายมากขึ้น ฉะนั้นเวลาใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกครั้งนักเรียนควรระวังระมัดระวังเป็นพิเศษ อย่าเอามือหรือร่างกายส่วนหนึ่งส่วนใดไปถูกเข้ากับสายไฟฟ้าไม่มีอะไรหุ้ม เพราะจะทำให้ได้รับอันตรายถึงตายได้ ในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าควรจะต้องดูค่ากำลังและค่าความต่าง ศักย์ที่เขียนกำกับไว้บนเครื่องใช้ นั้น ๆ และใช้ให้ตรงกับค่าความต่าง ศักย์ไฟฟ้าของบ้านด้วย



รูป 10.7 โวลต์แบตเตอรี่

1. เทารีดไฟฟ้าอันหนึ่งออกแบบไว้ใช้กับไฟ 110 โวลต์ เมื่อเสียบกับไฟฟ้าบ้าน 220 โวลต์ ปรากฏว่าลวดไฟฟ้าภายในไหม้หมดเป็นเพราะเหตุใด

10.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความต่าง ศักย์และกระแสไฟฟ้า

การทดลอง 10.4 กฎของโอห์ม

สถานการณ์ "นิคน้อยซื้อหลอดไฟขนาด 10 วัตต์มา 1 หลอด เมื่อนำมาใช้ได้
 ครู่เดียวหลอดไฟก็ขาดนิคน้อย จึงถอดหลอดไฟออกดู พบว่าหลอดไฟนั้นใช้กับไฟฟ้า 110 โวลต์
 จึงกลับไปซื้อใหม่โดยบอกกับคนขายว่า เอาหลอดไฟชนิดที่ใช้กับ ไฟฟ้า 220 โวลต์ เมื่อคนขาย
 ลองเปิดให้ดู นิคน้อยสังเกตเห็นว่า หลอดไฟสว่างกว่าหลอดเดิม จึงสอบถามคนขายได้ความว่า
 เป็นหลอดไฟขนาด 20 วัตต์

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทาง
 วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ชี้นำปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

.....

2. ชี้นำรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
 ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

3. ชี้นำตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็น
ข้อ ๆ อย่างละเอียด และรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

.....

.....

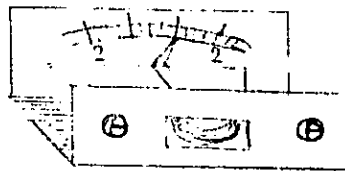
.....

.....

.....

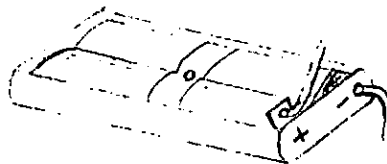
จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ที่กำหนดข้างล่างนี้ ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. ชุดเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

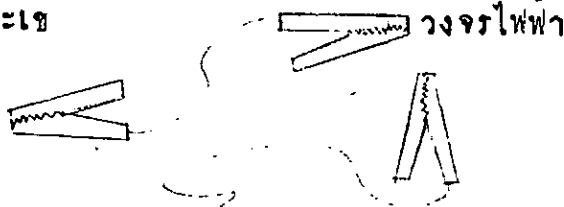


ใช้วัดทิศทางการไหลและค่าของกระแสไฟฟ้าได้ละเอียดมาก มักใช้เฉพาะในห้องทดลอง วิธีใช้ต่อแบบอนุกรมเข้ากับวงจรไฟฟ้าที่ต้องการวัด

2. แบตเตอรี่

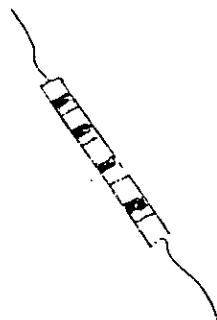


3. ลวดสายไฟ พร้อมปากหนีบกระแส



เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้า

4. ตัวต้านทาน 15 โอห์ม



ใช้สำหรับควบคุมกระแสไฟฟ้าให้ไหลตามจำนวนที่ต้องการในวงจรไฟฟ้า วิธีใช้ให้อ่านค่าความต้านทานจากแถบสีบนตัวต้านทาน แล้วเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน โดยนำขาแต่ละข้างของตัวต้านทานต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

1.....

.....

.....

7.1 ในการวัดกระแสไฟฟ้า เมื่อใช้จำนวนก้อนถ่านไฟฉายต่างกัน ตำแหน่งของเข็มชี้ ต่างกันหรือไม่

.....

.....

7.2 กระแสไฟฟ้า ที่วัดได้จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนถ่านไฟฉายหรือไม่

.....

.....

7.3 อัตราส่วนระหว่างความต่าง ศักย์ต่อกระแสไฟฟ้าเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

7.4 ให้นักเรียนเขียนกราฟระหว่างความต่าง ศักย์และกระแสไฟฟ้า โดยให้
แกนตั้งแสดงความต่าง ศักย์และแกนอน แสดงกระแสไฟฟ้า

8. ขั้นสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากการทดลองนักเรียนคงจะสรุปได้ว่า ถ้าเพิ่มจำนวนถ่านไฟฉาย นั่นคือเพิ่มความต่าง ศักย์กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มมากขึ้นด้วย และความต่าง ศักย์จะเป็นสัดส่วน โดยตรงกับ กระแสไฟฟ้าความสัมพันธ์นี้เรียกว่ากฎของ โอห์ม ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ จี.เอส. โอห์ม เป็นผู้ค้นพบในปี พ.ศ. 2369 นอกจากนี้นักเรียนยังได้พบอีกว่าอัตราส่วน ระหว่างความต่าง ศักย์ ต่อกระแสไฟฟ้าที่มีค่าคงที่ ค่าคงที่นี้ก็คือค่าความต้านทาน ซึ่งมีหน่วย เป็น โอห์ม

ฉะนั้น ถ้า V แทนความต่าง ศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์

I แทนกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมป์

R แทนความต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม

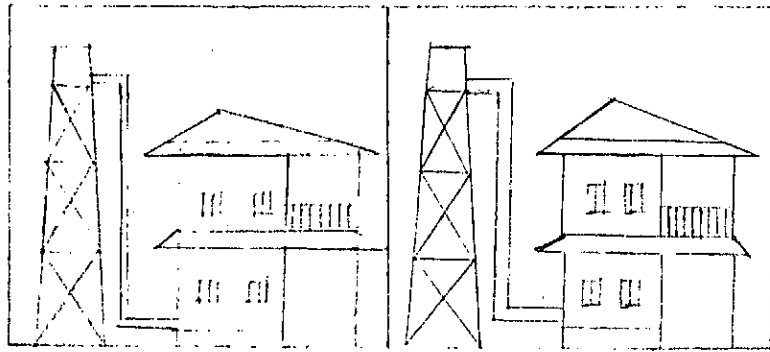
ความสัมพันธ์ระหว่างความต่าง ศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทานอาจแสดงได้ ดังนี้

$$\frac{V}{I} = R$$

1. หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งใช้กับไฟฟ้าซึ่งมีความต่าง ศักย์ 220 โวลต์ ยอมให้ กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 1 แอมแปร์ หลอดไฟฟ้าหลอดนี้มีความต้านทานเท่าใด

1. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 10 โอห์ม เมื่อต่อปลายทั้งสอง เข้ากับความต่าง ศักย์ 110 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดนี้เท่าใด

นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า ความต่าง ศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน มีความสัมพันธ์กัน สงสัยหรือไม่ว่า ความต้านทานคืออะไร ขอให้พิจารณาจากรูปถึงน้ำสองใบ ขนาดเท่ากันมีน้ำอยู่เต็มวางอยู่ที่ระดับสูง เท่ากัน แต่ถึงใบหนึ่งมีท่อส่งน้ำขนาดเล็กกว่า อีกถึงหนึ่ง



1. ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อเล็กจะมากหรือน้อยกว่าที่ไหลผ่านท่อใหญ่ในเวลาเท่ากัน

2. น้ำในถังใดจะหมดก่อน

เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อนขนาดต่างกัน จะเห็นว่าน้ำที่ผ่านท่อเล็กจะน้อยกว่าท่อใหญ่ แต่จะหมดจากถังในเวลาานกว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น การที่มีปริมาณน้ำไหลผ่านท่อนต่างกัน ก็เนื่องจากขนาดของท่อน้ำมีผลต่อปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า ท่อเล็กยอมให้น้ำไหลผ่านได้น้อยกว่าท่อใหญ่ นั่นคือ ท่อเล็กต้านทานการเคลื่อนที่ของน้ำได้มากกว่าท่อใหญ่ ท่านลอง เปรียบเทียบความต้านทานของน้ำก็เปรียบได้กับความต้านทานของลวดตัวนำ ถ้าลวดตัวนำมีความต้านทานมาก ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านน้อย ถ้ามีความต้านทานน้อย ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านได้มาก

นักเรียนคงจำได้ว่าทั้งแอมมิเตอร์และ โวลต์มิเตอร์สร้างขึ้นโดยใช้ลวดทองแดงทำเป็นขดลวด ฉะนั้นจึงมีความต้านทานเช่นกัน สำหรับแอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณกระแสไฟฟ้าซึ่งเปรียบได้กับการวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านท่อ ดังนั้นในการใช้แอมมิเตอร์จึงต้องให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำในแอมมิเตอร์ให้มากที่สุด จึงจะเป็นการวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง

1. แอมมิเตอร์ควรจะมีค่าความต้านทานมากหรือน้อย เพราะเหตุใด

สำหรับ โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความต่าง ศักย์ ซึ่งเปรียบได้กับการวัดความแตกต่างระหว่างความดันน้ำ จึงต้องให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตัวนำใน

โวลต์มิเตอร์น้อยที่สุด เพราะฉะนั้น จะทำให้การวัดค่าความต่าง ศักย์ระหว่างจุดสองจุดผิดไป

1. โวลต์มิเตอร์ควรจะมีความต้านทานมากหรือน้อย เพราะเหตุใด

การทดลอง 10.5 สมบัติของลวดต้านทาน

สถานการณ์ "แจ่มใสสังเกตเห็นชดววดของเตาไฟฟ้าในขณะที่ปลั๊กจะร้อนและแดง เหมือนด้านที่กำลังติดไฟเมื่อเขาลอง เอามือแตะที่สายไฟฟ้าก็รู้สึกอุ่น ๆ เขาจึงสงสัยว่า สายไฟฟ้าแรงสูงที่เดินผ่านหน้าบ้านนั้นจะร้อนหรือไม่ วันต่อมาแจ่มใสอ่านข่าวจากหนังสือพิมพ์ พบว่า คนงานก่อสร้างแบกเหล็กไปพลาดถูกสายไฟฟ้าแรงสูงทำให้ไฟฟ้าช็อตคนงานและ หม้อแปลงไฟฟ้าระเบิด ทั้ง ๆ ที่เหล็กเส้นนั้นไม่ได้ร้อนและแดง เหมือนกับชดววดของ เตาไฟฟ้าเลย"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอธิบาย คือ

.....

.....

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
ตัวแปรต้น คือ

.....

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

.....

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปรได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

.....

4. ขั้นการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

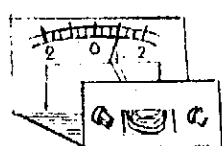
.....
.....
.....

4.3 วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้

.....
.....
.....
.....

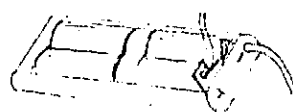
จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว
นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ด้านนักเรียนมีอุปกรณ์ดังกำหนดข้างล่างนี้ให้นักเรียน
ออกแบบการทดลอง

1. ชุดเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า

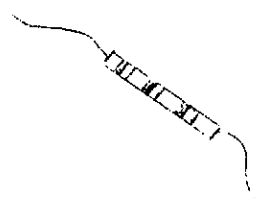


ใช้วัดทิศทางการไหลและค่าของกระแส
ไฟฟ้าได้ละเอียดมาก มักใช้เฉพาะใน
ห้องทดลอง วิธีใช้ คือ แยกขั้วของ
เชือกขึงวงจรไฟฟ้าที่ต้องการวัด

2. แบตเตอรี่



3. ตัวต้านทาน 2.7 โอห์ม



ใช้สำหรับควบคุมกระแสให้ไหลตาม
จำนวนที่ต้องการในวงจรไฟฟ้า วิธีใช้
ให้อ่านค่าความต้านทานจาก แถบสีบนตัว
ต้านทานแล้วเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงาน
โดยนำขาคู่ละข้างของตัวต้านทาน
ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

4. ลวดเหล็ก เบอร์ 26

เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

5. ลวดทองแดงอาบน้ำมัน
เบอร์ 26

เป็นตัวนำไฟฟ้าใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

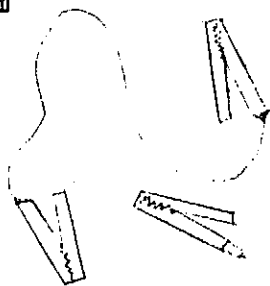
6. ลวดนิโครม เบอร์ 26

เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

7. ลวดนิโครม เบอร์ 30

เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

8. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบ
จระเข้



เป็นตัวนำไฟฟ้าใช้ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า
เข้ากับวงจรไฟฟ้า

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 เมื่อใช้ลวดโลหะต่างชนิดกันที่มีความยาวและพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน
ชนิดไหนยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้ดีกว่ากัน

.....

7.2 เมื่อใช้ลวดชนิดเดียวกันซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน แต่มีความยาวต่างกัน
กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยต่างกันอย่างไร

.....

7.3 เมื่อใช้ลวดชนิดเดียวกัน ความยาวเท่ากัน แต่พื้นที่หน้าตัดต่างกัน
ชนิดไหนกระแสไฟฟ้าผ่านได้มากกว่ากัน

.....

7.4 ส่วนนำที่คิดควรมีความค่านานามากหรือน้อย

.....

.....

7.5 ให้นักเรียนเรียงลำดับการนำไฟฟ้าและความต้านทานของ โลหะ 3 ชนิด ที่นักเรียนใช้ทดลองจากมากไปน้อย

• • • • •

• • • • •

7.6 สายไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ในชีวิตประจำวันทำด้วย โลหะอะไร

.....

.....

8. ขั้นตอนผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

โดยทั่ว ๆ ไป พวกโลหะมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำ จึงมีความต้านทานไฟฟ้าน้อยที่สุด รองลงมาคือทองแดง เนื่องจากทองแดงมีราคาถูก จึงนิยมใช้ทำสายไฟฟ้า ส่วนโลหะที่มีความต้านทานสูงมากจึงใช้เป็นฉนวน ยกเว้นแกรไฟท์ซึ่งเป็นโลหะเพียงชนิดเดียวที่นำไฟฟ้าได้ สำหรับของเหลว นักเรียนได้เคยทดลองมาแล้วว่า น้ำบริสุทธิ์ไม่นำไฟฟ้า แต่ถ้านำสารอิเล็กโทรไลต์ละลายลงไปแล้วจะนำไฟฟ้าได้

จากการทดลองที่ผ่านมา นักเรียนคงจะสรุปได้ว่า ความยาวของตัวนำไฟฟ้าเป็นส่วนสำคัญ โดยตรงกับค่าความต้านทาน และตัวนำไฟฟ้าที่ดีควรจะมีพื้นที่หน้าตัดมาก ในเรื่องนี้ขอให้นักเรียนพิจารณาเปรียบเทียบกับท่อไหลของน้ำปริมาณเท่า ๆ กัน ซึ่งไหลผ่านท่อนาคีใหญ่กับท่อนาคีเล็กอีกครั้งหนึ่ง น้ำจะไหลผ่านท่อใหญ่ได้สะดวกและมากกว่าท่อเล็ก เพราะมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่า การไหลของกระแสไฟฟ้าก็เช่นเดียวกัน จะไหลผ่านลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่ได้ดีกว่าลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็ก

1. นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า เพราะเหตุใด จึงนิยมใช้ลวดสายไฟเส้นเล็ก ๆ มาทำเตารีดไฟฟ้าหรือเตาไฟฟ้าสำหรับหุงต้ม

นักเรียนคงเคยสังเกตสายไฟฟ้าบริเวณถนนและที่ใช้ในบ้าน คงจะบอกได้ว่ามีขนาดต่างกัน นอกจากนี้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ เช่น เตารีดไฟฟ้า เครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์ ต้องการกระแสไฟฟ้าไม่เท่ากัน จึงต้องหาคอยสายไฟฟ้าที่มีขนาดไม่เท่ากัน นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า เหตุใดจึงต้องทำเช่นนั้น ตารางต่อไปนี้จะแสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ยอมให้ใช้ได้กับสายไฟฟ้าขนาดต่าง ๆ ตามมาตรฐานสากล

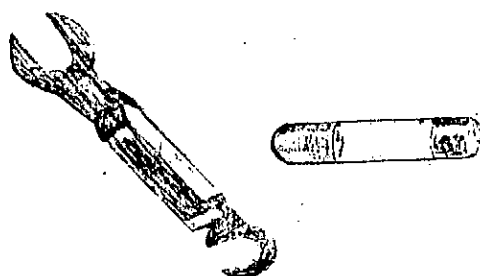
ตารางที่ 10.3 ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ไหลผ่านสายไฟฟ้ามาตรฐานขนาดต่าง ๆ

ขนาดพื้นที่หน้าตัด (ตารางมิลลิเมตร)	กระแสสูงสุดสำหรับสายพุ่มเกินในอากาศ และนอกอาคาร (แอมแปร์)	กระแสสูงสุดสำหรับสายพุ่มเกินใน ท่อหรือภายในอาคาร (แอมแปร์)
1.0	10	6
1.5	13	8
2.5	19	12
4.0	27	16
6.0	36	22
10.0	51	30
16.0	78	50
25.0	96	64
35.0	119	79
50.0	150	102
70.0	188	121
95.0	231	150
120.0	268	170

นักเรียนคงเห็นความสำคัญแล้วว่า ในการเดินสายไฟฟ้าเข้าบ้าน และภายในบ้านควรจะต้องคำนึงถึงขนาดของสายไฟตามมาตรฐานสากล มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดอันตรายทำให้ไฟไหม้ได้

1. ถ้าปล่อยกระแสไฟฟ้าจำนวนมากไหลผ่านลวดที่มีความต้านทานสูงเป็นเวลานาน
ผลจะเป็นอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ในการต่อไฟฟ้าใช้ตามบ้าน จำเป็นต้องใช้ฟิวส์ต่อเข้าในวงจร ฟิวส์ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าบ้านมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้ไฟไหม้บ้านได้ เช่น ในกรณีเกิดการลัดวงจร ทำให้ความต้านทานลดลง กระแสไฟฟ้าจึงไหลผ่านมากขึ้น ฟิวส์จะขาดก่อนเพราะฟิวส์เป็นโลหะผสมระหว่างตะกั่วและดีบุก มีความต้านทานมากแต่จุดหลอมเหลวต่ำ ฟิวส์มีหลายแบบต่าง ๆ กันไปแล้วแต่วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ แบบที่ใช้โดยทั่วไปตามบ้านเรือนจะมีลักษณะเป็นแผ่นโลหะผสมที่ปลายทั้งสองข้างมีขมวดเกี่ยวทำด้วยทองแดง ฟิวส์บางชนิด เช่น ฟิวส์ในวงจรของเครื่องรับโทรทัศน์ เป็นเส้นเล็ก ๆ บรรจุอยู่ในหลอดแก้ว ดังรูป

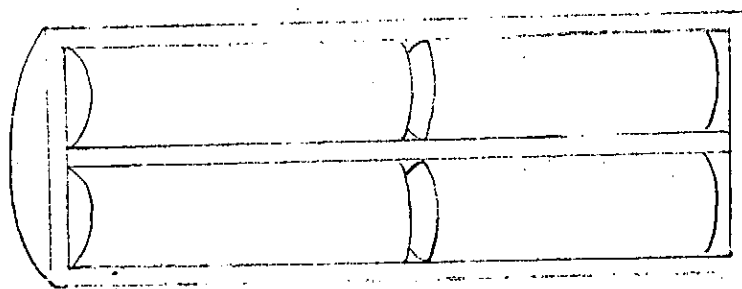


รูป 10.11 ฟิวส์แบบต่าง ๆ

10.3.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า

นักเรียนเคยทราบมาแล้วว่าด้านไฟฉายแต่ละก้อนจะมีขั้วบวกและขั้วลบ เมื่อนักเรียนใช้แบตเตอรี่ ซึ่งมีด้านไฟฉายอยู่ 4 ก้อน เคยสังเกตหรือไม่ว่า ด้านไฟฉายในกล่องมีการต่ออย่างไร

1. ให้ทำเครื่องหมายลงในแผนภาพต่อไปนี้ เพื่อแสดงการต่อขั้วบวกและขั้วลบของแต่ละเซลล์ ในกล่องด้านไฟฉาย



2. ถ้าให้สัญลักษณ์ | แทนขั้ว + และ | แทนขั้ว - ให้เขียนแผนภาพแสดงการต่อเซลล์ในกล่องแบตเตอรี่

การทดลอง 10.6 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่าง ๆ

สถานการณ์ "แมกนีเซียมาจากตลาดซื้อถ่านไฟฉายมา 4 ถ่าน ขณะนั้นเกมมกำลังต้องการจะให้หลอดไฟฉายสว่างอยู่พอดี เขาจึงซื้อถ่านไฟฉายจากแม่มา 1 ถ่าน เพื่อทอวงจรเข้ากับหลอดไฟฉาย เกมมพบว่าหลอดไฟฉายสว่างเพียงเล็กน้อย ซึ่งไม่เป็นที่พอใจของเกมมมากนัก

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

 ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
 ตัวแปรต้น คือ

.....

 ตัวแปรตาม คือ

.....

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ ดังนี้

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ใ้ดังนี้
(ตัวแปรต้น)

.....
.....

(ตัวแปรตาม)

.....
.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็น
ข้อ ๆ อย่างละเอียด และรัดกุม)

.....
.....
.....
.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

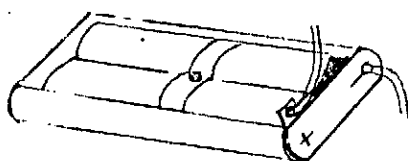
.....
.....
.....
.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

.....
.....
.....
.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียน
ได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. แบตเตอรี่



2. หลอดไฟฉาย 6 โวลต์
0.05 แอมแปร์



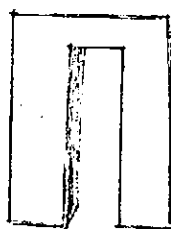
วิธีใช้ต่อขั้วหลอดเข้ากับแบตเตอรี่ให้ครบวงจร

3. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจะดี ใช้สำหรับต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้า



4. แผ่นอลูมิเนียมรูปตัวยู

เป็นตัวนำไฟฟ้าใช้สำหรับต่อเซลล์ไฟฟ้า



5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

7.1 เมื่อทอดานไฟฉาย 2 ก้อน แบบอนุกรม หลอดไฟสว่างมากกว่าหรือน้อยกว่า
เมื่อใช้ถ่านไฟฉายเพียง 1 ก้อน

.....

7.2 เมื่อทอดานไฟฉาย 2 ก้อน แบบขนาน หลอดไฟสว่างมากหรือน้อยกว่า
เมื่อใช้ถ่านไฟฉายเพียง 1 ก้อน

.....

7.3 ถาดานไฟฉายมีความต่างศักย์ก้อนละ 1.5 โวลต์ จำนวน 5 ก้อน เมื่อ
นำมาต่ออนุกรมและต่อขนานจะได้ความต่าง ศักย์รวมแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

7.4 ไฟฉายเดินทางที่บรรจุถ่าน 2 ก้อน และชนิดบรรจุ 3 ก้อน จะทำให้หลอดไฟสว่างต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

8. ชั้นสรุปผลการทดลอง

.....

นักเรียนคงจะเคยสังเกตผ่านไฟฉายที่บรรจุในกระบอกไฟฉาย หรือในวิทยุ
ทรานซิสเตอร์มาแล้ว เคยสังเกตบ้างหรือไม่ว่ามีการต่อเซลล์แบบใด ในชีวิตประจำวันของ
เรา ถ้าเมื่อต้องการความต่างศักย์สูง ๆ เราก็จะต่อเซลล์แบบอนุกรมนั่นเอง อย่างไรก็ตาม
ก็ตามในการต่อเซลล์แบบนี้ก็ต้องคำนึงถึงส่วนประกอบอื่น ๆ ในวงจรไฟฟ้านั้นว่าต้องการ
ความต่างศักย์เท่าใด เพราะมิฉะนั้นแล้วส่วนประกอบเหล่านั้นจะทำงานไม่ได้เต็มที่หรือ
ชำรุดเสียหายได้ ทรานหรือไม่ว่าเป็นเพราะเหตุใด นักเรียนคงจะจำได้ว่าในการทดลอง
เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของพลังงานกลและพลังงานไฟฟ้า ครูผู้สอนเตือนนักเรียนว่าอย่า
สัมผัสเมื่ออุปกรณ์ชุดสัมพันธ์พลังงานยังต่ออยู่กับแบตเตอรี่ ทั้งนี้เพราะหลอดไฟฟ้าที่ต่อ
ในวงจรมีความต่างศักย์เพียง 1.5 โวลต์เท่านั้น ในขณะที่แบตเตอรี่มีความต่างศักย์ถึง 6 โวลต์

นอกจากนี้เรายังนำความรู้เรื่องการต่อเซลล์แบบขนานมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนกัน
เช่น เมื่อแบตเตอรี่รถยนต์มีไฟไม่พอเดินเครื่อง ช่างแก๊รถจะนำเอาแบตเตอรี่อีกหม้อหนึ่ง
มาต่อขนานเข้ากับแบตเตอรี่ของรถยนต์ เพื่อที่จะทำให้เครื่องยนต์เดินได้ แล้วจึงนำแบตเตอรี่
ที่นำมาต่อออก

จากความรู้ที่ได้ศึกษามาแล้ว จะเห็นว่าเราสามารถต่อเซลล์ได้ทั้งแบบอนุกรมและ
แบบขนานทั้งนี้แล้วแต่วัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ว่าจะต้องการความต่างศักย์รวมมากหรือ
น้อยเท่านั้นเอง เกี่ยวกัน ถ้าต้องการหลอดไฟฟ้าหรือตัวต้านทานเข้าในวงจรไฟฟ้า ก็มีวิธีต่อ
2 แบบ เช่นเดียวกัน หลอดไฟที่ใช้ตามบ้านมีความต้านทานเฉพาะตัว ในการทดลอง
ต่อไปนี้ เราจะได้ใช้หลอดไฟแทนตัวต้านทาน

การทดลอง 10.7 การทดลองหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน

สถานการณ์ "ชลอไปเที่ยวบ้านของเกษมที่ชลบุรี ขณะเดินทางเข้าบ้านได้เห็นพนักงานเทศบาลใช้ไม้เขี่ยสวิตช์เปิดไฟตามถนนเพียงสวิตช์เดียวเท่านั้น หลอดไฟฟ้าตามถนนทั้งหมดก็สว่างพร้อมกัน ชลอนึกถึงการเปิดไฟที่บ้านของเขา เมื่อเขากดสวิตช์ 1 ครั้งจะเปิดไฟได้เพียง 1 ดวงเท่านั้น ถ้าต้องการเปิดไฟให้ดวงก็ต้องกดสวิตช์เท่านั้นครั้ง ตามจำนวนของหลอดไฟฟ้า ซึ่งทำให้เขาเกิดความเบื่อหน่าย เมื่อสวิตช์บางสวิตช์ในที่มีทำให้เขาต้องคลำหาทางเข้าไปอย่างยากลำบาก"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ชี้นำปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

.....

2. ชี้นำรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

.....

3. ชี้นำตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐาน ได้ดังนี้

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ใ้ค้ดังนี้
(ตัวแปรตาม)

.....
.....

(ตัวแปรตาม)

.....
.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้
เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....
.....
.....
.....
.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....
.....
.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

.....
.....
.....
.....

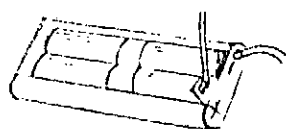
จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียน
ได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. หลอดไฟฉาย 1.2 โวลต์
0.05 แอมแปร์ พร้อมหัว

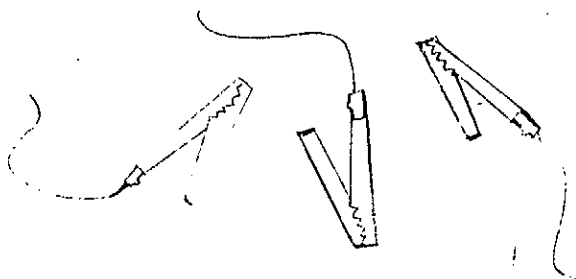


หลอดไฟชนิดนี้มีไส้ การเกิดแสงมาจาก
ไส้หลอดมีความร้อนเนื่องจากกระแสไหล
ผ่าน วิธีใช้ ท่อหัวหลอดไฟฟ้าเข้ากับ
แบตเตอรี่

2. แบตเตอรี่



3. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจระเข้ ใช้สำหรับต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้า



5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 ในการทดลองนี้ นักเรียนต้องควบคุมตัวแปรอะไรบ้าง

.....

.....

7.2 เมื่อทดสอบหลอดไฟแบบอนุกรมและขนาน แบบใดทำให้หลอดไฟสว่างมากกว่ากัน และนักเรียนจะอธิบายได้อย่างไร

.....

.....

8. ขั้นสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

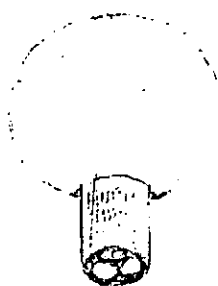
.....

อุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านแต่ละชนิดมีความต้านทานต่าง ๆ กัน ฉะนั้นจึงต้องการกระแสไฟฟ้าจำนวนไม่เท่ากัน เพื่อที่จะทำงานได้ ถ้าเราต่ออุปกรณ์เหล่านั้นแบบอนุกรมแล้วความต้านทานจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้กระแสไฟฟ้าลดน้อยลงจนไม่เพียงพอที่จะให้อุปกรณ์เหล่านั้นทำงานได้ เช่น หลอดไฟที่สว่างเพียงริบหรี่ เตารีดไฟฟ้าไม่ร้อน เป็นต้น หรือแม้ว่าในวงจรจะมีกระแสไฟฟ้าเพียงพอก็ตาม แต่เมื่อเปิดสวิตช์แล้วเครื่องทุกเครื่องจะต้องทำงานพร้อมกันหมด และเมื่อเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสียไปวงจรจะขาดทำให้เครื่องอื่น ๆ ทำงานไม่ได้ไปด้วย ดังนั้นการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าในบ้านจึงต้องต่อแบบขนาน เมื่อต้องการใช้อุปกรณ์ชนิดใด ก็เปิดสวิตช์ใช้เฉพาะอุปกรณ์ชนิดนั้น ๆ ส่วนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าหลายอย่างพร้อม ๆ กันก็ไม่ควรจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้ามามาก สายไฟฟ้าจะร้อนจัดจนทนไม่ได้ทำให้เกิดไฟไหม้บ้านได้ ด้วยเหตุนี้เพื่อความปลอดภัยเราจึงควรจะต้องหิวสไว้ด้วย

10.3.4 กำลังไฟฟ้า

นักเรียนเคยสังเกตเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หลอดไฟฟ้า เต้าไฟฟ้า เตารีดไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า หรือไม่ว่าเครื่องใช้แต่ละชนิดมีตัวเลขกำกับไว้ เช่น บนหลอดไฟฟ้าจะมีตัวเลข เช่น 220 v 30 w หรือไม่ว่า ตัวเลขแต่ละค่าแสดงอะไร สำหรับค่า 220 v นักเรียนคงจะบอกได้ว่า หลอดไฟนี้ใช้กับไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 220 โวลต์ ส่วนค่า 30 w นั้น หมายถึงหลอดไฟหลอดนี้เมื่อใช้งานแล้วจะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้า 30 วัตต์ ซึ่งก็คือ 30 จูลต่อวินาที นั่นเอง

1 วัตต์ หมายถึงกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการผ่านกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ แล้วทำให้เกิดความต่างศักย์ 1 โวลต์ ดังนั้นถ้ากระแสไฟฟ้ามาก ความต่างศักย์มากกำลังไฟฟ้าจึงมากขึ้นด้วย เราอาจแสดงได้ดังนี้



รูป 10.7 หลอดไฟฟ้า

P แทน กำลังไฟฟ้าและมีหน่วยเป็นวัตต์

V แทน ความต่าง ศักย์มีหน่วยเป็น โวลต์

I แทนกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์

$$P \text{ (วัตต์)} = I \text{ (แอมแปร์)} \times V \text{ (โวลต์)}$$

1. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งต้องการกำลัง 2000 วัตต์ ถ้าต่อเข้ากับวงจรที่มีความต่าง ศักย์ 100 โวลต์ เครื่องใช้ไฟฟ้านี้จะมีการไหลผ่านเท่าไร

2. ถ้าต้องการต่อ เครื่องสูบน้ำกับวงจรที่มีความต่าง ศักย์ 220 โวลต์ กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 10 แอมแปร์ เครื่องนี้ต้องการกำลังไฟฟ้าเท่าใด

เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จะมีกำลังไฟฟ้าไม่เท่ากัน แล้วเทคนิคและขนาดของเครื่องใช้เหล่านั้น ซึ่งนักเรียนจะสังเกตได้จากตารางต่อไปนี้

ตาราง 10.4 แสดงขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดกำลังไฟฟ้า (วัตต์)
เตารีด	300 - 1200
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	600 - 800
พัดลมบิน	50 - 75
พัดลมตั้ง	30 - 75
ตู้เย็น	100 - 300
เครื่องปรับอากาศ	2000 ขึ้นไป
กาต้มน้ำไฟฟ้า	500 - 1000
เครื่องชดไฟฟ้า	750 - 1000
เครื่องดูดฝุ่นขนาดใหญ่	500 - 800
เครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็ก	200 - 300
เครื่องผสมอาหาร	100 - 150
เครื่องซักผ้า	100 - 500

จะเห็นว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดต้องการกำลังไฟฟ้าแตกต่างกัน แม้แต่เครื่องใช้ชนิดเดียวกันแต่ขนาดต่างกัน กำลังไฟฟ้าก็แตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นการเลือกเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิดจึงควรพิจารณาถึงความจำเป็น ตลอดจนประโยชน์ที่จะได้รับ เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านี้เมื่อเราใช้ในระยะเวลาดัง ๆ กัน ก็จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าต่างกันไปด้วย ถ้าใช้ในเวลาสั้นพลังงานไฟฟ้าก็เปลืองน้อย แต่ถ้าใช้เป็นระยะเวลานานพลังงานไฟฟ้าก็เปลืองมากขึ้นไปด้วย

ถ้า t แทนเวลาที่ใช้นี้หน่วยเป็น วินาที

ฉะนั้นพลังงานไฟฟ้า IVt จูล หรือวัตต์ - วินาที

แต่ในการวัดพลังงานไฟฟ้านิยมวัดเป็นหน่วยใหญ่ คือ กิโลวัตต์ - ชั่วโมง หรือยูนิต

$$1 \text{ กิโลวัตต์} = 1000 \text{ วัตต์}$$

และ 1 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง หมายถึงกำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์ ที่ใช้ในเวลา

1 ชั่วโมง

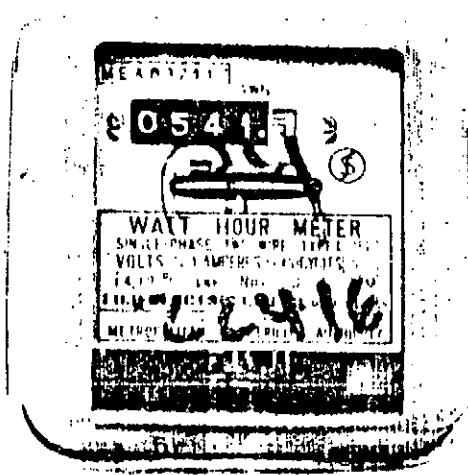
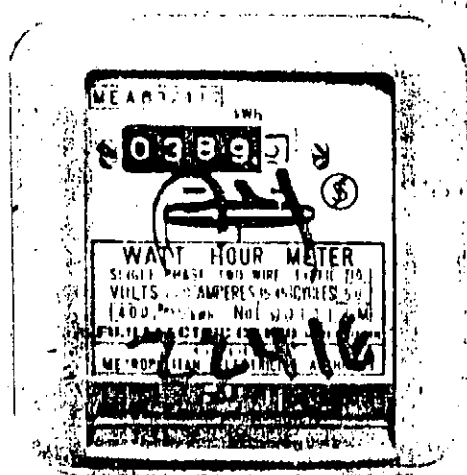
1. จากตาราง ถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศขนาด 2000 วัตต์เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะคิดเป็นพลังงานไฟฟ้ากี่ยูนิต

2. หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ 5 ดวง เปิดนาน 2 ชั่วโมง จะคิดเป็นพลังงานไฟฟ้ากี่ยูนิต

นักเรียนจะเห็นได้ว่ายิ่งใช้เครื่องไฟฟ้าที่มีกำลังสูงและเปิดใช้เป็นเวลานาน จำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ยิ่งสิ้นเปลืองมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับให้ความร้อน เช่น เตาไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ที่ทำความเย็น เช่น ตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ มักจะใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น นอกจากนี้นักเรียนยังทราบว่าขณะที่พลังงานรูปหนึ่งเปลี่ยนไปเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง จะต้องมีการสูญเสียพลังงานไปส่วนหนึ่ง นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่า

1. ในขณะที่แหล่งพลังงานของโลกกำลังขาดแคลนลง เราควรใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ อย่างไร จึงจะเป็นการประหยัดพลังงาน

ไฟฟ้าที่ใช้กัน โดยทั่วไปนั้นมักจะมีค่าต่างศักย์ 200 โวลต์คงที่ ดังนั้นในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะมากหรือน้อย จึงขึ้นอยู่กับจำนวนและชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าว่าต้องการกระแสเล็กน้อยเพียงใดและขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่แต่ละบ้านใช้ไฟ ฉะนั้นจึงต้องมีเครื่องมือสำหรับวัดว่าบ้านใดใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนเท่าไร เครื่องมือนี้มักติดไว้บนเสาไฟฟ้าหน้าบ้านของผู้ใช้ไฟฟ้า เรียกว่ามิเตอร์ - ชั่วโมงมิเตอร์ หรือหม้อไฟฟ้าซึ่งออกแบบไว้ให้ท่านได้เป็นยูนิตมีขนาดต่าง ๆ เช่น หม้อขนาด 5, 10, 15, 20 แอมแปร์ เป็นต้น สำหรับอาคารสถานที่ที่ต้องการใช้กระแสไฟจำนวนมาก เช่น ใช้กับเครื่องปรับอากาศหลายเครื่อง หรือตามโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวนมากกว่าตามบ้าน จะต้องใช้หม้อไฟชนิดที่สามารถวัดพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากกว่าหม้อขนาดธรรมดา มิฉะนั้นกระแสไฟฟ้าจะผ่านหม้อมากเกินไป ทำให้เกิดไฟไหม้ได้



รูป 10.18 แสดงตัวเลขของหม้อไฟฟ้าตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน ถึง 30 กันยายน

1. จากรูป ในเดือนกันยายน จำนวนไฟฟ้าใช้ไปกี่ยูนิต
2. ถ้าไฟฟ้าหนึ่งหน่วย 1.50 บาท จะต้องเสียเงินค่าไฟฟ้าเท่าไร

ในการเก็บค่าไฟฟ้าที่ไ้ตามบ้าน เราจะได้รับใบเสร็จแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณการใช้ไฟฟ้า ดังรูป

ใบแจ้งการไฟฟ้า เลขที่ 10.10.1000

712-057953

เดือน	ปี	หน่วย	ค่าไฟฟ้า	ค่าปรับ	ค่าลดหย่อน	รวม	ชำระแล้ว	คงเหลือ	หมายเหตุ
9	53	12	18	0	0	18	0	18	
10	53	12	18	0	0	18	0	18	
11	53	12	18	0	0	18	0	18	
12	53	12	18	0	0	18	0	18	
1	54	12	18	0	0	18	0	18	
2	54	12	18	0	0	18	0	18	
3	54	12	18	0	0	18	0	18	
4	54	12	18	0	0	18	0	18	
5	54	12	18	0	0	18	0	18	
6	54	12	18	0	0	18	0	18	
7	54	12	18	0	0	18	0	18	
8	54	12	18	0	0	18	0	18	
9	54	12	18	0	0	18	0	18	
10	54	12	18	0	0	18	0	18	
11	54	12	18	0	0	18	0	18	
12	54	12	18	0	0	18	0	18	
1	55	12	18	0	0	18	0	18	
2	55	12	18	0	0	18	0	18	
3	55	12	18	0	0	18	0	18	
4	55	12	18	0	0	18	0	18	
5	55	12	18	0	0	18	0	18	
6	55	12	18	0	0	18	0	18	
7	55	12	18	0	0	18	0	18	
8	55	12	18	0	0	18	0	18	
9	55	12	18	0	0	18	0	18	
10	55	12	18	0	0	18	0	18	
11	55	12	18	0	0	18	0	18	
12	55	12	18	0	0	18	0	18	
1	56	12	18	0	0	18	0	18	
2	56	12	18	0	0	18	0	18	
3	56	12	18	0	0	18	0	18	
4	56	12	18	0	0	18	0	18	
5	56	12	18	0	0	18	0	18	
6	56	12	18	0	0	18	0	18	
7	56	12	18	0	0	18	0	18	
8	56	12	18	0	0	18	0	18	
9	56	12	18	0	0	18	0	18	
10	56	12	18	0	0	18	0	18	
11	56	12	18	0	0	18	0	18	
12	56	12	18	0	0	18	0	18	
1	57	12	18	0	0	18	0	18	
2	57	12	18	0	0	18	0	18	
3	57	12	18	0	0	18	0	18	
4	57	12	18	0	0	18	0	18	
5	57	12	18	0	0	18	0	18	
6	57	12	18	0	0	18	0	18	
7	57	12	18	0	0	18	0	18	
8	57	12	18	0	0	18	0	18	
9	57	12	18	0	0	18	0	18	
10	57	12	18	0	0	18	0	18	
11	57	12	18	0	0	18	0	18	
12	57	12	18	0	0	18	0	18	
1	58	12	18	0	0	18	0	18	
2	58	12	18	0	0	18	0	18	
3	58	12	18	0	0	18	0	18	
4	58	12	18	0	0	18	0	18	
5	58	12	18	0	0	18	0	18	
6	58	12	18	0	0	18	0	18	
7	58	12	18	0	0	18	0	18	
8	58	12	18	0	0	18	0	18	
9	58	12	18	0	0	18	0	18	
10	58	12	18	0	0	18	0	18	
11	58	12	18	0	0	18	0	18	
12	58	12	18	0	0	18	0	18	
1	59	12	18	0	0	18	0	18	
2	59	12	18	0	0	18	0	18	
3	59	12	18	0	0	18	0	18	
4	59	12	18	0	0	18	0	18	
5	59	12	18	0	0	18	0	18	
6	59	12	18	0	0	18	0	18	
7	59	12	18	0	0	18	0	18	
8	59	12	18	0	0	18	0	18	
9	59	12	18	0	0	18	0	18	
10	59	12	18	0	0	18	0	18	
11	59	12	18	0	0	18	0	18	
12	59	12	18	0	0	18	0	18	
1	60	12	18	0	0	18	0	18	
2	60	12	18	0	0	18	0	18	
3	60	12	18	0	0	18	0	18	
4	60	12	18	0	0	18	0	18	
5	60	12	18	0	0	18	0	18	
6	60	12	18	0	0	18	0	18	
7	60	12	18	0	0	18	0	18	
8	60	12	18	0	0	18	0	18	
9	60	12	18	0	0	18	0	18	
10	60	12	18	0	0	18	0	18	
11	60	12	18	0	0	18	0	18	
12	60	12	18	0	0	18	0	18	
1	61	12	18	0	0	18	0	18	
2	61	12	18	0	0	18	0	18	
3	61	12	18	0	0	18	0	18	
4	61	12	18	0	0	18	0	18	
5	61	12	18	0	0	18	0	18	
6	61	12	18	0	0	18	0	18	
7	61	12	18	0	0	18	0	18	
8	61	12	18	0	0	18	0	18	
9	61	12	18	0	0	18	0	18	
10	61	12	18	0	0	18	0	18	
11	61	12	18	0	0	18	0	18	
12	61	12	18	0	0	18	0	18	
1	62	12	18	0	0	18	0	18	
2	62	12	18	0	0	18	0	18	
3	62	12	18	0	0	18	0	18	
4	62	12	18	0	0	18	0	18	
5	62	12	18	0	0	18	0	18	
6	62	12	18	0	0	18	0	18	
7	62	12	18	0	0	18	0	18	
8	62	12	18	0	0	18	0	18	
9	62	12	18	0	0	18	0	18	
10	62	12	18	0	0	18	0	18	
11	62	12	18	0	0	18	0	18	
12	62	12	18	0	0	18	0	18	
1	63	12	18	0	0	18	0	18	
2	63	12	18	0	0	18	0	18	
3	63	12	18	0	0	18	0	18	
4	63	12	18	0	0	18	0	18	
5	63	12	18	0	0	18	0	18	
6	63	12	18	0	0	18	0	18	
7	63	12	18	0	0	18	0	18	
8	63	12	18	0	0	18	0	18	
9	63	12	18	0	0	18	0	18	
10	63	12	18	0	0	18	0	18	
11	63	12	18	0	0	18	0	18	
12	63	12	18	0	0	18	0	18	
1	64	12	18	0	0	18	0	18	
2	64	12	18	0	0	18	0	18	
3	64	12	18	0	0	18	0	18	
4	64	12	18	0	0	18	0	18	
5	64	12	18	0	0	18	0	18	
6	64	12	18	0	0	18	0	18	
7	64	12	18	0	0	18	0	18	
8	64	12	18	0	0	18	0	18	
9	64	12	18	0	0	18	0	18	
10	64	12	18	0	0	18	0	18	
11	64	12	18	0	0	18	0	18	
12	64	12	18	0	0	18	0	18	
1	65	12	18	0	0	18	0	18	
2	65	12	18	0	0	18	0	18	
3	65	12	18	0	0	18	0	18	
4	65	12	18	0	0	18	0	18	
5	65	12	18	0	0	18	0	18	
6	65	12	18	0	0	18	0	18	
7	65	12	18	0	0	18	0	18	
8	65	12	18	0	0	18	0	18	
9	65	12	18	0	0	18	0	18	
10	65	12	18	0	0	18	0	18	
11	65	12	18	0	0	18	0	18	
12	65	12	18	0	0	18	0	18	
1	66	12	18	0	0	18	0	18	
2	66	12	18	0	0	18	0	18	

10.3.5 การวัดพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานที่ได้จากการเปลี่ยนรูป

การทดลอง 10.8 การวัดพลังงานที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า (ตอน 1)

สถานการณ์ "ปัญญาเป็นนักเรียนต่างจังหวัดซึ่งได้เข้ามาเที่ยวในเมืองหลวงช่วงปิดภาคเรียน วันหนึ่งผู้ปกครองได้พาปัญญาไปเที่ยวที่ห้างสรรพสินค้า ปัญญารู้สึกสนุกสนานกับการขึ้นลงลิฟท์และบันไดเลื่อนเป็นอันมาก เขาวิ่งเวียนขึ้นลงเสียหลายครั้ง ในขณะที่เขากำลังพยายามสังเกตว่าทั้งลิฟท์และบันไดเลื่อนเคลื่อนที่ขึ้นลงได้อย่างไร"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ชื่นรูปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

.....

2. ชื่นรวมรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

3. ชื่นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็น
ข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

.....

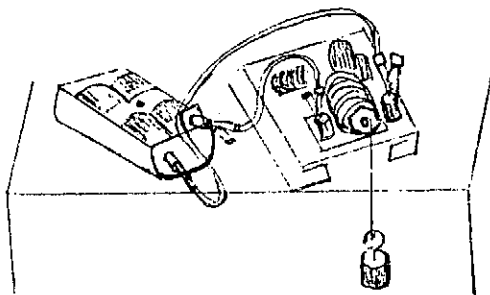
.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว
 นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ให้นักเรียน
 ออกแบบการทดลอง

1. ชุดแสดงความสัมพันธ์
 ของพลังงาน

เป็นเครื่องมือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า
 ให้เป็นพลังงานกล วิธีใช้ ต่อมอเตอร์
 เข้ากับวงจรไฟฟ้า



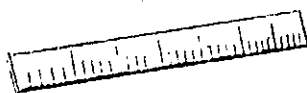
2. แบตเตอรี่



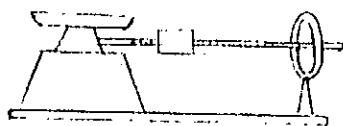
3. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจระเข้ ใช้สำหรับต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับวงจรไฟฟ้า



4. ไม้เมตร



5. เครื่องชั่ง



ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของของเหลวหรือสาร
 เกล็ด หลังจากเลิกใช้แล้ว ควรเลื่อนตุ้ม
 น้ำหนักกลับมาไว้ที่จุดศูนย์เสมอ

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 เหตุใดเมื่อเทอร์มอมิเตอร์จุ่มน้ำร้อนก็ขึ้นได้

.....

7.2 การทำงานของมอเตอร์เปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

.....

7.3 งานที่ใช้ในการยกตุ้มน้ำหนักมีค่าเท่าไร

.....

8. สรุปผลการทดลอง ตอนที่ 1

.....

.....

การทดลอง 10.8 การวัดพลังงานที่เปลี่ยนรูปมาจากพลังงานไฟฟ้า (ตอน 2)

สถานการณ์ " พลังค์ทดลองต้มน้ำ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรด้วยกาต้มน้ำไฟฟ้า
ปรากฏว่าน้ำเดือดภายใน 10 นาที ส่วนอีกทดลองต้มน้ำปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร
เท่ากันด้วยเตาไฟฟ้า ปรากฏว่าน้ำเดือดภายใน 15 นาที ทั้งแผงค์และอีกต่างสงสัยกัน
เป็นอันมาก เขาทั้งสองจึงช่วยกันคิดหาวิธีที่จะทำให้ทราบว่าอะไรคือสาเหตุที่ทำให้น้ำปริมาตร
เท่ากันจึงเดือดได้ไม่พร้อมกัน ทั้ง ๆ ที่แหล่งที่ให้ความร้อนมาจากไฟฟ้าเหมือนกัน "

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการ
ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ชันระบุปัญหา

.....

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

.....

2. ชันรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบดังนี้
ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

3. ชันตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐาน ได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ใดดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้นเขียนให้เป็น
ข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ทองการใช้

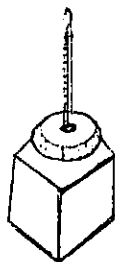
.....

.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว
นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวนี้ให้นักเรียน
ออกแบบการทดลอง

1. คาลอริมิเตอร์



เป็นอุปกรณ์ที่ป้องกันการสูญเสียพลังงาน
ความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม

2. เทอร์โมมิเตอร์



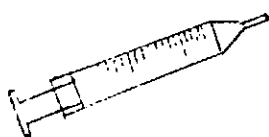
ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของเหลว โดยให้กระเปาะ
ของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในของเหลว

3. ลวดนิโครม เบอร์ 30

เป็นตัวนำไฟฟ้า ใช้ต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า

4. หลอดฉีดยา ขนาด
35 ซม.³

ใช้สำหรับวัดปริมาตรของเหลว หลังเลิกใช้แล้ว
ควรล้างให้สะอาด



5. วิธีการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

ตอน 2

7.1 เมื่อครบ 5 นาที อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

7.2 พลังงานรูปใดที่ทำให้ น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง พลังงานนั้นมาจากไหน

.....

7.3 ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับนี้จะมีค่ามากเท่าใด

.....

7.4 ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับนี้จะมีค่ามากหรือน้อยกว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้า เพราะเหตุใด

.....

8. สรุปผลการทดลอง ตอน 2

.....

จากการทดลอง เมื่อต่อลวดนิโครมเข้ากับแบตเตอรี่จะทำให้ลวดร้อนขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนและความร้อนจากลวดจะถ่ายเทให้กับน้ำ ซึ่งนักเรียนสามารถคำนวณได้ว่าน้ำได้รับความร้อนเท่าใด และพลังงานความร้อนนี้แปรรูปมาจากพลังงานไฟฟ้านั่นเอง ดังนั้น วิธีนี้เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้า ถ้าต้องการให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงจะต้องหาวิธีป้องกันไม่ให้พลังงานความร้อนสูญเสียไปกับสภาวะแวดล้อม

โดยทั่วไปแล้วการใช้พลังงานไฟฟ้าจากโรงงานไฟฟ้าโดยตรงให้ความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้มาก แต่ในบางกรณีก็ไม่สะดวกที่จะใช้ เช่น ในรถยนต์ จำเป็นจะต้องใช้ไฟฟ้าและต้องแล่นไปตามที่ต่าง ๆ จึงต้องประดิษฐ์อุปกรณ์ที่ให้พลังงานไฟฟ้าและเหมาะสมจะใช้กับรถยนต์ขึ้น นักเรียนทราบหรือไม่ว่า อุปกรณ์นั้นคืออะไร

10.4 การสะสมพลังงาน

นักเรียนได้เคยเรียนมาแล้วว่าอาหารเป็นแหล่งสะสมพลังงานของสิ่งมีชีวิตในรูปพลังงานเคมี นอกจากนั้นเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน จะมีพลังงานสะสมในรูปพลังงานเคมี เช่นกัน ส่วนการไหลวนนาฬิกาเพื่อเก็บสะสมพลังงานกล ถ่านไฟฉายก็เช่นกัน เก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าไว้ในตัวได้ แต่เมื่อใช้ไปนาน ๆ กระแสไฟจะหมดไป

การทดลอง 10.9 พลังงานสะสมในแบตเตอรี่รถยนต์

สถานการณ์ "หมู่บ้านแห่งหนึ่งยังไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าถึงหมู่บ้าน ชาวบ้านใช้กระแสไฟฟ้าจากหม้อแบตเตอรี่ เมื่อแบตเตอรี่หมดชาวบ้านก็ต้องนำแบตเตอรี่เข้าไปชาร์จในครัวเมืองอยู่เป็นประจำจนทำให้ล่อเกิดความแปลกใจว่าทำไมคนในเมือง เขาถึงสามารถทำได้และกระแสไฟฟ้าเข้าไปสะสมอยู่ในแบตเตอรี่ได้อย่างไร"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ชี้ระบุปัญหา

.....

 ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

2. ช้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
 ตัวแปรต้น คือ

 ตัวแปรตาม คือ

3. **ขั้นตั้งสมมติฐาน**

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐาน ได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

4. **ขั้นการสังเกตและ/หรือการทดลอง**

การออกแบบการทดลอง

4.1 **วิธีดำเนินการทดลอง** (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น

เขียนให้เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 **การควบคุมตัวแปร**

.....

.....

4.3 **วัสดุอุปกรณ์ที่ทองการใช้**

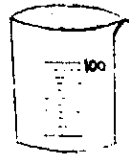
.....

.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว
นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวข้างล่างนี้ให้นักเรียนออกแบบ
การทดลอง

1. กรดซัลฟริก 2.5 โมลต่อลิตร
2. แผ่นตะกั่ว ขนาด 2 เซนติเมตร x
10 เซนติเมตร x 0.3 เซนติเมตร
3. กระดาษทรายชนิดละเอียด
4. บีกเกอร์ขนาด 100 ซม.³



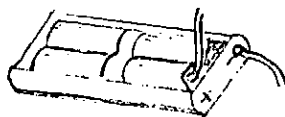
5. หลอดไฟขนาด 1.2 โวลต์
พร้อมขั้ว



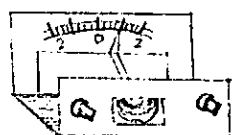
6. สายไฟพร้อมปากทิ่มกระเซ้



7. แบตเตอรี่



8. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า



ใช้ศึกษาความสะอาดผิวของวัตถุ
ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของเหลว โดย
ให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์
จุ่มอยู่ในของเหลว

หลอดไฟชนิดนี้มีไส้ การเกิดแสงมาจาก
ไส้หลอดมีความร้อนเนื่องจากกระแส
ไฟฟ้าผ่าน วิธีใช้ คือขั้วหลอดไฟฟ้า
เข้ากับแปดเทอร์

ใช้สำหรับต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับวงจร
ไฟฟ้า

ใช้วัดทิศทางกระแสและค่าของกระแส
ไฟฟ้าได้ละเอียดมาก มักใช้เฉพาะ
ในห้องทดลอง วิธีใช้ คือแบบอนุกรมเข้ากับ
วงจรไฟฟ้าที่ต้องการวัด

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดครบถ้วน)

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

7.1 เมื่อต่อแผ่นตะกั่วเข้ากับหลอดไฟครั้งแรก มีพลังงานไฟฟ้าหรือไม่
 ทราบได้อย่างไร

.....

7.2 ขณะเมื่อต่อแผ่นตะกั่วเข้ากับแบตเตอรี่ มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นที่ขั้ว
 ขวและขั้วลบอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

7.3 เมื่อต่อแผ่นตะกั่วเข้ากับหลอดไฟ ครั้งที่ 2 สังเกตเห็นหลอดไฟและ
 เข็มชี้ของเครื่องวัดไฟฟ้าอย่างไร เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

7.4 จากการทดลองนี้ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเปลี่ยนรูปของพลังงาน

.....

8. สรุปผลการทดลอง

.....

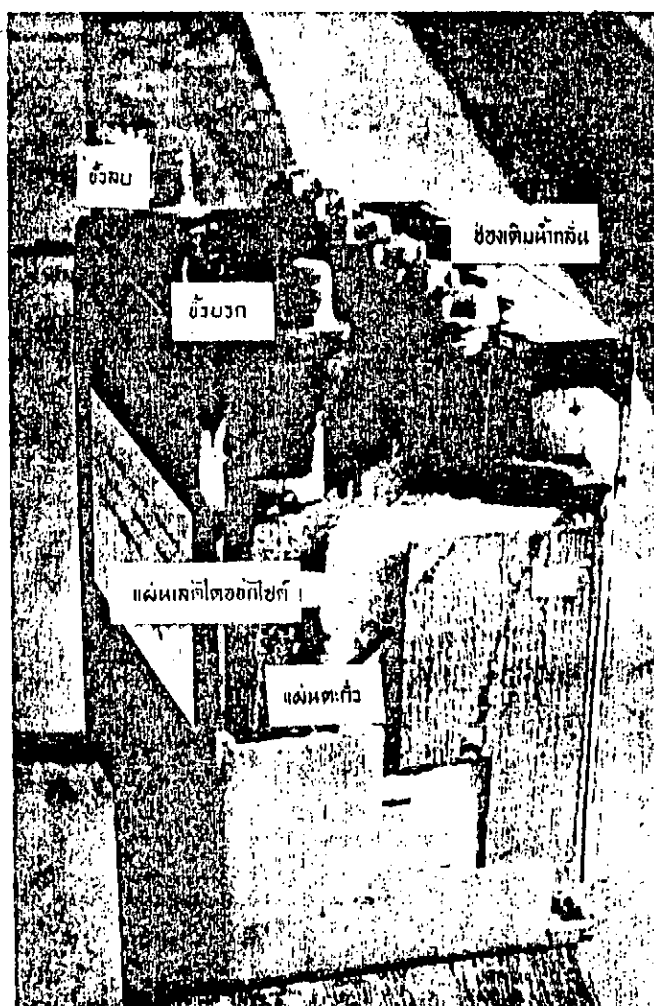
.....

.....

.....

.....

เมื่อจุ่มแผ่นตะกั่วลงไปในกรรขัลฟริกจะไม่มีพลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้น เพราะไม่มีความต่างศักย์ระหว่างแผ่นตะกั่วทั้งสอง และเมื่อนำแผ่นตะกั่วทั้งสองมาเชื่อมเข้ากันแบบเทอร์รี่ทิ้งไว้ในระยะหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นที่ขั้วบวกและมีสารใหม่เกิดขึ้น คือไฮดรอกไซด์ ในตอนนี้ขั้วทั้งสองจะไม่เหมือนกันจึงเกิดความต่างศักย์ขึ้น และเมื่อนำขั้วทั้งสองนี้ไปต่อให้ครบวงจร จะพบกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น นั่นคือ พลังงานไฟฟ้าได้เปลี่ยนไปเป็นพลังงานเคมีเก็บสะสมไว้ พลังงานเคมีนี้เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้า เราจึงนำกลับมาใช้ได้อีก เซลล์แบบนี้มีชื่อว่า เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว หลักการนี้เองที่นำมาใช้สร้างแบตเตอรี่รถยนต์



รูป 10.23 แสดงเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

ภายในแบตเตอรี่รถยนต์มีลักษณะเป็นช่อง ๆ แต่ละช่องจะมีแผ่นเลดไดออกไซด์กับแผ่นตะกั่ววางเรียงสลับกัน โดยมีฉนวนกัน จำนวนแผ่นตะกั่ว จะมีมากกว่าแผ่นเลดไดออกไซด์ 1 แผ่นเสมอ แต่ละช่องเรียกว่า 1 เซลล์ ซึ่งให้ความต่าง ศักย์ออกมา 2 โวลต์ แต่ภายในแบตเตอรี่ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะมี 6 เซลล์ ฉะนั้นในแบตเตอรี่รถยนต์จะให้ความต่าง ศักย์ออกมา 12 โวลต์ สารละลายที่ใช้ในแบตเตอรี่ คือสารละลายกรดซัลฟิวริก ซึ่งต้องทำให้มีความเข้มข้นพอเหมาะ เมื่อใช้แบตเตอรี่ไปนาน ๆ น้ำระเหยไปจึงทำให้ความเข้มข้นของสารละลายเปลี่ยนไปจากเดิม จึงต้องเติมน้ำกลั่นลงไป ในขณะที่แบตเตอรี่มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสอง แผ่นเลดไดออกไซด์และแผ่นตะกั่วจะทำปฏิกิริยากลายไปเป็นแผ่นเลดซัลเฟตจนหมด ซึ่งเราสามารถจะสังเกตได้จากแผ่นขั้วเป็นสีขาว จึงต้องนำไปประจุใหม่ เพื่อให้ขั้วทั้งสองกลับเป็นเลดไดออกไซด์และตะกั่วตามเดิมอีก

นอกจากพลังงานไฟฟ้า พลังงานเคมี พลังงานความร้อน จะถูกเก็บสะสมไว้ได้ แล้วพลังงานยังมีการถ่ายเทได้อีกด้วย เฉพาะอย่างยิ่งพลังงานความร้อน เราจะได้ศึกษาการถ่ายเทพลังงานความร้อนกันต่อไป

10.5 การถ่ายเทพลังงาน

การทดลอง 10.10 การถ่ายเทพลังงานความร้อน โดยการนำ

สถานการณ์ "ยุพาเข้าไปดูแม่ทำกับข้าวในครัว พอดีที่แม่กำลังยุ่งอยู่กับการหันหมู จึงให้ยุพายกหม้อข้าวที่กำลังเดือดลงจากเตาไฟ ยุพาไม่สามารถยกหม้อลงได้เนื่องจาก หม้อร้อนมาก แม่จึงให้โยนผ้าจับหม้อยกลง ยุพานึกชมแม่ในใจว่าแม่เก่งจัง นอกจากนี้ ยุพายังสังเกตเห็นว่าความหัพหัพที่ความทะลิวทำควยหลาตึก"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทาง วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

.....

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

4. ขั้นตอนการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ทองการใช้

.....

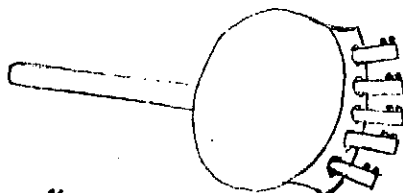
.....

.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียน
ได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวข้างล่างนี้ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. เครื่องมือชั่งน้ำหนัก

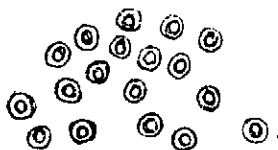


ประกอบด้วยแท่งวัตถุ 5 ชนิดคือ ทองแดง เหล็ก
อลูมิเนียม ไม้ แก้ว ใช้ศึกษาในเรื่องการนำ
ความร้อน

2. ถังน้ำมัน

3. ลูกกลมโลหะขนาดเล็ก

ศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร



5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

7.1 คินน้ำมันทั้ง 2 ก่อนที่ติดกับวัตถุแห้งเดียวกัน ได้รับพลังงานความร้อน
 พร้อมกันหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.....

7.2 จากการสังเกตการตกของคินน้ำมันก่อนที่อยู่ปลายสุดของทั้ง 5 แท่ง
 ให้เรียงลำดับวัตถุทั้ง 5 ชนิด ชนิดใดตกก่อน

7.3 จากผลการทดลองนี้วัดอุณหภูมิความร้อนได้กี่ที่สุด และวัดอุณหภูมิความร้อนได้กี่

7.4 ไนยักตัวอย่างของใช้ในชีวิตประจำวันที่ทำด้วยตัวนำความร้อนที่ดีและ
 ไม่ดีมาอย่างละ 3 ชนิด

7.5 เหตุใดบ้านที่มุงสังกะสีจึงร้อนกว่าบ้านที่มุงคิ้วหลังคา กระเบื้อง

7.6 พลังงานความร้อนที่หลังคาบ้านได้รับมาจากไหน และหลังคาได้รับ
 ทั่วทั้งหมดหรือไม่ เพราะเหตุใด

8. ชั้นรูปผลการทดลอง

จากการทดลองนักเรียนจะเห็นได้ว่า พลังงานความร้อนสามารถเคลื่อนที่ผ่านเข้าไป
 ในวัตถุ โดยที่วัตถุนั้นไม่ได้เคลื่อนที่เลย เราเรียกการถ่ายเทพลังงานความร้อน โดยวิธีนี้ว่า
 การถ่ายเท โดยการนำวัตถุต่างชนิดกันจะนำความร้อนได้ดีไม่เท่ากัน โลหะส่วนใหญ่จะนำ
 ความร้อนได้ดีกว่าอโลหะ เงินจะนำความร้อนได้ดีที่สุด อากาศจะเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี
 นอกจาก การนำแล้วจะมีวิธีอื่นอีกหรือไม่ ที่ทำให้พลังงานความร้อนถ่ายเทไปได้

การทดลอง 10.11 การถ่ายเทพลังงานโดยการพา

สถานการณ์ "ทุกวันที่วิชัยเดินทางไปโรงเรียนเขาจะต้องข้ามเรือยนต์ที่หน้าบ้านเป็นประจำ เขาสังเกตเห็นคนขับเรือเปิดน้ำระบายความร้อนออกจากเรือลงสู่แม่น้ำอยู่เสมอ ในขณะเดียวกันน้ำจากแม่น้ำก็หมุนเวียนขึ้นมาด้วยเครื่องสูบน้ำภายในเรือ เพื่อระบายความร้อนของเครื่องยนต์วิชัยเคยใช้มือไปรอน้ำที่ดังกล่าวดังกล่าวปรากฏว่าน้ำค่อนข้างร้อน"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำตอบต่อไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. **ขั้นระบุปัญหา**

.....

 ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

2. **ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา**

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
 ตัวแปรต้น คือ

.....

 ตัวแปรตาม คือ

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างต้น สามารถตั้งสมมติฐาน ได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

4. ขั้นการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น
เขียนให้เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียด และรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

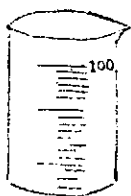
.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

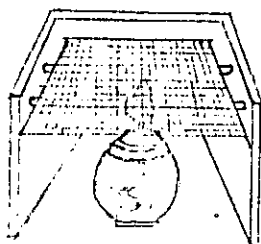
.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวข้างล่างนี้ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. โปตัสเซียมเปอร์มังกาเนต เป็นเกล็ดสารเคมีชนิดหนึ่งที่มีสีม่วง ละลายน้ำได้ดี
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 ซม.³ ใช้สำหรับใส่ของเหลวที่ต้องการทราบปริมาตร และเป็นภาชนะทนไฟใช้ต้มของเหลวได้ ซึ่งก่อนตั้งไฟควรเช็ดคานนอกของปีกเกอร์ให้แห้ง



3. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่ก้นลม ใช้จุดไฟสำหรับต้มของเหลว/เผาสาร เมื่อเลิกใช้แล้วให้นำฝาครอบทันที



4. ข้อนักสาร เบอร์ 1 ใช้ต้กลสารเคมีที่เป็นของแข็ง เช่น เป็นเกล็ด ผลึก เม็ด หรือผง เป็นต้น

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.1 ทิศทางการเคลื่อนที่ของสารละลายสีเป็นอย่างไร

.....

7.2 ถ้าไม่ให้ความร้อน ทิศทางการเคลื่อนที่ของสารละลายสีเป็นอย่างไร

.....

7.3 นักเรียนสรุปการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร

.....

.....

.....

.....

8. ขั้นสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนเคยศึกษามาแล้วว่าอากาศร้อนมีความหนาแน่นน้อยจะลอยตัวสูงเมื่ออยู่บน
 ล้วนอากาศเย็นซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าจะเข้ามาแทนที่ ในทำนองเดียวกันกับการ
 ทดลองนี้ นักเรียนได้เห็นแล้วว่าน้ำทรงบริเวณที่ได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น สังเกต
 ได้จากทิศทาง การเคลื่อนที่ของสารละลายสีม่วงของ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ซึ่ง
 ลอยสูงขึ้น น้ำบริเวณที่เย็นจะไหลวนมาแทนที่ หมุนเวียนกันไปเช่นนี้จนน้ำทั้งถ้วยร้อนทั่วกัน
 หมด แสดงว่าอนุภาค มีอุณหภูมิสูงกว่าจะเคลื่อนที่ไปสู่น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จึงได้พาความร้อน
 ไปด้วย ลักษณะการเช่นนี้เรียกว่า การถ่ายเทพลังงานความร้อน โดยการพา ฉะนั้นอาจพูด
 ได้อีกอย่างหนึ่งว่าการถ่ายเทความร้อนโดยการพานั้น สารที่เป็นตัวพาความร้อนจะต้อง
 เคลื่อนที่ไปด้วย

1. นักเรียนคิดว่า การพาความร้อนจะ เกิดขึ้นในของแข็งได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
2. บ้านทรงไทยกับบ้านทรงสมัยใหม่ แบบไหนเมื่อปลูกแล้วจึงจะอยู่สบาย

เหมาะสมกับอากาศในประเทศไทย เพราะอะไร

3. เหตุใดใน โรงภาพยนตร์จึงเจาะช่องระบายอากาศไว้ในที่สูง
4. ประเทศที่มีอากาศร้อนควรใส่เสื้อผ้าที่ทำจากผ้าไหมหรือใยเทียม เพราะเหตุใด

นักเรียนเห็นแล้วว่า ในการถ่ายเทพลังงานความร้อน โดยการนำและการพานั้นจะต้อง
 อาศัยตัวกลาง จากบทเรียนที่ผ่านมา นักเรียนทราบว่าในที่สูงขึ้นไปมาก ๆ บรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก
 จะเบาบางลงทุกทีจนกระทั่งกลายเป็นอวกาศ แม้กระนั้นพลังงานความร้อนและพลังงาน
 แสงจากดวงอาทิตย์ก็ยังสามารถส่งผ่านมาถึง โลกเราได้ ทั้งที่ไม่มีอากาศเป็นตัวกลาง
 พลังงานจากดวงอาทิตย์มายัง โลกเราได้ด้วยการแผ่รังสี ซึ่งเป็นการถ่ายเทพลังงาน
 ความร้อน โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกลางช่วยในการถ่ายเทพลังงาน

จากการทดลองเรื่องการถ่ายเทพลังงาน นักเรียนจะเห็นแล้วว่าพลังงานความร้อน
 สามารถถ่ายเทไปได้ 3 วิธี คือ การนำ การพา และการแผ่รังสี การถ่ายเทพลังงาน
 ความร้อนอาจจะเกิดขึ้นทั้ง 3 วิธี หรือวิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้ สำหรับพลังงานไฟฟ้านั้นจะส่ง
 ผ่านไปทางตัวนำไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

การทดลอง 10.12 การรับและคายความร้อนของวัตถุสีขาวและสีดำ

สถานการณ์ "วิทย์ วัฒน และ วุฒิพากันไปเที่ยวที่ชายหาด วิทย์สวมเสื้อขาว วัฒนสวมสีดำและวุฒิสวมเสื้อสีเหลือง ขณะเดินเที่ยวอยู่ที่ชายหาดนั้นวัฒนรู้สึกร้อนมาก จนถึงกับชวนให้วิทย์และวุฒิขึ้นไปนั่งพักหลบแดดที่บังกา โลชาคหาค ในขณะวิทย์และวุฒิรู้สึกร้อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น วิทย์และวุฒิจึงมองวัฒนด้วยความแปลกใจที่เห็นวัฒนร้อนผิดปกติ"

เพื่อแสวงหาความรู้หรือคำขอตอบไป จึงให้ดำเนินการตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นระบุปัญหา

.....

ปัญหาที่สรุปได้จากการอภิปราย คือ

.....

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา

จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนพอจะทราบข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาที่พบ ดังนี้
 ตัวแปรต้น คือ

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

3. ขั้นตั้งสมมติฐาน

จากข้อมูลข้างบน สามารถตั้งสมมติฐาน ได้ดังนี้

.....

.....

กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร ได้ดังนี้

(ตัวแปรต้น)

.....

.....

(ตัวแปรตาม)

.....

.....

4. ขั้นการสังเกตและ/หรือการทดลอง

การออกแบบการทดลอง

4.1 วิธีดำเนินการทดลอง (ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ข้างต้น เขียนให้เป็นข้อ ๆ อย่างละเอียด และรัดกุม)

.....

.....

.....

.....

4.2 การควบคุมตัวแปร

.....

.....

.....

4.3 วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากการที่นักเรียนได้ออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสถานการณ์มาแล้ว นักเรียนได้ใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีอุปกรณ์ดังกล่าวข้างล่างนี้ให้นักเรียนออกแบบการทดลอง

1. เทอร์โมมิเตอร์



ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิของเหลว โดยให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในของเหลว

2. น้ำยารวขนาด 5 เซนติเมตร x
5 เซนติเมตร

3. น้ำยารวขนาด 5 เซนติเมตร x
5 เซนติเมตร

4. ยางรัด

5. วิธีทำการทดลอง (เขียนเป็นข้อ ๆ อย่างละเอียดและรัดกุม)

.....

6. ปฏิบัติการทดลอง

7. บันทึกผลการทดลอง

.....

7.1 น้ำสีขาวและสีคำกับความร้อนได้เท่ากันหรือไม่

.....

7.2 เมื่อเอาเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองเข้ามาในร่มแล้วทิ้งไว้ 5 นาที

อุณหภูมิจะลดลงต่างกันอย่างไร

.....

7.3 น้ำขาวและน้ำดำอย่างไหนคายความร้อนได้ดีกว่ากัน

.....

7.4 วัตถุที่มีสีเข้มกับสีอ่อน อย่างไหนจะรับและคายความร้อนได้ดีกว่ากัน

.....

7.5 ประเทศเราเป็นประเทศที่มีอากาศร้อน ควรสวมเสื้อสีเข้มหรือสีอ่อน ๆ เพราะเหตุใด

.....

8. สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่า สีเซมจะรับและถ่ายเทพลังงานความร้อนได้ดีกว่าวัตถุที่มีสีจางหรือสีอ่อน ในชีวิตประจำวันเรานำสมบัติข้อนี้ไปใช้ประโยชน์หลายอย่างด้วยกัน เป็นต้นว่า การเลือกใช้สีเสื้อผ้า การทาสีบ้านหรือสีของรถยนต์ ตลอดจนเครื่องใช้หุงต้มบางชนิด

นักเรียนคงเห็นแล้วว่า ในการดำรงชีวิตของแต่ละคน จะต้องมีการใช้พลังงานตลอดเวลา เช่น พลังงานจากอาหาร พลังงานที่ใช้ผลิตเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ยิ่งประชากรของโลกเพิ่มมากขึ้นเท่าใด จำนวนพลังงานที่จะต้องใช้ก็เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานจากเชื้อเพลิง เช่น น้ำมัน ถ่านไม้ ถ่านหิน เมื่อใช้มาก ๆ และนานไปก็อาจหมดลงได้ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องใช้พลังงานอย่างประหยัดและใช้ให้คุ้มค่า

10.6 ควรใช้พลังงานกันอย่างไร

สิ่งที่ได้ทราบมาแล้วว่า ทุกขั้นตอนของการผลิตเครื่องอุปโภคหรือบริโภค จำเป็นต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น ส่วนจะใช้จำนวนมากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับวิธีการที่ใช้ในการผลิต ฉะนั้นถ้านักเรียนตั้งหรือทำลายอุปการณณ์ไปขึ้นหนึ่งก็หมายความว่า พลังงานจำนวนหนึ่งที่ใช้ผลิตอุปการณณ์นั้นสูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ จากบทเรียนเรื่องกิน หิน แร่ นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่าวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้ในการอนุรักษ์แร่ คือนำอุปการณณ์ที่ทำจากวัสดุโลหะที่เหลือใช้และชำรุดแล้วมาหลอมเป็นเนื้อโลหะขึ้นใช้ประโยชน์ใหม่อีก และด้วยวิธีนี้นักเรียนคิดว่า พลังงานที่ใช้ในการหลอมโลหะกับพลังงานที่ใช้ในการถลุงโลหะจากสินแร่ นั้น อย่างไหนจะมากกว่ากัน ลองพิจารณาจากตารางข้างล่างนี้

ตาราง 10.5 แสดงค่าพลังงานที่ใช้ในการถลุงและหลอมโลหะ

จำนวนโลหะ 1,000 กิโลกรัม	จำนวนพลังงาน $\times 10^{12}$ (จ)	
	ถลุงจากสินแร่	หลอมจากโลหะที่ใช้แล้ว
อะลูมิเนียม	2.25	0.45
ทองแดง	0.90	0.09

1. ถ้าจะทำภาชนะอลูมิเนียมจากเศษโลหะอลูมิเนียมที่ใช้แล้ว กับทำจากโลหะอลูมิเนียมที่ได้จากการถลุงสินแร่ อย่างไหนจะมีราคาแพงกว่ากัน เพราะเหตุใด
2. นักเรียนคิดว่า ควรจะทำอย่างไรกับสายไฟฟ้าทองแดงที่ชำรุดแล้ว จึงจะจัดว่าเป็นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า
3. การที่โรงงานน้ำอัดลมนำขวดที่ใช้แล้วกลับไปใช้บรรจุน้ำอัดลมใหม่อีก เป็นการประหยัดพลังงานหรือไม่ เพราะเหตุใด
4. เหตุใดจึงต้องมีการเก็บเศษกระป๋องที่ใช้แล้วไปย่อยเพื่อทำกระป๋องใหม่อีก เครื่องอุปโภคบริโภคต่าง ๆ ที่ผลิตขึ้นนี้ จะถึงมือผู้บริโภคโดยการขนส่ง ซึ่งไปได้ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ในการใช้ยานพาหนะสำหรับขนส่งหรือโดยสารนี้ นักเรียนทราบหรือไม่ว่า ยานพาหนะชนิดใดจะสิ้นเปลืองพลังงานมากน้อยกว่ากัน ลองพิจารณาตารางต่อไปนี้

ตาราง 10.6 แสดงปริมาณพลังงานของยานพาหนะที่บรรทุกของ 1 กิโลกรัมในระยะทาง 1 กิโลเมตร

ยานพาหนะ	พลังงานที่ใช้ (จูล)
เรือ	2.3
รถไฟ	3.6
รถบรรทุก	42.6
เครื่องบิน	9,758.8

ตาราง 10.7 แสดงปริมาณพลังงานของยานพาหนะที่บรรทุกผู้โดยสาร 1 คน ในระยะทาง 1 กิโลเมตร

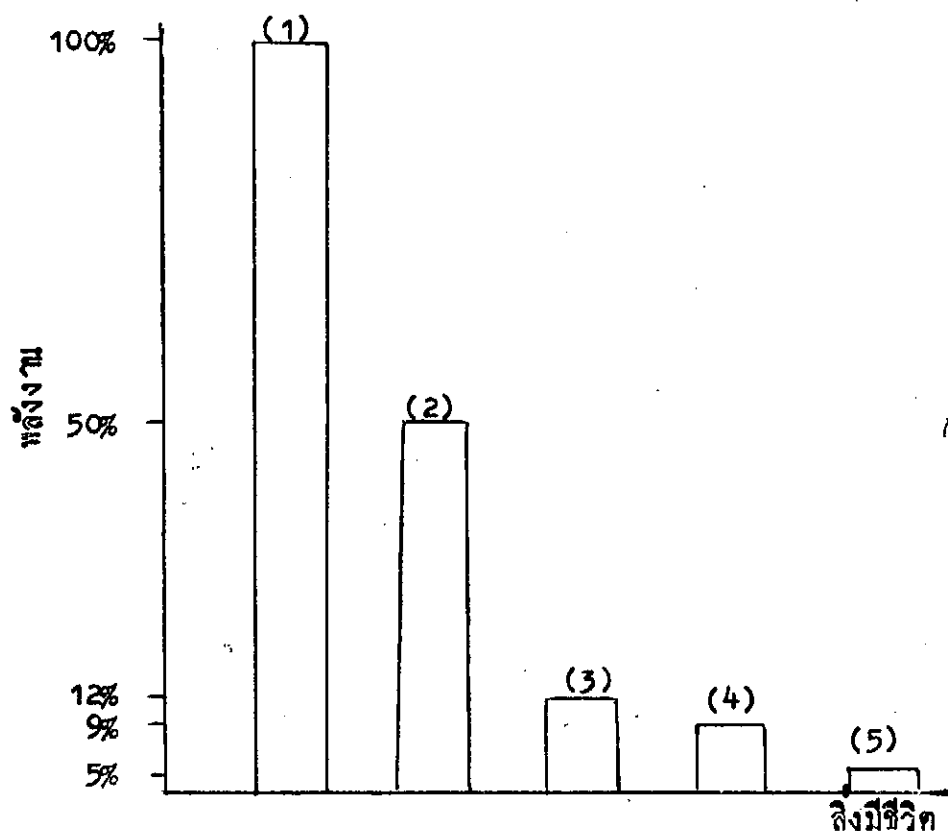
ยานพาหนะ	พลังงานที่ใช้ (จูล)
รถยนต์โดยสาร	10,466
รถยนต์ส่วนบุคคล	140,117
เครื่องบิน	730,964

ให้นักเรียนใช้ตาราง 10.6 และ 10.7 ตอบคำถามต่อไปนี้

1. ถ้าต้องการประหยัดพลังงานในการขนส่งสินค้าจำนวนมาก ควรใช้ยานพาหนะอะไร เพราะเหตุใด
2. ถ้าใช้พลังงานจำนวนเท่ากัน ยานพาหนะใด จะบรรทุกผู้โดยสารได้มากที่สุดเมื่อแล่นไปในระยะทางเท่ากัน
3. ยานพาหนะชนิดใดใช้พลังงานน้อยที่สุด เมื่อบรรทุกผู้โดยสารเท่ากันในระยะทางเท่ากัน
4. เปรียบเทียบรถยนต์โดยสารกับรถยนต์ส่วนบุคคลอย่างไหนจะประหยัดพลังงานมากกว่ากัน

นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่า การใช้ยานพาหนะเพื่อประหยัดพลังงานนั้น เราควรจะใช้ยานพาหนะชนิดใด ในกรณีที่ประเทศไทยเราไม่มีแหล่งน้ำมันของตัวเองมากพอที่จะใช้ในชีวิตประจำวันยังต้องซื้อจากต่างประเทศจึงควรที่จะหาทางใช้พลังงานอย่างประหยัด เพื่อเป็นการสงวนเงินตรา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจราจรที่ติดขัดให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง โดยเปล่าประโยชน์ จึงควรริบหาทางแก้ไข

แหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิตคืออาหาร นักเรียนได้เคยศึกษาเกี่ยวกับห่วงโซ่อาหารมาแล้ว และทราบว่าสารกินต่อกันเป็นทอด ๆ ก็คือการถ่ายทอดพลังงานนั่นเอง การถ่ายทอดพลังงานเช่นนี้จะมีการสูญเสียพลังงานไปอย่างไรบ้างหรือไม่ ขอให้พิจารณากราฟต่อไปนี้



- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. พลังงานสะสมในพืช | 4. พลังงานที่สัตว์กินเนื้อได้รับจากสัตว์กินพืช |
| 2. พลังงานที่สัตว์กินพืชได้รับจากพืช | 5. พลังงานสะสมในสัตว์กินพืช |
| 3. พลังงานสะสมในสัตว์กินพืช | |

รูป 10.27 แสดงพลังงานสะสมในสัตว์กินเนื้อ

1. พลังงานที่สะสมในพืชและพลังงานที่สัตว์ได้รับจากการกินพืชแตกต่างกันอย่างไร และมีการสูญเสียพลังงานเท่าใด
2. พลังงานสะสมที่อยู่ในสัตว์กินพืชและสัตว์กินเนื้อแตกต่างกันอย่างไร
จะเห็นได้ว่าพลังงานที่สะสมอยู่ในสัตว์กินเนื้อ มีจำนวนน้อยกว่าพลังงานที่สะสมอยู่ในสัตว์กินพืช เนื่องจากมีการสูญเสียพลังงานในการกินต่อกันเป็นทอด ๆ สรุปได้ว่า ถ้าสัตว์กินพืช โดยตรงจะสูญเสียพลังงานน้อยกว่ากินเนื้อสัตว์

1. ถ้ามองในแง่ของการประหยัดพลังงาน นักเรียนคิดว่าควรจะกินอาหารจำพวกพืช หรือสัตว์จึงจะสูญเสียพลังงานน้อยที่สุด

อย่างไรก็ตามในการเลือกกินอาหารนั้น นักเรียนควรจะต้องคำนึงถึงการกินอาหารให้ถูกสัดส่วน เพื่อความเจริญเติบโตของร่างกาย ถ้าจะกินอาหารประเภทพืชก็ควรเลือกกินพืชที่ให้โปรตีนด้วย เช่น ถั่ว หรือสาหร่าย เป็นต้น

จากความเป็นจริงในปัจจุบันนี้ พบว่า จำนวนประชากรของประเทศเราและของโลกเพิ่มขึ้นอย่างมาก และไม่มีแนวโน้มว่าจะลดลง การขาดแคลนอาหารจึงเป็นปัญหาใหม่อันหนึ่ง นอกจากจะต้องหาทางลดอัตราการเพิ่มประชากรแล้ว ก็ควรจะต้องหาทางลดและประหยัดการใช้พลังงานอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในค่านอาหาร ควรหันมากินอาหารจำพวกพืชให้มากขึ้นและกินเนื้อสัตว์ให้น้อยลง นอกจากอาหารแล้ว การประหยัดพลังงานอื่น ๆ ก็มีความจำเป็นเพิ่มขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากการเพิ่มประชากรดังกล่าวนั่นเอง เมื่อประชากรเพิ่มขึ้นการใช้พลังงานก็ย่อมเพิ่มจำนวนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งพลังงานที่จำเป็นต้องใช้กันมากคือ น้ำมัน และนับวันปริมาณของน้ำมันที่มีอยู่ใน โลกก็จะยิ่งลดลงเรื่อย ๆ หากไม่มีการประหยัดหรือหาพลังงานอื่น ๆ มาทดแทน จะทำให้เกิดวิกฤติการณ์ในอนาคตอันใกล้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาทางประหยัดพลังงานในทุกวิถีทางที่เราสามารถทำได้ นอกจากนี้การใช้เชื้อเพลิงประเภทนี้ต้องคำนึงถึงผลที่อาจจะเกิดขึ้นภาวะแวดล้อมอีกด้วย

ภาคผนวก ค

คะแนนจากการทดสอบ

ตาราง 11 แสดงคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและ
กลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คนที่	คะแนน	คนที่	คะแนน	คนที่	คะแนน	คนที่	คะแนน
1	24	20	24	1	16	20	14
2	21	21	27	2	18	21	26
3	17	22	22	3	17	22	9
4	24	23	20	4	20	23	19
5	24	24	25	5	18	24	14
6	21	25	23	6	12	25	12
7	22	26	21	7	15	26	13
8	14	27	23	8	20	27	18
9	25	28	15	9	17	28	18
10	19	29	8	10	19	29	12
11	21	30	23	11	24	30	22
12	10	31	28	12	21	31	21
13	16	32	21	13	17	32	16
14	25	33	23	14	23	33	16
15	25	34	25	15	25	34	16
16	13	35	20	16	16	35	23
17	28	36	26	17	17	36	16
18	22	37	25	18	20	37	20
19	27			19	18		

ตาราง 12 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการใช้พลังงานของ
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง						กลุ่มควบคุม					
คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง	คนที่	ก่อน	หลัง
	ทดลอง	ทดลอง		ทดลอง	ทดลอง		ทดลอง	ทดลอง		ทดลอง	ทดลอง
1	13	14	20	10	21	1	7	9	20	3	12
2	10	15	21	8	19	2	11	10	21	10	18
3	14	18	22	6	10	3	8	8	22	4	10
4	13	17	23	11	11	4	10	12	23	3	9
5	11	18	24	13	14	5	4	11	24	3	10
6	6	8	25	17	15	6	11	12	25	7	6
7	10	19	26	7	14	7	11	10	26	1	8
8	13	12	27	7	19	8	6	13	27	1	8
9	11	19	28	11	15	9	9	12	28	4	11
10	7	10	29	17	14	10	12	9	29	8	11
11	9	16	30	13	13	11	7	9	30	4	10
12	16	14	31	10	22	12	4	16	31	4	7
13	9	16	32	8	9	13	1	10	32	3	10
14	7	14	33	13	8	14	7	22	33	5	10
15	13	19	34	12	13	15	17	10	34	1	8
16	16	16	35	15	19	16	6	11	35	6	10
17	9	21	36	12	20	17	6	8	36	7	7
18	16	14	37	13	16	18	4	17	37	10	12
19	6	16				19	8	9			

ตาราง 13 แสดงค่าสถิติพื้นฐาน และค่าเฉลี่ยที่ปรับแล้วของนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบ
สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา (กลุ่มทดลอง) และนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการ
สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เน้นการระบุแนวทางแก้ปัญหา (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มตัวอย่าง	N	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา		ความสามารถในการแก้		ค่าเฉลี่ยที่ ปรับแล้ว
		วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน		ปัญหาทางวิทยาศาสตร์		
		$\bar{Y}$	S^2	$\bar{X}$	S^2	
กลุ่มทดลอง	37	11.135135	10.509009	21.540541	19.411411	21.7816
กลุ่มควบคุม	37	6.2972973	12.992492	17.783784	14.785285	20.3024

แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม			
Y	X	Y	X		
n_j	37	37		N	$= 74$
T_{y_j}, T_{x_j}	412 797	233 658		T_y	$= 645$
$\bar{Y}_j, \bar{X}_j$	11.135135 21.540541	6.2972973 17.783784		$\bar{Y}$	$= 8.7162$
$\sum_{i=1}^{n_j} Y_{ij}^2$	4966	1935		T_y^2/N	$= 5621.9595$
$\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$	17989	12234		$\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{j=1}^k Y_{ij}^2$	$= 6901$
$T_{x_j y_j}$	8655	4279		$\sum_{j=1}^k \left(T_{y_j}^2 / n_j \right)$	$= 6054.9460$
$\frac{T_{y_j}^2}{n_j}$	4587.6757	1467.2703		T_x	$= 1455$
				T_x^2/N	$= 28608.445$
$\frac{T_{x_j}^2}{n_j}$	17167.811	11701.73		$\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{j=1}^k X_{ij}^2$	$= 30223$
				$\sum_{j=1}^k \left(T_{x_j}^2 / n_j \right)$	$= 28869.541$

แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
(ทอ)

	ผลรวมกำลังสอง (Sum of squares)	
	Y	X
ระหว่างกลุ่ม	$6054.9460 - 5621.9595 = 432.9865$	$28869.541 - 28608.445 = 261.096$
ภายในกลุ่ม	$6901 - 6054.9460 = 846.0540$	$30223 - 28869.541 = 1353.4590$
ทั้งหมด	$6901 - 5621.9595 = 1279.0405$	$30223 - 28608.445 = 1614.555$
	ผลรวมของผลคูณ (Sum of products)	
ระหว่างกลุ่ม	$13018.3240 - 12682.0940 = 336.2300$	
ภายในกลุ่ม	$12934 - 13018.3240 = -84.3240$	
ทั้งหมด	$12934 - 12682.0940 = 251.9060$	

จากค่าที่คำนวณได้นี้มาหาผลรวมกำลังสองของคะแนนที่ปรับแล้ว ของตัวแปร X
ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} ASS_T &= 1614.555 - \left[(251.9060)^2 / 1279.0405 \right] \\ &= 1564.9423 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ASS_W &= 1353.4590 - \left[(-84.324)^2 / 846.054 \right] \\ &= 1345.0546 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ASS_b &= 1564.9423 - 1345.0546 \\ &= 219.88767 \end{aligned}$$

แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
(ต่อ)

	แหล่งของตัวแปร		
	ระหว่างกลุ่ม	ภายในกลุ่ม	ทั้งหมด
ผลรวมกำลังสอง (SS) : Y	432.9865	846.0540	1279.0405
ผลรวมกำลังสอง (SS) : X	261.0960	1353.1590	1614.5550
ผลรวมของผลคูณ (SP)	336.2300	-84.3240	251.9060
df	1	71	72
ผลรวมกำลังสองของคะแนนที่ ปรับแล้ว (ASS) : X	219.8876	1345.0546	1564.9423
df (สำหรับคะแนนที่ปรับแล้ว)	1	71	72
MS (ของคะแนนที่ปรับแล้ว)	219.8876	18.9444	

$$\begin{aligned}
 \therefore F &= \frac{219.88761}{18.944431} \\
 &= 11.606982
 \end{aligned}$$

แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม
โดยใช้ t-test แบบ Independent

$$\text{จากสูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

$$\text{แทนค่า } t = \frac{15.351351 - 10.675676}{\sqrt{\frac{(36)(13.567568) + 36(10.225225)}{72} \left[\frac{2}{37} \right]}}$$

$$= \frac{4.675675}{\sqrt{\frac{488.43245 + 368.1081}{72} \left[\frac{2}{37} \right]}}$$

$$= \frac{4.675675}{\sqrt{\frac{856.54055}{72} \left[\frac{2}{37} \right]}}$$

$$= \frac{4.675675}{\sqrt{11.896397 \left[\frac{2}{37} \right]}}$$

$$= \frac{4.675675}{\sqrt{0.6430484}}$$

$$= \frac{4.675675}{0.801903}$$

$$= 5.8307237$$

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นายนันทเดช ชื่อสกุล โชคถาวร

เกิดวันที่ 6 เดือนธันวาคม พุทธศักราช 2504

สถานที่เกิด อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 95 ถนนริมน้ำ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110

ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน อาจารย์ 1 ระดับ 3

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนบ้านแก่งจอ ตำบลไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2523

มัธยมศึกษาตอนปลาย จาก โรงเรียนสารสิทธิ์พิทยาลัย

พ.ศ. 2527

กศ.บ. (วิทยาศาสตร์) จากมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ
พลศึกษา

พ.ศ. 2532

กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา) จากมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร