



บรรณานุกรม

หนังสือ

- ประคอง วรรณสูตร. สถิติประยุกต์สำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๑๓.
- เก็ษาธิการ, กระหวาง. กรมวิชาการ. ประมวลศัพท์ จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์, ๒๕๒๑.
- สุวัชร์ นิยมคา. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๑๗.

บทความ

- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. "แนวคิดเกี่ยวกับการจัดระบบพัฒนาหลักสูตรและการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน." วารสารครูศาสตร์ ๔ (พฤศจิกายน - ธันวาคม ๒๕๑๗): ๒๕.
- บุญมี กอนทอง. "บทเรียนมอดูลเพื่อเสริมความรู้อ." วิทยาสาร ๒๖ (มกราคม ๒๕๑๔): ๒๑.
- วิรุยทอง วิเชียรโศติ. "สังคมไมตรีสัมพันธ์กับการพัฒนาประเทศ." วารสารจิตวิทยา (๒๕๑๓): ๓๓-๓๔.
- "การสอนแบบสืบสอบ-สอบสวน-วิธีสอนให้คิด." วารสารจิตวิทยา (๒๕๑๔): ๒๘-๓๐.
- "จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสอบสอบสวน." มิตรครู ๑๗ (๑๕ กันยายน ๒๕๒๑): ๑๑.
- สมพร อดากรกุล. "การสอนแบบโมดูล." วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๓ (เมษายน ๒๕๑๔): ๑.
- เสริมศรี เสวตามร และสาดี งานศิริ. "การวิเคราะห์การสอนแบบ Inquiry ." วารสารครูศาสตร์ ๔ (กรกฎาคม - สิงหาคม ๒๕๒๑): ๗๓.
- โสภี วงศ์ทองเห็ล้อง. "ถ้าครูจะฝึกทักษะด้วยตนเอง." วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ๖ (ตุลาคม ๒๕๒๐): ๒๗.

วิทยานิพนธ์และเอกสารอื่น ๆ

- จรส์โนม นาโค. "โมดูลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๑.
- ธีระ จิตต์จนะ. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ เรื่อง ไฟฟ้า โดยใ้บทเรียนโมดูลกับการสอนปกติ." ปริญญานิพนธ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ๒๕๑๕.
- นิมิตร มาตเกษม. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติการทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.
- นิยม ทองอุดม. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ เรื่องบรรยากาศ โดยใ้บทเรียนแบบโมดูลกับการสอนปกติ." ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ๒๕๒๐.
- เบญจา โสทรโยม. "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนสมการเชิงหนึ่งตัวแปร โดยใ้หน่วยการเรียนรู้การสอน (Instructional Module) กับการสอนปกติ." ปริญญานิพนธ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ๒๕๒๐.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กรุงเทพมหานคร. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ๒๕๒๑.
- สุกัญญา ศรีสุขวัฒน์. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบชนิดที่ใ้และไม่ใ้ศูนย์การเรียนรู้." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกศึกษามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๐.

Books

- Arends, Robert L. and others. Handbook for the Development of Instructional Module in Competency-based Teacher Education Programe. 2d ed. New York: State University College at Buffalo, 1973.
- Ferguson, George A., Statistical Analysis in Phychology Education. 4d,ed Mc.Graw-Hill Book Co.,1976.
- Houston, Robert W. and others. Developing Instructional Modules. Texas:College of Education, University of Houston, 1972.
- Lawrence, Gordon. Florida Modules on Generic Teaching Competencies. Gainesville, Florida: University of Florida, 1973.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohis: Charles E. Merrill Publishing Co., 1967.

Articles

- Amien, Mohamad. "A Comparative of Two Instructional Method, Modular and Teacher-Centered, for Teaching Junior High School Biology in Indonesia." Dissertation Abstracts International 39(February 1979):4843-A.
- Caucci, David John. " A Sumative Evaluation of a Module of Instruction." Dissertation Abstracts International 32:6 (1971) : 3000 A.

Dale, Mary Alizabeth W. " A Comparative Study of Achievement
Between College Students being Taught in the
Traditional Manner and those Taught with Learning
Modules." Dissertation Abstracts International 34
(April 1974) : 6494 - A.

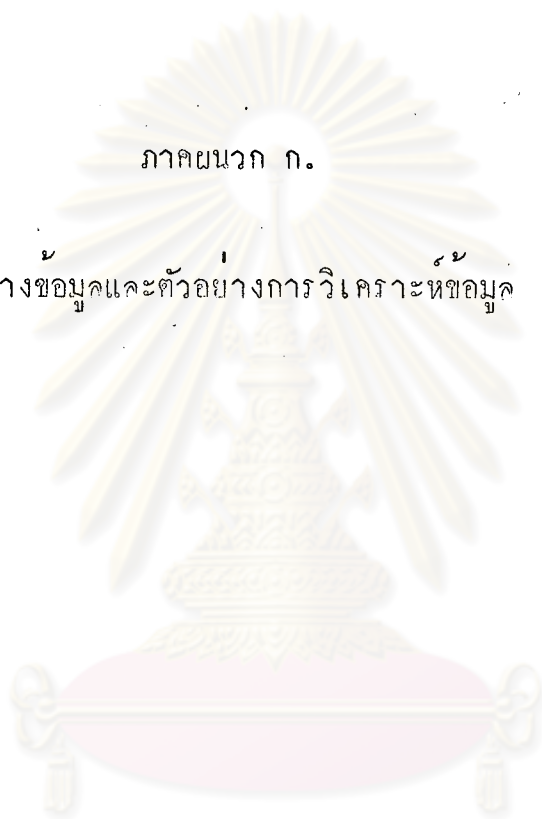
Dishner, Ernest Keith. " Proficiency Modules V.S. Traditional
Teaching in Developmental Reading Methodology."
Dissertation Abstract International 34(April 1974)
: 6494-A.

Olarinoge, Rophel Dale. " A Comparative Study of the
Effectiveness of Three Methods of Teaching a
Secondary School Physic Course in a Nigerian
Secondary School." Dissertation Abstracts International
39 (February 1979): 4848-A.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

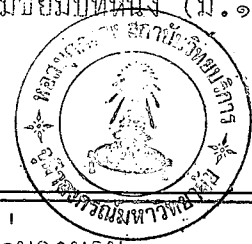
ภาคผนวก ก.

ตารางข้อมูลและตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูล



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕. คะแนนสอบปลายภาควิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๑
ของกรุงเทพมหานครและกรุงเทพมหานคร (ม.๑)



กรุงเทพมหานคร				กรุงเทพมหานคร			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๓๘	๑	๓๘	๑๔๓.๒๘	๓๘	๑	๓๘	๑๓๓.๓๖
๓๗	๑	๓๗	๙๙.๕๐	๓๘	๑	๓๘	๕๙.๖๐
๓๕	๑	๓๕	๖๓.๕๒	๓๗	๑	๓๗	๔๕.๑๖
๓๔	๑	๓๔	๔๘.๕๔	๓๖	๓	๑๐๘	๓๖.๑๖
๓๓	๑	๓๓	๓๕.๖๔	๓๑	๒	๖๒	๒๔.๕๖
๓๒	๑	๓๒	๒๔.๙๐	๓๐	๑	๓๐	๑๓.๘๔
๓๑	๑	๓๑	๑๕.๙๖	๒๙	๑	๒๙	๗.๕๐
๓๐	๓	๙๐	๒๖.๕๖	๒๘	๕	๑๔๐	๑๔.๙๙
๒๙	๒	๕๘	๗.๙๖	๒๗	๔	๑๐๘	๒.๐๗
๒๘	๓	๘๔	๒.๕๒	๒๖	๓	๗๘	๐.๒๔
๒๗	๔	๑๐๘	๐.๐๐	๒๕	๖	๑๕๐	๙.๘๓
๒๖	๔	๑๐๔	๔.๒๔	๒๔	๒	๔๘	๑๐.๕๐
๒๕	๕	๑๒๕	๒๐.๖๐	๒๓	๒	๔๖	๒๑.๕๒
๒๔	๖	๑๔๔	๕๕.๐๘	๒๑	๓	๖๓	๘๓.๖๔
๒๓	๑	๒๓	๑๖.๒๔	๒๐	๑	๒๐	๓๙.๕๔
๒๒	๒	๔๔	๕๐.๖๐	๑๙	๔	๗๖	๒๑๑.๘๙
๒๑	๒	๔๒	๓๖.๓๖				
๑๘	๑	๑๘	๘๑.๕๔				
N	๕๐	๑๐๘๖	๑๖๘.๙๕	Σ	๕๐	๑๐๕๑	๘๐๐.๐๐

$\bar{X}_1 = ๒๓.๐๓, S.D._1 = ๕.๕๕$

$\bar{X}_2 = ๒๖.๒๘, S.D._2 = ๕.๕๓$

การทดสอบภาวะความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่าง

$$H_0: s_1^2 = s_2^2$$

$$H_1: s_1^2 \neq s_2^2$$

$$F = \frac{s_2^2}{s_1^2}$$

$$= \frac{(๔.๕๓)^2}{(๔.๔๔)^2}$$

$$= \frac{๒๐.๕๑}{๑๙.๗๑}$$

$$F = ๑.๐๔$$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ $.๐๕$, df (๓๙, ๓๙) $F_{๓๙}^{๓๙}$ มีค่า ๑.๖๘

F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า F จากตาราง ($๑.๐๔ < ๑.๖๘$)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยิมเลขคณิตของ กลุ่มตัวอย่าง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s (\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}})}$$

เมื่อ

$$s (\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}) = \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{๓๖๘.๕๕ + ๘๐๐.๐๐}{๕๐ + ๕๐ - ๒} \left(\frac{๑}{๕๐} + \frac{๑}{๕๐} \right)}$$

$$= \sqrt{(๒๐.๑๑) (๐.๐๕)}$$

$$= \sqrt{๑.๐๐๕}$$

$$= ๑.๐๐๓$$

แทนค่า

$$t = \frac{๒๓.๐๓ - ๒๖.๒๘}{๑.๐๐๓}$$

$$= \frac{๐.๓๕}{๑.๐๐๓}$$

$$= ๐.๓๔๘$$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕, df (๕๐ + ๕๐ - ๒) = ๙๘, $t_{๙๘} = ๐.๕๕๘$

t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง (๐.๓๔๘ < ๐.๕๕๘)

ตารางที่ ๑๐ คะแนนสอบปลายภาควิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ของกลุ่มเด็กเก่ง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๓๘	๑	๓๘	๙๔.๘๒	๓๘	๑	๓๘	๖๙.๒๔
๓๗	๑	๓๗	๘๘.๒๒	๓๘	๑	๓๘	๑๙.๖๔
๓๕	๑	๓๕	๒๑.๖๒	๓๓	๑	๓๓	๑๐.๒๔
๓๔	๑	๓๔	๑๓.๓๒	๓๒	๓	๙๖	๑๔.๕๒
๓๓	๑	๓๓	๙.๐๒	๓๑	๒	๖๒	๒.๘๘
๓๒	๑	๓๒	๒.๙๒	๓๐	๑	๓๐	๐.๐๔
๓๑	๑	๓๑	๐.๔๒	๒๙	๑	๒๙	๐.๖๔
๓๐	๓	๙๐	๐.๓๖	๒๘	๕	๑๔๐	๑๖.๒๐
๒๘	๒	๕๘	๓.๖๔	๒๗	๔	๑๐๘	๓๑.๓๖
๒๘	๓	๘๔	๑๖.๕๙	๒๖	๑	๒๖	๑๔.๕๔
๒๗	๔	๑๐๘	๔๔.๘๘				
๒๖	๑	๒๖	๑๘.๙๒				
Σ	๒๐	๖๐๗	๔๒๘.๕๒	Σ	๒๐	๕๙๖	๑๗๕.๒๐

$\bar{X}_1 = ๓๐.๓๕$

$\bar{X}_2 = ๒๙.๘๐$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานและค่าเฉลี่ยจาก
คะแนนสอบปลายภาคของกลุ่มเด็กเก่งของกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ทดลอง

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\text{จากสูตร } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) &= \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)} \\ &= \sqrt{\frac{๒๔๘.๕๒ + ๑๓๕.๒๐}{๒๐ + ๒๐ - ๒} \left(\frac{๑}{๒๐} + \frac{๑}{๒๐} \right)} \\ &= \sqrt{(๑๑.๑๕)(๐.๑)} \\ &= ๑.๐๕๖ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า } t &= \frac{๓๐.๓๕ - ๒๘.๘๐}{๑.๐๕๖} \\ &= \frac{๐.๕๕}{๑.๐๕๖} \\ &= ๐.๕๒ \end{aligned}$$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕, $df (๒๐ + ๒๐ - ๒) = ๓๘$, $t_{๓๘} = ๒.๐๒๕$

t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง ($๐.๕๒ < ๒.๐๒๕$)

ตารางที่ ๑๑ คะแนนสอบปลายภาควิชาสถิติในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ของกลุ่ม
เด็กเรียนอ่อนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๒๖	๓	๗๘	๑๕.๘๗	๒๖	๒	๕๒	๒๑.๑๓
๒๕	๕	๑๒๕	๘.๕๕	๒๕	๖	๑๕๐	๓๐.๓๘
๒๔	๖	๑๔๔	๐.๕๕	๒๔	๒	๔๘	๓.๑๓
๒๓	๑	๒๓	๐.๕๘	๒๓	๒	๔๖	๐.๑๓
๒๒	๒	๔๔	๕.๗๘	๒๑	๓	๖๓	๘.๑๘
๒๑	๒	๔๒	๑๕.๕๘	๒๐	๑	๒๐	๗.๕๖
๑๘	๑	๑๘	๓๒.๕๘	๑๘	๕	๙๐	๕๖.๒๕
Σ	๒๐	๔๗๔	๗๘.๒๐	Σ	๒๐	๔๕๕	๑๒๗.๗๗

$$\bar{X}_1 = ๒๓.๗๐$$

$$\bar{X}_2 = ๒๒.๗๕$$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนสอบปลายภาคของกลุ่มเด็กเรียนอ่อนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

H₀: μ₁ = μ₂

H₁: μ₁ ≠ μ₂

จากสูตร $t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$

เมื่อ $\sqrt{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$ = $\sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$
= $\sqrt{\frac{๓๘.๒๐ + ๑๒๓.๓๓}{๒๐ + ๒๐ - ๒} \left(\frac{๑}{๒๐} + \frac{๑}{๒๐} \right)}$
= $\sqrt{(๕.๕๒)(๐.๑)}$
= $\sqrt{๐.๕๕๒}$
= ๐.๗๓๖

แทนค่า $t = \frac{๒๓.๗๐ - ๒๒.๗๕}{๐.๗๓๖}$

= $\frac{๐.๙๕}{๐.๗๓๖}$

= ๑.๒๙๑

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕, df (๒๐ + ๒๐ - ๒) = ๓๘, t_{๓๘} = ๒.๐๒๕
t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง (๑.๒๙๑ < ๒.๐๒๕)

ตารางที่ ๑๒ คะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๒๓	๑	๒๓	๕๔.๐๒	๒๕	๑	๒๕	๘๖.๔๓
๒๐	๒	๔๐	๓๙.๘๕	๒๓	๑	๒๓	๖๑.๑๕
๑๙	๓	๕๗	๓๓.๖๗	๒๑	๒	๔๒	๖๙.๙๔
๑๘	๖	๑๐๘	๓๓.๑๔	๒๐	๓	๖๐	๖๙.๙๐
๑๗	๖	๑๐๒	๑๐.๙๔	๑๙	๓	๕๗	๕๓.๗๘
๑๖	๒	๓๒	๐.๒๕	๑๘	๔	๗๒	๓๑.๘๑
๑๕	๖	๙๐	๒.๕๔	๑๗	๓	๕๑	๙.๙๔
๑๔	๓	๔๒	๘.๑๗	๑๖	๑	๑๖	๐.๖๗
๑๓	๕	๖๕	๓๕.๑๑	๑๕	๓	๔๕	๐.๑๐
๑๒	๒	๒๔	๒๖.๖๕	๑๔	๒	๒๘	๒.๗๘
๑๑	๓	๓๓	๖๔.๘๗	๑๓	๔	๕๒	๑๙.๐๑
๑๐	๑	๑๐	๓๑.๙๒	๑๒	๕	๖๐	๕๐.๕๖
				๑๑	๑	๑๑	๑๗.๕๗
				๑๐	๒	๒๐	๕๓.๖๖
				๙	๕	๔๕	๑๙๐.๙๖
Σ	๕๐	๖๒๖	๓๓๙.๑๓	Σ	๕๐	๖๐๗	๗๑๕.๗๖

$\bar{X}_1 = ๑๕.๖๕$

$\bar{X}_2 = ๑๕.๑๘$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานเลขคณิต

ของคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากสูตร $t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s(\bar{X}_1, \bar{X}_2)}}$

เมื่อ $s(\bar{X}_1, \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$

$$= \sqrt{\frac{1118.91 + 1195.66}{60 + 60 - 2} \left(\frac{1}{60} + \frac{1}{60} \right)}$$

$$= \sqrt{(11.67)(0.05)}$$

$$= \sqrt{0.5835}$$

$$= 0.7638$$

แทนค่า $t = \frac{96.66 - 95.94}{0.7638}$

$$= \frac{0.72}{0.7638}$$

$$= 0.9426$$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ ๐.๐๕, df (๕๐ + ๕๐ - ๒) = ๙๘, $t_{๙๘} = ๑.๙๘๔$

t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง (๐.๙๔๒๖ < ๑.๙๘๔)

ตารางที่ ๑๓ คะแนนทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๓๘	๑	๓๘	๒๒๓.๕๐	๓๒	๒	๖๔	๒๖๖.๕๒
๓๗	๑	๓๗	๑๙๕.๖๐	๒๘	๑	๒๘	๕๐.๕๑
๓๕	๒	๖๘	๒๓๙.๘๑	๒๗	๓	๘๑	๑๑๑.๖๓
๓๑	๑	๓๑	๖๓.๒๐	๒๖	๒	๕๒	๕๒.๐๒
๒๙	๑	๒๙	๓๕.๕๐	๒๕	๑	๒๕	๑๖.๘๑
๒๗	๓	๘๑	๕๖.๘๑	๒๔	๒	๔๘	๑๙.๒๒
๒๕	๓	๗๕	๑๑.๕๑	๒๓	๖	๑๓๘	๒๖.๕๖
๒๔	๒	๔๘	๑.๘๑	๒๒	๒	๔๔	๒.๕๒
๒๓	๖	๑๓๘	๐.๐๒	๒๑	๓	๖๓	๐.๐๓
๒๒	๕	๑๑๐	๕.๕๑	๒๐	๔	๘๐	๓.๒๔
๒๑	๒	๔๒	๘.๕๑	๑๙	๓	๕๗	๑๐.๘๓
๒๐	๓	๖๐	๒๗.๘๑	๑๘	๒	๓๖	๑๖.๘๒
๑๙	๑	๑๙	๑๖.๕๐	๑๖	๓	๔๘	๗๒.๐๓
๑๘	๓	๕๔	๗๖.๕๑	๑๕	๑	๑๕	๓๘.๘๑
๑๗	๒	๓๔	๗๓.๒๑	๑๓	๒	๒๖	๑๒๔.๘๒
๑๖	๑	๑๖	๘๙.๗๐	๑๑	๒	๒๒	๑๙๖.๐๒
๑๕	๒	๓๐	๑๒๙.๖๑	๙	๑	๙	๑๕๑.๖๑
๑๒	๑	๑๒	๑๖๒.๑๐				
Σ	๕๐	๕๒๒	๑๓๒๕.๙๒	Σ	๕๐	๘๓๖	๑๑๒๕.๖๐

$\bar{X}_1 = ๒๓.๐๕$

$\bar{X}_2 = ๒๐.๙๐$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานและค่าเฉลี่ยของ
คะแนนทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

เมื่อ

$$s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{๑๓๒๕.๘๓ + ๑๑๒๕.๖๐}{๕๐ + ๕๐ - ๒} \left(\frac{๑}{๕๐} + \frac{๑}{๕๐} \right)}$$

$$= \sqrt{(๓๑.๕๓๘)(๐.๐๕)}$$

$$= \sqrt{๑.๕๗๑}$$

$$= ๑.๒๕๔$$

แทนค่า

$$t = \frac{๒๓.๐๕ - ๒๐.๘๐}{๑.๒๕๔}$$

$$= \frac{๒.๒๕}{๑.๒๕๔}$$

$$= ๑.๗๑๕$$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕, df (๕๐ + ๕๐ - ๒) = ๙๘, $t_{๙๘} = ๑.๙๘๔$
 t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง (๑.๗๑๕ < ๑.๙๘๔)

ตารางที่ ๑๔ คะแนนทดสอบหลังเรียน(Post-test) ของกลุ่มเด็กเก่งของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๓๘	๑	๓๘	๑๓๘.๒๔	๓๒	๒	๖๔	๑๑๘.๕๘
๓๗	๑	๓๗	๑๑๖.๖๔	๒๘	๑	๒๘	๑๓.๖๘
๓๔	๒	๖๘	๑๒๐.๖๘	๒๗	๒	๕๔	๑๔.๕๘
๓๑	๑	๓๑	๒๓.๐๔	๒๖	๒	๕๒	๕.๗๘
๒๘	๑	๒๘	๗.๘๔	๒๕	๑	๒๕	๐.๙๘
๒๗	๓	๘๑	๑.๘๒	๒๔	๒	๔๘	๐.๑๘
๒๕	๒	๕๐	๒.๘๘	๒๓	๕	๑๑๕	๘.๕๕
๒๔	๑	๒๔	๔.๘๔	๒๒	๑	๒๒	๕.๒๘
๒๓	๓	๖๙	๓๐.๗๒	๒๑	๒	๔๒	๒๑.๗๘
๒๒	๒	๔๔	๓๕.๘๘	๒๐	๑	๒๐	๑๘.๘๘
๑๙	๑	๑๙	๕๑.๘๔	๑๖	๑	๑๖	๖.๘๘
๑๘	๑	๑๘	๖๗.๒๔				
๑๖	๑	๑๖	๑๐๔.๐๔				
Σ	๒๐	๕๒๔	๗๐๗.๒๐	Σ	๒๐	๔๘๖	๒๗๖.๒๐

$\bar{X}_1 = ๒๖.๒๐$

$\bar{X}_2 = ๒๔.๓๐$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานเคชคณิตของคะแนน
ทดสอบหลังเรียนของกุ่มเด็กเก่งของกุ่มควบคุมและกุ่มทดลอง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}$$

เมื่อ

$$s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{๗๐๗.๒๐ + ๒๗๖.๒๐}{๒๐ + ๒๐ - ๒} \left(\frac{๑}{๒๐} + \frac{๑}{๒๐} \right)}$$

$$= \sqrt{(๒๕.๘๘)(๐.๑)}$$

$$= \sqrt{๒.๕๘๘}$$

$$= ๑.๖๐๘$$

แทนค่า

$$t = \frac{๒๖.๒๐ - ๒๘.๓๐}{๑.๖๐๘}$$

$$= \frac{๑.๘}{๑.๖๐๘}$$

$$= ๑.๑๘$$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕, df (๒๐ + ๒๐ - ๒) = ๓๘, $t_{๓๘} = ๒.๐๒๕$
 t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง (๑.๑๘ < ๒.๐๒๕)

ตารางที่ ๑๕ คะแนนทดสอบหลังเรียน (Post-test) ของกลุ่มเด็กเรียนอ่อนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๒๕	๑	๒๕	๒๖.๐๑	๒๗	๑	๒๗	๔๐.๒๕
๒๔	๑	๒๔	๑๖.๘๑	๒๓	๑	๒๓	๓๐.๒๕
๒๓	๓	๖๙	๒๘.๘๓	๒๒	๑	๒๒	๒๐.๒๕
๒๒	๓	๖๖	๑๓.๒๓	๒๑	๑	๒๑	๑๒.๒๕
๒๑	๒	๔๒	๒.๘๒	๒๐	๓	๖๐	๑๘.๗๕
๒๐	๓	๖๐	๐.๐๓	๑๙	๓	๕๗	๖.๗๕
๑๘	๒	๓๖	๗.๒๒	๑๘	๒	๓๖	๐.๕๐
๑๗	๒	๓๔	๑๖.๘๒	๑๖	๒	๓๒	๔.๕๐
๑๕	๒	๓๐	๔๘.๐๒	๑๕	๑	๑๕	๖.๒๕
๑๒	๑	๑๒	๖๒.๔๑	๑๓	๒	๒๖	๔๐.๕๐
				๑๑	๒	๒๒	๘๔.๕๐
				๙	๑	๙	๗๒.๒๕
Σ	๒๐	๓๘๘	๒๒๑.๘๐	Σ	๒๐	๓๕๐	๓๘๗

$\bar{X}_1 = ๑๙.๔๐$

$\bar{X}_2 = ๑๗.๕๐$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนน
ทดสอบหลังเรียนของกลุ่มเด็กเรียนอ่อนของกรุงเทพมหานครและกลุ่มทดลอง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

จากสูตร $t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s^2(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2})}}$

เมื่อ $s^2(\frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{1 \quad 2}) = \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)}$
 $= \sqrt{\frac{229.80 + 387.00}{20 + 20 - 2} \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20}\right)}$
 $= \sqrt{(96.02)(0.1)}$
 $= \sqrt{9.602}$
 $= 9.799$

แทนค่า $t = \frac{95.80 - 97.50}{9.799}$
 $= \frac{-1.70}{9.799}$
 $= -0.173$

จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05, df (20 + 20 - 2) = 38, $t_{38} = 2.024$
t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า t จากตาราง (0.173 < 2.024)

ตารางที่ ๑๖ คะแนนทดสอบหลังเรียน หลังจากทำการทดสอบหลังเรียนครั้งแรกผ่านไป
เป็นเวลา ๑ เดือนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
๓๘	๑	๓๘	๑๘๕.๕๐	๓๖	๑	๓๖	๒๑๐.๒๕
๓๖	๑	๓๖	๑๓๕.๐๒	๓๔	๑	๓๔	๑๕๖.๒๕
๓๓	๑	๓๓	๙๕.๓๐	๓๑	๑	๓๑	๙๐.๒๕
๓๒	๑	๓๒	๕๘.๐๖	๓๐	๑	๓๐	๙๒.๒๕
๓๐	๓	๙๐	๙๕.๙๕	๒๙	๓	๘๗	๑๖๘.๙๕
๒๙	๑	๒๙	๒๑.๓๔	๒๘	๒	๕๖	๘๕.๕๐
๒๘	๔	๑๑๒	๕๒.๔๒	๒๗	๑	๒๗	๓๐.๒๕
๒๗	๑	๒๗	๖.๘๖	๒๖	๑	๒๖	๒๐.๒๕
๒๖	๑	๒๖	๒.๖๒	๒๕	๒	๕๐	๒๕.๕๐
๒๕	๓	๗๕	๑๖.๑๕	๒๔	๒	๔๘	๑๒.๕๐
๒๔	๓	๗๒	๐.๔๒	๒๓	๔	๙๒	๙.๐๐
๒๓	๓	๖๙	๕.๙๑	๒๒	๒	๔๔	๐.๕๐
๒๒	๔	๘๘	๒๒.๖๖	๒๑	๓	๖๓	๐.๙๕
๒๑	๓	๖๓	๓๕.๒๗	๑๙	๑	๑๙	๖.๒๕
๒๐	๓	๖๐	๕๗.๕๕	๑๘	๑	๑๘	๑๒.๒๕
๑๙	๓	๕๗	๘๖.๘๓	๑๗	๒	๓๔	๔๐.๕๐
๑๘	๒	๓๖	๘๑.๔๑	๑๖	๔	๖๔	๑๒๑.๐๐
๑๖	๒	๓๒	๑๕๐.๔๔	๑๕	๓	๔๕	๑๒๖.๙๕

ตารางที่ ๑๖(ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$	คะแนน (x)	ความถี่ (f)	fX	$f(X-\bar{X})^2$
				๑๓	๓	๓๙	๒๑๖.๙๕
				๑๐	๑	๑๐	๑๓๒.๒๕
				๙	๑	๙	๒๑๐.๒๕
Σ	๕๐	๔๙๕	๑๐๖๑.๓๒	Σ	๕๐	๔๖๐	๑๙๕๖.๐๐

$$\bar{X}_1 = ๒๕.๓๘$$

$$\bar{X}_2 = ๒๑.๕๐$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัธยฐานเลขคณิตของคะแนน
ทดสอบซ้ำ (re-test) หลังจากทำการทดสอบครั้งแรกผ่านไปเป็นเวลา ๑ เดือน

จากสูตร

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$H_2 : \mu_1 > \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$$

เมื่อ

$$s(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) = \sqrt{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}$$

$$= \sqrt{\frac{9069.32 + 9766}{60 + 60 - 2} \left(\frac{1}{60} + \frac{1}{60} \right)}$$

$$= \sqrt{(35.88)(0.05)}$$

$$= \sqrt{1.794}$$

$$= 1.34$$

แทนค่า

$$t = \frac{26.34 - 29.50}{1.34}$$

$$= \frac{2.88}{1.34}$$

$$= 2.14$$



จากตารางที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๕, df (60 + 60 - 2) = ๑๑๘, $t_{๑๑๘} = ๑.๖๕๔$
 t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า t จากตาราง (๒.๑๔๔) > ๑.๖๕๔ เมื่อทดสอบสองทาง
 และ t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า t จากตาราง (๒.๑๔๔) > ๑.๖๖๓ เมื่อทดสอบทางเดียว

ตารางที่ ๑๗ แสดงค่าความถี่ของจำนวนนักเรียนที่คิดเห็นต่อโมดูลและค่า χ^2

ข้อความ	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย		χ^2
	fo	fe	fo	fe	
๑. เมื่อเรียนโดยใช้โมดูล ทำให้เกิดพฤติ	๒๔	๒๐	๑๒	๒๐	๖.๕๐
๒. โมดูลเป็นสิ่งที่ควรใช้ให้แพร่หลาย	๓๑	๒๐	๕	๒๐	๑๒.๑๐
๓. นักเรียนชอบใช้โมดูล	๓๖	๒๐	๕	๒๐	๒๕.๖๐
๔. โมดูลนี้ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา	๓๕	๒๐	๑	๒๐	๓๖.๑๐
๕. โมดูลนี้อธิบายยากเกินไป	๓	๒๐	๓๗	๒๐	๒๔.๕๐
๖. โมดูลใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	๓๕	๒๐	๕	๒๐	๒๒.๕๐
๗. โมดูลเป็นเครื่องมือที่ทันสมัย	๓๕	๒๐	๖	๒๐	๑๕.๖๐
๘. โมดูลทำให้นักเรียนรับผิดชอบมากขึ้น	๓๕	๒๐	๕	๒๐	๒๒.๕๐
๙. นักเรียนชอบใช้โมดูลทบทวนความรู้เดิม	๓๗	๒๐	๓	๒๐	๒๔.๕๐
๑๐. ควรนำโมดูลไปใช้ในวิชาต่าง ๆ ในมาก	๓๗	๒๐	๓	๒๐	๒๔.๕๐

แต่ละข้อคำถาม df = ๑,

$$\chi^2_{.05} = 3.84$$

* เป็นค่าถามในทางลบ (Negative) ดังนั้นถ้านักเรียนตอบไม่เห็นด้วย ก็หมายความว่า นักเรียนนี้คิดเห็นที่คัดค้านโมดูล

การทดสอบค่า χ^2 ของการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อโมดูลของกลุ่มทดลอง

H_0 : ไม่มีความแตกต่างระหว่างจำนวนนักเรียนที่ตอบสนับสนุนและตอบไม่สนับสนุน ในคำถามแต่ละข้อในแบบสอบถามความคิดเห็น

H_1 : จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบสอบถามในทางที่สนับสนุนโมดูลในแต่ละข้อ มีมากกว่าจำนวนที่ตอบแบบสอบถามในทางที่ไม่สนับสนุน

ตัวอย่างการคำนวณ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } \chi^2 &= \sum \left[\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right] \\
 &= \frac{(๘)^2}{๒๐} + \frac{(-๘)^2}{๒๐} \\
 &= \frac{๖๔}{๒๐} + \frac{๖๔}{๒๐} \\
 &= ๖.๔๐
 \end{aligned}$$

$$df = ๑$$

จากตาราง $\chi^2_{.๐๕} = ๓.๘๔$, χ^2 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า χ^2 จากตาราง

($๖.๔๐ > ๓.๘๔$) แสดงว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบในทางสนับสนุนโมดูลมีมากกว่านักเรียนที่ตอบในทางไม่สนับสนุนโมดูลอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๕ (ดูค่า χ^2 ที่คำนวณได้ในแต่ละข้อในตารางที่ ๑๗)

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒

เรื่อง

พลังงานและการเปลี่ยนแปลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๑

"แหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญและพลังงานในรูปต่าง ๆ "

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

๑. บอกแหล่งพลังงานที่สำคัญได้ถูกต้อง
๒. บอกชื่อพลังงานในรูปต่าง ๆ ได้ถูกต้องอย่างน้อย ๕ ชนิด
๓. อธิบายความหมายของคำว่าพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ได้ถูกต้อง
๔. บอกได้ว่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบ่งออกได้ ๒ ชนิดคือ พลังงานจลน์และพลังงานศักย์
๕. เปรียบเทียบค่าของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

ความสำคัญของพลังงาน

ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานแสงสว่างและพลังงานความร้อนที่สำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น มนุษย์ได้นำความร้อนจากดวงอาทิตย์ มาใช้หุงต้มอาหารแทนเชื้อเพลิง แม้แต่พืชก็ต้องการอาศัยพลังงานแสงอาทิตย์ ในการสร้างอาหารเช่นกัน ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีสะสมไว้ในแป้ง เมื่อมนุษย์กินอาหาร จะทำให้ได้พลังงานสะสมไว้ในร่างกาย พลังงานที่สะสมไว้นี้ จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นต่อไปได้

ฉะนั้นแหล่งพลังงานที่สำคัญได้แก่ ดวงอาทิตย์, เชื้อเพลิง, อาหาร พลังงานในรูปต่าง ๆ

พลังงานมีหลายรูป เช่น พลังงานเสียง พลังงานแสง พลังงานความร้อน พลังงานไฟฟ้า พลังงานจลน์ พลังงานศักย์และพลังงานเคมี เป็นต้น พลังงานแต่ละรูป จะมีลักษณะหรือสมบัติเฉพาะอย่างใดแทนกันไม่ได้ แต่พลังงานรูปหนึ่งอาจเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เช่น นำจากเขื่อนกักเก็บน้ำ เมื่อปล่อยให้ตกลงมาจะสามารถหมุนกังหันเครื่อง-

กำเนิดไฟฟ้าได้ แสดงว่าน้ำที่ตกเก็บไว้ในระดับสูงจะมีพลังงานสะสมอยู่ เรียกว่า พลังงานศักย์ ขณะที่น้ำเคลื่อนตกลงมาจะมีพลังงานจลน์ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนรูปของพลังงานศักย์

พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ พลังงานกล

พลังงานศักย์ หมายถึงพลังงานที่สะสมอยู่ในวัตถุ

พลังงานจลน์ หมายถึงพลังงานของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่

วัตถุที่อยู่นิ่งกับที่จะมีพลังงานศักย์ ซึ่งวัตถุที่อยู่ระดับสูงจะมีพลังงานศักย์มากกว่า วัตถุที่อยู่ต่ำกว่า ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่จะมีพลังงานจลน์ ส่วนวัตถุที่กำลังตกลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์จะลดลง แต่พลังงานจลน์จะเพิ่มขึ้น

พลังงานจลน์จะมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุตกลงมาถึงพื้น อย่างไรก็ตาม ผลรวมของพลังงานศักย์และพลังงานจลน์ที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่เสมอ ซึ่งพลังงานทั้งสองชนิดนี้ อาจเรียกรวมอีกชื่อหนึ่งว่า พลังงานกล

ดังนั้นพลังงานกลที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ จึงประกอบด้วย พลังงานจลน์และ พลังงานศักย์

(ค) กิจกรรม

ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับการสร้างอาหารของพืช เพื่อผูกเข้าสู่เรื่องแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญ คือ ดวงอาทิตย์ และแหล่งกำเนิดพลังงานอื่น ตามรายละเอียดในบทเรียน โดยครูใช้คำถามนำเพื่อให้ให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนและช่วยกันสรุปสาระสำคัญของหัวข้อนี้ จากนั้นครูสอนหัวข้อต่อไปคือ พลังงานในรูปต่าง ๆ โดยใช้คำถามนำเพื่อให้ นักเรียน ได้อภิปรายเกี่ยวกับเรื่องนี้ เพื่อให้ได้แนวความคิดเกี่ยวกับว่าพลังงานมีอยู่หลายรูป แต่ละรูปมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง โดยครูยกตัวอย่างเรื่องพลังงานน้ำเสร็จแล้ว ครูสอนหัวข้อต่อไปคือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ และพลังงานกล โดยใช้คำถามนำเพื่อสอนนักเรียนตามรายละเอียดในบทเรียน

ขณะที่ครูทำการสอนครูจะจดหัวข้อที่กำลังสอนลงบนกระดานดำ และเมื่อสอนจบในแต่ละหัวข้อแล้วครูและนักเรียนจะช่วยกันสรุปสาระสำคัญ และให้นักเรียนจดสรุปลงในสมุดจดงานด้วยตนเอง

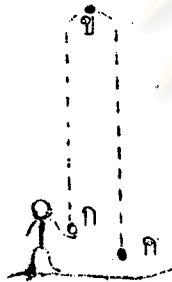
(ง) อุปกรณ์

ไม่มี

(จ) ประเมินผล

ครูให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

๑. จงบอกแหล่งพลังงานที่สำคัญมา ๓ อย่าง
๒. จงบอกชื่อพลังงานในรูปต่าง ๆ มา ๕ ชนิด
๓. พลังงานศักย์และพลังงานจลน์หมายถึงอะไร
๔. พลังงานกลที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบ่งออกเป็นกี่ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง
๕. จากภาพ ณ ตำแหน่งใดมีพลังงานสูงสุด
 ณ ตำแหน่งใดมีพลังงานจลน์สูงสุด
 ที่ตำแหน่ง ง. มีพลังงานศักย์ (มากกว่าหรือน้อยกว่า)
 ตำแหน่ง ก.



เรื่องที่ ๒

"พลังงานทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลง"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. ให้ความหมายของคำต่อไปนี้ได้ถูกต้อง
 - ก. ความร้อนแฝง
 - ข. ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง
 - ค. ความร้อนแฝงของไอน้ำ
 - ง. คาลอรี
๒. บอกได้ว่าเครื่องมือที่ใช้หาปริมาณความร้อนคือ คาลอรีมิเตอร์
๓. อธิบายได้ว่าพลังงานทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้หลายอย่าง เช่น เปลี่ยนขนาด รูปร่าง สถานะ เป็นต้น
๔. บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสสารแบบใดเป็นกระบวนการดูดความร้อนหรือกระบวนการคายความร้อน
๕. คำวนิจฉัยแบบฝึกหัดเรื่องความร้อน ได้ถูกต้อง อย่างน้อย ๒ ข้อ ใน ๔ ข้อ

(ข) เนื้อหา

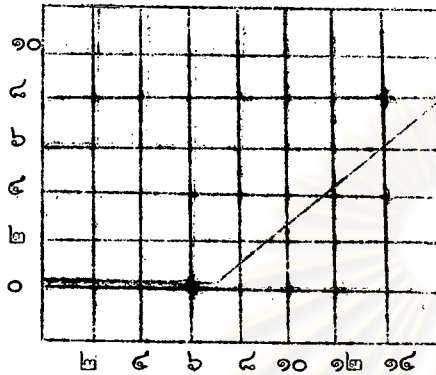
พลังงานและการเปลี่ยนแปลง

วัตถุประสงค์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีพลังงานเกี่ยวข้องด้วยเสมอ เช่น เมื่อเราออกแรงกดลูกบอล พลังงานจะทำให้ลูกบอลเปลี่ยนรูปร่าง หรือพลังงานความร้อนทำให้สสารมีอุณหภูมิสูงขึ้น มีการขยายตัว หรือเปลี่ยนสถานะ เป็นต้น

ความร้อนแฝง

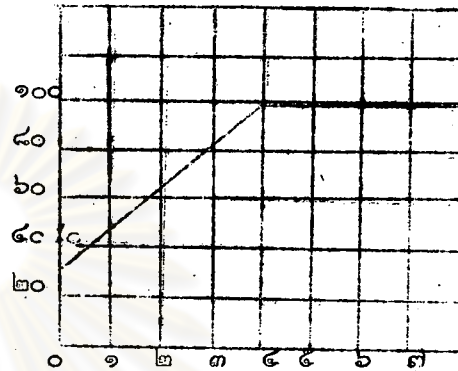
รูป ก.

อุณหภูมิ (°ซ)



รูป ข.

อุณหภูมิ (°ซ)



เวลา(นาที)
กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ

จากกราฟ ความร้อนทำให้น้ำเปลี่ยนแปลงสถานะ และมีช่วงขณะหนึ่งที่น้ำแข็งกำลังหลอมเหลว (รูป ก.) หรือน้ำกำลังเดือดอยู่ (รูป ข.) อุณหภูมิไม่มีการเปลี่ยนแปลง ทั้ง ๆ ที่น้ำยังคงได้รับความร้อนตลอดเวลา เราเรียกความร้อนชนิดนี้ว่า ความร้อนแฝง ซึ่งเป็นความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนแปลงสถานะ โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง ความร้อนแฝงของน้ำมี ๒ ชนิด คือ

ก. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง หรือความร้อนแฝงของน้ำแข็ง เป็นความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำแข็ง ๑ กรัม ที่ ๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าประมาณ ๘๐ แคลอรีต่อกรัม

ข. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอของน้ำเดือด หรือความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เป็นความร้อนที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำเดือด ๑ กรัม ที่ ๑๐๐ องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าประมาณ ๕๔๐ แคลอรีต่อกรัม

เครื่องมือที่ใช้หาปริมาณความร้อนเรียกว่า แคลอรีมิเตอร์ หน่วยวัดปริมาณความร้อนที่นิยมใช้คือ แคลอรี ซึ่ง ๑ แคลอรี หมายถึงปริมาณที่ทำให้น้ำ ๑ กรัม มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป ๑ องศาเซลเซียส

กระบวนการดูดความร้อนและกระบวนการคายความร้อน

ในการเปลี่ยนสถานะของน้ำแข็งเป็นน้ำ และจากน้ำเดือดเป็นไอน้ำนั้น น้ำแข็งหรือน้ำเดือดจะได้รับความร้อนไปใช้ในการเปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า กระบวนการดูดความร้อน

ในทางตรงกันข้าม การที่ไอน้ำ ๑๐๐ °ซ ความแน่นเป็นน้ำเดือด ๑๐๐ °ซ หรือน้ำที่ ๐ °ซ เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็งที่ ๐ °ซ จะต้องคายความร้อนออกมาเพื่อเปลี่ยนสถานะ โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง เรียกว่า กระบวนการคายความร้อน

ตัวอย่างที่ ๑ น้ำแข็ง ๑๐ กรัม หลอมเหลวหมดพอดี โดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงเลย ต้องการความร้อนกี่แคลอรี (กำหนดความร้อนแฝงของน้ำแข็ง ๘๐ แคลอรีต่อกรัม)

วิธีทำ

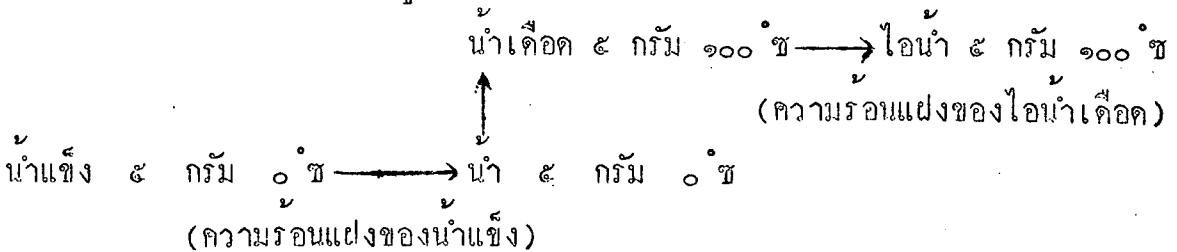
น้ำแข็ง ๑ กรัม ถูกหลอมเหลวโดยที่อุณหภูมิไม่เปลี่ยนใช้ความร้อน = ๘๐ แคลอรี
 " ๑๐ " " " " " " " = ๘๐ x ๑๐ "
 = ๘๐๐ "

∴ ต้องใช้ความร้อน ๘๐๐ แคลอรี ตอบ

ตัวอย่างที่ ๒ น้ำแข็ง ๕ กรัม กลายเป็นไอน้ำเดือดทั้งหมด ๕ กรัม ต้องการความร้อนทั้งสิ้นกี่แคลอรี ค่าความร้อนแฝงของน้ำแข็ง ๘๐ แคลอรีต่อกรัม ความร้อนแฝงของไอน้ำเดือด ๕๘๐ แคลอรีต่อกรัม

วิธีทำ

จากโจทย์ สามารถเขียนแผนภูมิการเปลี่ยนสถานะของน้ำได้ดังนี้



น้ำแข็ง	๑	กรัม	เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำที่	๐ °ซ	ใช้ความร้อน	=	๘๐	แคลอรี
"	๕	"	"	"	"	=	๘๐x๕	"
						=	๔๐๐	"
น้ำ	๑	กรัม	อุณหภูมิเพิ่มขึ้น	๑ °ซ	ต้องใช้ความร้อน	=	๑	"
"	๕	"	"	๑ °ซ	"	=	๑x๕	"
"	๕	"	"	๑๐๐-๐-๑๐๐ °ซ	"	=	๕x๑๐๐	"
						=	๕๐๐	"
น้ำเดือด	๑	กรัม	เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำที่	๑๐๐ °ซ	ใช้ความร้อน	=	๕๔๐	"
"	๕	"	"	"	"	=	๕๔๐x๕	"

(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการตั้งคำถามนักเรียนว่า ในการที่น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ หรือน้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ อะไรเป็นตัวการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น เพื่อนำเข้าสู่หัวข้อ "พลังงานและการเปลี่ยนแปลง" เพื่อให้นักเรียนตอบเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนและสรุปได้ว่า วัตถุทุกชนิด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีพลังงานเกี่ยวข้องของควยเสมอ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบได้

จากนั้นครูศึกษารูปแสดงการเปลี่ยนสถานะของน้ำบนกระดานดำ แล้วให้นักเรียนช่วยกันแปลความหมายของกราฟ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ว่า ขณะที่น้ำเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิคงที่ และครูตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า ขณะที่น้ำแข็งหรือน้ำเดือดเปลี่ยนสถานะน้ำยังคงได้รับความร้อนตลอดเวลา ความร้อนจำนวนนั้นหายไปไหน แล้วครูใช้คำถามนำเพื่อสอนเรื่องกระบวนการดูดและคายความร้อน

จากนั้นครูสอนการคำนวณเรื่องความร้อน โดยลอกโจทย์ตัวอย่างที่ ๑ และตัวอย่างที่ ๒ ลงบนกระดานดำ แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่าจะมีวิธีการทำได้อย่างไร ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันทำตัวอย่างที่ ๑ และตัวอย่างที่ ๒ ลงบนกระดาน ขณะที่ครูจะใช้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้รู้จักคิด และทำตัวอย่างได้เอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยตลอดเวลาที่ทำการสอนเสร็จแล้ว ครูให้แบบฝึกหัดนักเรียนไปทำเป็นการบ้าน

(ง) อุปกรณ์

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ

(จ) ประเมินผล

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

๑. พลังงานทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรได้บ้าง
๒. ความร้อนแฝงหมายถึงอะไร
๓. ความร้อนแฝงของน้ำแข็ง และความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอน้ำ หมายถึงอะไร
๔. คาลอรีมิเตอร์ คืออะไร
๕. ๑ คาลอรี หมายถึงอะไร
๖. น้ำเดือด ๑ กรัมที่ ๑๐๐ °ซ กลายเป็นไอน้ำ ๑ กรัมที่ ๑๐๐ °ซ จัดเป็นกระบวนการดูดหรือการคายความร้อน
๗. น้ำ ๑ กรัมที่ ๐ °ซ ความแน่นเป็นน้ำแข็งที่ ๐ °ซ จัดเป็นกระบวนการดูดหรือคายความร้อน
๘. น้ำ ๒๐ กรัม ที่อุณหภูมิ ๓๐ °ซ ทำให้ร้อนเป็น ๕๐ °ซ จะต้องใช้ความร้อนเท่าใด
๙. จงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งหนัก ๕๐ กรัม กลายเป็นน้ำอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องขณะนั้น เทอร์โมมิเตอร์ที่แขวนไว้ในห้องอ่านได้ ๒๕ °ซ กำหนดค่าความร้อนแฝงของน้ำแข็ง ๘๐ คาลอรีต่อกรัม
๑๐. น้ำแข็ง ๐ °ซ ๑๐ กรัม ต้องการทำให้เป็นไอ ๑๐๐ °ซ ทั้งก่อน ต้องใช้ความร้อนทั้งหมดกี่คาลอรี

เรื่องที่ ๓

"ปฏิกิริยาเคมี"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. ตอบคำถามเกี่ยวกับผลการทดลองได้ถูกต้องว่า
 - ก. ก่อนเผา คอปเปอร์ คาร์บอเนต มีสีฟ้าอมเขียว
 - ข. เมื่อเผาแล้ว คอปเปอร์คาร์บอเนตจะมีสีน้ำตาลแก่
 - ค. ขณะที่เขานักเรียนจะสังเกตเห็น ก๊าซ ฟูคออกจากหลอดนำก๊าซ
 - ง. เมื่อเผาประมาณ ๕-๑๐ นาที สารจะละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์ จะมีลักษณะขุ่น ที่เป็นเช่นนั้นเพราะ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับคัลเซียมไฮดรอกไซด์ จะได้ตะกอนสีขาว ของคัลเซียมคาร์บอเนต
๒. สรุปผลการทดลองได้ว่า ความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี
๓. บอกความหมายของคำว่า "ปฏิกิริยาเคมี" ได้ถูกต้อง
๔. ใ้สรุปกรณีและคำเนิรการทดลองได้อย่างถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

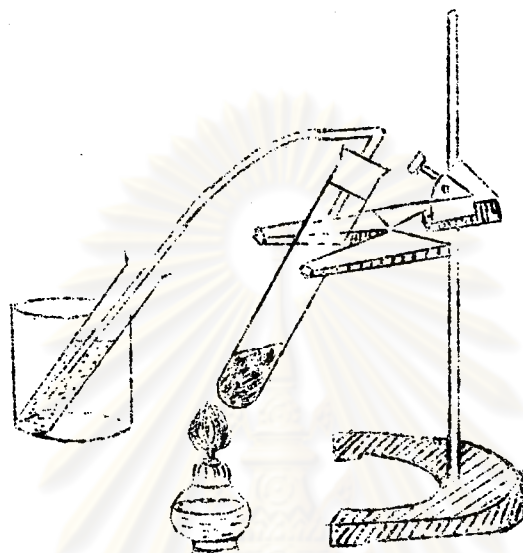
ความร้อนทำให้สารเปลี่ยนแปลงสถานะได้ เช่น เหล็ก กำมะถัน เมื่อได้รับความร้อนจะหลอมเหลวและอาจเปลี่ยนแปลงสถานะเป็นไอได้ และเมื่อได้รับความร้อนสูง ๆ พลังงานความร้อนจะมีผลทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้

การทดลองเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อได้รับความร้อน

วิธีทดลอง

๑. สังเกตลักษณะทั่วไปของคอปเปอร์คาร์บอเนต
 ๒. ตัดคอปเปอร์คาร์บอเนต ๒ ขอน เบอร์ ๒ ใส่ในหลอดทดลองขนาดใหญ่
 ๓. ใ้จุกที่มีหลอดนำก๊าซ เค็อนอยู่ปิดปากหลอดให้ปลายหลอดนำก๊าซอีกข้างหนึ่งจุ่มในหลอดทดลองขนาดกลางซึ่งมีสารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
- ๕๘๓^๓ บรรจุกอยู่

๔. ตั้งเครื่องมือ (ดังรูป) เคาคอปเปอร์คาร์บอเนตในหลอดทดลองนาน ๓ นาที สังเกตการเปลี่ยนแปลงของคล็เซียมไฮดรอกไซด์ และสารที่เหลือในหลอดทดลอง



คอปเปอร์คาร์บอเนตก่อนเผาจะมีสีฟ้าอมเขียว เมื่อเผาแล้วจะมีสีน้ำตาลแก่หรือสีดำของคอปเปอร์ออกไซด์ และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พุ่งออกจากหลอดนำ-ก๊าซ ซึ่งจะทำให้สารละลายคล็เซียมไฮดรอกไซด์ หรือที่เรียกว่า น้ำปูนใส มีลักษณะขุ่น เพราะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับคล็เซียมครอกไซด์ ได้ตะกอนสีขาวของคล็เซียมคาร์บอเนต

จากการทดลอง เมื่อสารได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่ ซึ่งการที่สารเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วได้สารใหม่เกิดขึ้น เรียกว่า เกิดปฏิกิริยาเคมี ขณะที่เกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีพลังงานเคมี เกิดขึ้นด้วยเสมอ ซึ่งพลังงานเคมี อาจเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานรูปอื่น ๆ ได้

(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการจุดไม้ขีดไฟ แล้วใ้คำถามนำเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้เดิมอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น เพื่อนำเข้าสู่การทดลองเรื่อง "การเปลี่ยนแปลงของสารเพื่อได้รับความร้อน" จากนั้นครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับการใช้และการจัดอุปกรณ์การทดลอง รวมทั้งวิธีดำเนินการทดลอง เสร็จแล้วครูให้นักเรียนทำการทดลอง และตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนการสอน

จากนั้นครูนำผลการทดลองของนักเรียนมาอภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของการทดลอง

(ง) อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

๑. สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์
๒. คอปเปอร์คาร์บอเนต
๓. ขาคั่งพร้อมที่จับหลอดทดลอง
๔. ตะเกียงแอลกอฮอล์
๕. หลอดทดลองขนาดใหญ่และขนาดกลาง
๖. จุกยางเจาะรู พร้อมทั้งหลอดนำก๊าซ
๗. หลอดฉีดยาขนาด ๑๐ ซี.ซี.

(จ) ประเมินผล

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว ครูให้นักเรียนตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนการสอน

ชื่อ กลุ่มที่ ชั้น

แบบประเมินผลการเรียนการสอน
เรื่อง "ปฏิกิริยาเคมี"

๑. ก่อนเผา คอปเปอร์คาร์บอเนต มีสี
๒. เมื่อเผาแล้ว คอปเปอร์คาร์บอเนต จะมีสี
๓. ขณะที่เผา นักเรียนสังเกตเห็น ปுகจากหลอดนำก๊าซ
๔. เมื่อเผาประมาณ ๓ นาที สารละลายคัลเซียมไฮดรอกไซด์จะมีลักษณะ
. ที่เป็นเช่นนี้เพราะ
.
๕. ปฏิกิริยาเคมีหมายถึง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๕

"พลังงานเคมี พลังงานความร้อน และพลังงานแสง"

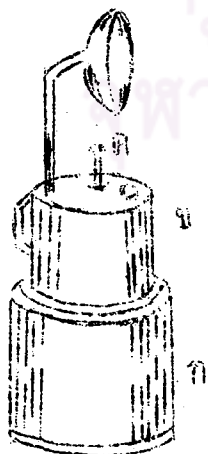
(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนควรจะบอกได้ว่า

๑. ก. เมื่อให้นำในกระป๋อง ข. หยดลงในกระป๋อง ก. แล้วเอามือจับกระป๋อง ก. จะรู้สึกร้อน
 - ข. เมื่อนำไม้ขีดที่ติดไฟ จ่อตรงปลายท่อ จะติดไฟให้เปลวไฟสว่าง เพราะน้ำทำปฏิกิริยากับคลอรีนคาร์ไบด์ ได้กาซอะเซทิลีน ออกมาจากปลายท่อ ซึ่งเป็นกาซที่มีกลิ่นและติดไฟได้
 - ค. เมื่อหมุนปุ่ม ค. ตามเข็มนาฬิกา ทิ้งไว้ ๒ นาที ไม้ขีดไฟจะดับ
 - ง. จากการทดลองนี้ มีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เพราะว่า เกิดสารใหม่ คือ กาซอะเซทิลีน และยังให้ความร้อนอีกด้วย
 - จ. การทดลองตอนที่ ๑ เป็นปฏิกิริยาคายความร้อน เพราะให้พลังงานความร้อนออกมา ส่วนการทดลองตอนที่ ๒ เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อน เพราะอุณหภูมิลดลง
๒. ใช้อุปกรณ์และดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

การทดลองตอนที่ ๑



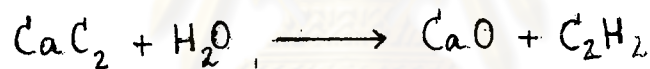
๑. ใส่คลอรีนคาร์ไบด์ ๑๐ กรัม ลงในกระป๋อง ก.
๒. หมุนปุ่ม ค. ตามเข็มนาฬิกาเพื่อเปิดรูน้ำ แล้วจึงใส่น้ำ ๕๐ ซี.ซี. ในกระป๋อง ข. หมุนปุ่ม ค. ทวนเข็มนาฬิกา พอเห็นน้ำหยดออกมาตอนล่างของกระป๋อง ให้เอากะป๋อง ข. สวมไปบนกระป๋อง ก. แล้วหมุนเกลียวของกระป๋องทั้งสองให้เข้ากันสนิท
๓. จับกระป๋อง ก. สังเกตการเปลี่ยนแปลง

๕. จุดไม้ขีดแล้วจอตกลงปลายท่อ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
ที่เกิดขึ้น แล้วเขียนปฏิกิริยา ก. ตามเข็มนาฬิกา สังเกตการ
เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นต่อไป ๒ นาที

จากการทดลอง เมื่อจับกระป๋อง ก. จะรู้สึกร้อน และเมื่อนำไม้ขีดไฟจอตกลงที่ปลายท่อ
จะติดไฟให้เปลวไฟสว่าง เพราะน้ำทำปฏิกิริยากับก๊าซเอทิลคาร์ไบด์ได้ก๊าซอะเซทิลีน
ออกจากปลายท่อ ซึ่งมีกลิ่นและติดไฟได้ แต่เมื่อหมุนปฏิกิริยา ก. ตามเข็มนาฬิกาทิ้งไว้ ๒ นาที
ไม้ขีดไฟจะดับ การทดลองนี้จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น เพราะว่าเกิดสารใหม่คือ ก๊าซอะเซทิลีน
และยังให้พลังงานความร้อนอีกด้วย

ดังนั้น พลังงานเคมีสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และแสงสว่าง
ได้ ที่จากการทดลองนี้ จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ๒ ท่อนคือ

- ก. ปฏิกิริยาระหว่างก๊าซเอทิลคาร์ไบด์กับน้ำ เอทิลคาร์ไบด์ดังนี้



- ข. ปฏิกิริยาเคมีระหว่าง ก๊าซอะเซทิลีนกับออกซิเจนในอากาศ

การทดลองตอนที่ ๒

วิธีทดลอง

๑. ใส่อ่างละลายโซเดียมคาร์บอเนต และสารละลายกรดเอทิลคาร์ไบด์
อย่างละ ๒๐ cm^๓ ลงในกล่องพลาสติก อย่างละกล่อง
๒. วัตถุประสงค์ของสารละลายในกล่องพลาสติกทั้งสองใบ
๓. เก็บสารละลายกรดเอทิลคาร์บอเนตจากกล่องพลาสติก ลงไปในกล่อง
พลาสติกอีกใบหนึ่ง ที่มีสารละลายกรดเอทิลคาร์ไบด์อยู่ สังเกตอุณหภูมิ
๔. หลังจากใส่แก๊สแล้วคว่ำอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา ๓-๕ นาที สังเกต
อุณหภูมิอีกครั้งหนึ่ง

หมายเหตุ

๑. การใช้หลอดนี้คว่ำสารละลาย เมื่อคุณสารละลาย ชนิดหนึ่งแล้วจะ
ต้องล้างให้สะอาดก่อนที่จะคุณสารละลายชนิดหนึ่ง



๒. ใส่อารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เตรียมไว้สำหรับล้างเทอร์โมมิเตอร์
แห้งแฉะและภาชนะที่ใส่สาร หลังจากการทดลองเสร็จแล้ว

การทดลองนี้จะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น เพราะว่าเมื่อผสมสารละลายทั้งสอง
เข้าด้วยกัน จะเกิดสารใหม่มีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากสารเดิมคือ สารละลายทั้งสอง
จะเกิดอนุพันธ์กันจะได้ตะกอนสีขาวของคัลเซียม การบอเนต ซึ่งเป็บสารใหม่ที่เกิดขึ้น

จากการทดลองทั้งสองตอน จะเห็นว่า การทดลองตอนที่ ๑ เป็นปฏิกิริยา
คายความร้อน เพราะให้พลังงานความร้อนออกมา และการทดลองตอนที่ ๒ เป็นปฏิกิริยา
ดูดความร้อน เพราะอุณหภูมิลดลงจากเดิม

สารบางชนิดเมื่อจะละลายแล้ว ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ แต่ไม่จำเป็น
ต้องเกิดปฏิกิริยาเคมีเสมอไป เช่น คัลเซียมคลอไรด์จะละลายน้ำปรากฏว่าอุณหภูมิสูงขึ้น
โบตัสเซียมไนเตรดจะละลายน้ำ อุณหภูมิจะลดลง เป็นต้น การละลายของสารทั้งสองชนิดนี้
ไม่ใช่ปฏิกิริยาเคมี

(ค) กิจกรรม

ครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์และวิธีการทดลอง
ทั้งสองตอน โดยใช้เวลาประมาณ ๑๐ นาที จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลองแล้ว
บันทึกผลการทดลองและตอบคำถามในแบบประเมินผล การเรียนการสอน โดยใช้เวลา
นักเรียนทำ ๕๐ นาที

เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองของนักเรียนมา
อภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผลการเรียนการสอน จากนั้นครูใช้คำถามนำ
เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่า พลังงานเคมีสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน และแสง
สว่างได้ ซึ่งจะมีปฏิกิริยาอยู่ ๒ ตอน และครูเขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาเคมีระหว่าง
คัลเซียมคาร์ไบด์กับน้ำ ครูสอนเพิ่มเติมเกี่ยวกับสารบางชนิดจะละลายน้ำแล้ว อุณหภูมิ
เปลี่ยนแปลงได้ ไม่จำเป็นจะต้องเกิดปฏิกิริยาเคมีเสมอไป พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

(ง) อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้การทดลองตอนที่ ๑

๑. คัลเซียมคาร์ไบด์
๒. น้ำ
๓. ตะเกียงอะเซทิลีน
๔. ไม้ขีดไฟ

การทดลองตอนที่ ๒

๑. สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต
๒. สารละลายคัลเซียมคลอไรด์
๓. เทอร์โมมิเตอร์
๔. กลองพลาสติก ๒ ใบ
๕. แท่งแก้วสำหรับคน
๖. หลอดฉีกยาขนาด ๓๕ cm^m
๗. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามในแบบประเมินผลการเรียนการสอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ กลุ่มที่ ชั้น

แบบประเมินผลการเรียนการสอน
เรื่อง "พลังงานเคมี พลังงานความร้อน พลังงานแสง"

การทดลองตอนที่ ๑

- ๑. เมื่อให้นำในกระป๋อง ข. หยดลงในกระป๋อง ก. แล้วใช้ไม้จิ้มกระป๋อง
ก. นักเรียนจะรู้สึก
- ๒. เมื่อนำไม้ขีดไฟที่ติดไฟ จ่อตรงปลายท่อ ปรากฏว่า
- ๓. เมื่อขยับไม้ ค. ตามเส้นนาฬิกาตั้งไว้ ๒ นาที ปรากฏว่า
- ๔. จากการทดลองนักเรียนสามารถบอกได้หรือไม่ว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้น เพราะ
เหตุใด
- ๕. การทดลองตอนที่ ๑ เกิดปฏิกิริยาคูดหรือคายความร้อน

การทดลองตอนที่ ๒

- ๑. นักเรียนวัดอุณหภูมิของสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตได้
และสารละลายคัลเซียมคลอไรด์ได้
- ๒. เมื่อเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตลงไปผสมกับสารละลายคัลเซียม-
คลอไรด์ วัดอุณหภูมิได้
- ๓. เมื่อทิ้งไว้ ๓-๕ นาที วัดอุณหภูมิได้อีกครั้งเป็น
- ๔. นักเรียนบอกได้หรือไม่ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ทราบได้อย่างไร
- ๕. การทดลองตอนที่ ๒ เกิดปฏิกิริยาคูดหรือคายความร้อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๕

"เกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้น"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนทำการทดลองนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

๑. บอกความหมายของกรด เบส และอินดิเคเตอร์ ได้ถูกต้อง
๒. ใ้สมบัติของสารใหม่ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้น
๓. ตัดสินใจว่าปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยาตุกหรือคายความร้อน
๔. ยกตัวอย่างกรด และเบสที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง อย่างน้อย ๕ อย่าง
๕. บอกวิธีทดสอบน้ำส้มสายชูว่าเป็นน้ำส้มสายชูแท้ หรือน้ำส้มสายชูเทียม ได้ถูกต้อง
๖. ใ้อุปกรณ์ และคำใบ้ในการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

การทดลองเรื่อง "เกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเกิดขึ้น"

วิธีทดลอง

๑. ใ้กรดซัลฟริก ๕ ๘% ในหลอดทดลองขนาดกลาง ๖ หลอด ทึบสารละลายแบเรียมคลอไรด์ ๒ ๘% ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง (ดูว่ามีสี, ตะกอน, กลิ่น, หรือ ก๊าซ อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้นหรือไม่) แล้ววัดอุณหภูมิอีกครั้ง บันทึกผล
๒. ใ้กระดามลิตม์ทั้งสีน้ำเงินและสีแดงขุ่นนำ อังไวที่ปากหลอด ระวังอย่าใ้ในตะปากหลอด ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง บันทึกผล
๓. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ ๑ และข้อ ๒ แต่เปลี่ยนใ้สารต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - หลอดที่ ๒ สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ๕ ๘% กับผงตะไบเหล็ก ๑ กรัม เบอ ๑
 - หลอดที่ ๓ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ๕ ๘% กับสังกะสี

หลอดที่ ๔ สารละลายกรดอะซิติก ๕ ml กับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์-
บอเนต ๑ ซอนเบอร์ ๒

หลอดที่ ๕ กัดเย็บไฮดรอกไซด์กับอิมโมเนียมคลอไรด์ อย่างละ ๑ ซอน
เบอร์ ๒

จากการทดลอง ทุกหลอดจะมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น ทราบได้จากสมบัติของสาร
ใหม่ต่างไปจากสารเดิม ซึ่งสังเกตได้จาก สี กลิ่น หรือกาซ ที่เกิดขึ้น หรืออุณหภูมิที่
เปลี่ยนไป แต่ก็ยังมีบางปฏิกิริยาที่ไม่อาจสังเกตเห็นสารที่เกิดขึ้นใหม่ได้ชัดเจน จึง
จำเป็นต้องทดลองต่อไป

สารที่ใส่ทดลองความเป็นกรด เบส เรียกว่า อินดิเคเตอร์ กระจิคมส์จัดว่า
เป็นอินดิเคเตอร์ชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก กรดจะเปลี่ยนสีกระจิคมส์จาก สีน้ำเงิน
เป็นสีแดง ส่วนเบสจะเปลี่ยนสีกระจิคมส์จาก สีแดงเป็นสีน้ำเงิน นอกจากนี้ ยังมี
สารอื่นที่เป็นอินดิเคเตอร์อีก เช่น เมทิลเรด ฟีนอล์ฟธาเลิน เป็นต้น

ผลการทดลอง ปรากฏว่า หลอดที่ ๓, ๔, ๕ มีกาซเกิดขึ้น แต่เป็นกาซคนละ
ชนิดกัน ซึ่งสามารถทดสอบได้โดยใช้กระจิคมส์ทั้งสีแดงและสีน้ำเงิน ขุนน้ำอั้งที่ปาก
หลอด ถ้าไม่เปลี่ยนสีกระจิคมส์ แสดงว่ามีสมบัติเป็นกลาง ถ้าเปลี่ยนกระจิคมส์
จากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่ามีสมบัติเป็นกรด และถ้าเปลี่ยนกระจิคมส์จากสีแดง
เป็นสีน้ำเงินแสดงว่ามีสมบัติเป็นเบส

หลอดที่ ๓ ไดกาซไฮโดรเจน มีสมบัติเป็นกลาง

หลอดที่ ๔ ไดกาซคาร์บอนไดออกไซด์ มีสมบัติเป็นกรด

หลอดที่ ๕ ไดกาซอิมโมเนีย มีสมบัติเป็นเบส

ในชีวิตประจำวัน เรามีความเกี่ยวข้องกับกรดและเบสมากมาย ตัวอย่าง
ของกรด ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ กรดคาร์บอนิกในน้ำโซดา น้ำมะนาว น้ำส้มปรด
น้ำส้มสายชู เป็นต้น

น้ำส้มสายชู มี ๒ ชนิด

๑. น้ำส้มสายชูแท้ ได้จากน้ำผสมกับกรดอะซิติก ให้เจือจาง

๒. น้ำส้มสายชูเทียม ได้จากการผสมกันน้ำ กรด ซัลฟูริก

ซึ่งมีวิธีทดสอบได้ว่าเป็นน้ำส้มสายชูแท้หรือน้ำส้มสายชูเทียมได้ โดยการ เติมสารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ ซึ่งไม่มีสีและใสลงไป ถ้ามีตะกอนสีขาวเกิดขึ้น แสดงว่า เป็นน้ำส้มสายชูเทียม

สำหรับตัวอย่างของเบสในชีวิตประจำวัน ได้แก่ น้ำที่เจา ปูนขาวหรือน้ำปูน-
ใส [Ca(OH)_2] , ผงฟู [NaHCO_3] , โซดาไฟ [NaOH] เป็นต้น

(ค) กิจกรรม

ครูนำเตาสูบทเรียนโดยการให้นักเรียน ๑ คน ออกมาหน้าชั้น และให้นักเรียน คนนี้จับกระดาษคัตมีสี่เหลี่ยม และสีน้ำเงินลงในน้ำมะนาวและน้ำปูนใส แล้วให้นักเรียน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากนั้นครูใช้คำถามนำเพื่อสอนเรื่อง กรด-เบส และ อินดิเคเตอร์ ตามรายละเอียดในบทเรียน

จากนั้นครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับการใช้สารเคมีและอุปกรณ์ การทดลอง เสร็จแล้วครูให้นักเรียนทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และตอบคำถาม โดยให้เวลาทำประมาณ ๕๐ นาที เมื่อกักเรียนทำเสร็จแล้ว ครูใหญ่แทนนักเรียนแต่ละ กลุ่มออกมาเขียนผลการทดลองบนกระดานดำ เพื่อครูจะได้นำข้อมูลจากการทดลองมาเปิด อภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง และตอบคำถามตามแนวคำถามในแบบประเมินผลการเรียน การสุลย

(ง) อุปกรณ์และสารเคมี

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| ๑. สารละลายกรดซัลฟูริก | ๕. ผงตะไบเหล็ก |
| ๒. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก | ๑๐. สังกะสี |
| ๓. สารละลายกรดอะซิติก | ๑๑. กระดาษลิตมัส |
| ๔. สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ | ๑๒. เทอร์โมมิเตอร์ |
| ๕. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต | ๑๓. หลอดทดลองขนาดกลาง ๕ หลอด |
| ๖. คัตเซียมไฮดรอกไซด์ | ๑๔. ขอนัตกสารเบอร์ ๑, เบอร์ ๒ |
| ๗. ลิ้มเมเนี่ยมคลอไรด์ | ๑๕. ที่ตั้งหลอดทดลอง |
| ๘. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต | ๑๖. หลอดจิ้งจุก |

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการบันทึกผลการทดลอง และตอบคำถามในแบบประเมินผล การเรียนการสอน

ชื่อ กลุ่มที่ ชั้น

แบบประเมินผลการเรียนการสอน

เรื่อง "เกณฑ์ในการตัดสินว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น"

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ทดลองที่	สารเคมีที่ใช้ผสมกัน	อุณหภูมิ (๘)		การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น	ผลการทดลองกับกระดาษลิตมัส	
		ก่อน	หลัง		นำเงิน	แดง
๑.	กรดซัลฟูริกและสารละลาย แบเรียมคลอไรด์	-	-	-	-	-
๒.	สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต และผงตะไบเหล็ก	-	-	-	-	-
๓.	กรดไฮโดรคลอริกและ สังกะสี	-	-	-	-	-
๔.	กรดอะซิติกและโซเดียมไฮ- ดรอกไซด์	-	-	-	-	-
๕.	คัลเซียมไฮดรอกไซด์และอัม- โมเนียมคลอไรด์	-	-	-	-	-

คำถาม

๑. ในแต่ละหลอดที่มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

.

๒. หลอดที่เป็นปฏิกิริยาตายความร้อนคือ

และหลอดที่เป็นปฏิกิริยาดูดความร้อนคือ

๓. อินดิเคเตอร์ คือ

กรดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจาก เป็น

เบสเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจาก เป็น

๔. จากการทดลองหลอดใดมีก๊าซเกิดขึ้น

และก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นก๊าซชนิดเดียวกันหรือไม่

ทราบได้อย่างไร

.

และก๊าซที่มีสมบัติเป็นกลางคือก๊าซที่ใดจากหลอดที่

ก๊าซที่มีสมบัติเป็นกรด คือก๊าซที่ใดจากหลอดที่

ก๊าซที่มีสมบัติเป็นเบส คือก๊าซที่ใดจากหลอดที่

๕. กรดในสวิตประจำวันใดแก่ ๑. ๒.

๓.

หากมีวิธีทดสอบอย่างไรจึงจะทราบว่าน้ำส้มสายชูมีกรดซัลฟูริกเจือปนอยู่

.

๖. เบสในสวิตประจำวันใดแก่ ๑.

๒. ๓.

รายชื่อสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมทำการทดลอง

.

.

เรื่องที่ ๕

"อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

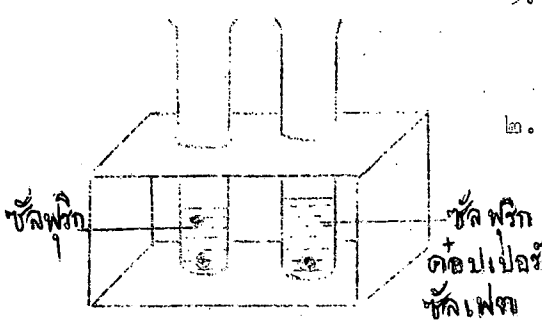
๑. บอกได้ว่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดที่ ๒ ~~.....~~ มากกว่าหลอดที่ ๑
๒. สรุปผลการทดลองได้ว่า สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ทำให้ปฏิกิริยาระหว่างสังกะสีกับกรดซัลฟูริกเกิดได้เร็วขึ้น
๓. บอกได้ว่า ค่ะตะไลส์หมายถึง สารที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นหรือช้าลง
๔. บอกได้ว่าสาเหตุที่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นหรือช้าลง อาจเนื่องมาจาก ค่ะตะไลส์, อุณหภูมิ, ความเข้มข้นของสาร
๕. ใช้อุปกรณ์และดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

ปฏิกิริยาระหว่างสารต่างชนิดกันอาจเกิดได้เร็วช้าต่างกัน เช่น การเผา คอปเปอร์คาร์บอเนต ปฏิกิริยาจะเกิดช้า แต่ปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟูริกกับแบเรียมคลอไรด์จะเกิดเร็ว และยังมีสารบางชนิดสามารถช่วยให้ปฏิกิริยาเร็วขึ้นหรือช้าลงได้ เราเรียกสารพวกนี้ว่า ตัวคะตะไลส์ อย่างไรก็ตาม การที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดเร็วขึ้นนั้นไม่ได้เนื่องมาจาก ตัวคะตะไลส์เท่านั้น อาจเกิดจากสาเหตุอื่นก็ได้ เช่น อุณหภูมิ และความเข้มข้นของสาร เป็นต้น

การทดลองเรื่อง สารบางชนิดกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

วิธีทดลอง



๑. ใส่สังกะสี ลงในหลอดทดลอง ๒ หลอด หลอดละ ๑ กรัม
๒. เติมกรดซัลฟูริก ๕ cm^๓ ในหลอดที่ ๑ ส่วนหลอดที่ ๒ เติมกรดซัลฟูริก ๕ cm^๓ และสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ๑ cm^๓ ลงไปพร้อมๆกัน เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทั้งสอง

(ค) กิจกรรม

ครูใ้คำถามนำเพื่อทบทวนเรื่องปฏิกิริยาเคมีที่เรียนมาแล้ว โดยครูยกตัวอย่าง ปฏิกิริยาเคมีการเผาไหม้ของคาร์บอนและปฏิกิริยาระหว่างกรดซัลฟูริกกับแมกนีเซียมคลอไรด์ แล้วให้นักเรียนเปรียบเทียบว่า ปฏิกิริยาทั้งสองเกิดขึ้นเร็วหรือช้าต่างกันหรือไม่ เพื่อนำเข้าสู่เรื่อง "อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี" จากนั้นครูใ้คำถามนำเพื่อสอนเนื้อหาในบทเรียน เสร็จแล้วครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับวิธีทำการทดลอง

จากนั้นครูใ้ให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถามในแบบประเมินผล โดยให้เวลาทำประมาณ ๒๐ นาที เสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองของนักเรียนมาเปิดอภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผล

(ง) อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- สารละลายกรดซัลฟูริก
- สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
- สังกะสีขนาด ๑ ซม. x ๑ ซม. ๒ นิ้ว
- หลอดทดลองขนาดกลาง ๒ หลอด
- ที่ตั้งหลอดทดลอง
- หลอดฉีดยาขนาด ๕ cm^๓

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากคำตอบคำถามในแบบประเมินผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ กลุ่มที่ ชั้น

แบบประเมินผลการเรียนการสอน

เรื่อง "อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี"

- ๑. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดทั้งสองเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

- ๒. สรุปผลการทดลองได้ว่า
- ๓. ค่ะคะใจส์หมายถึง
- ๔. สาเหตุที่ทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็วหรือช้าลง อาจเนื่องจาก
 - ๑.
 - ๒.
 - ๓.

รายชื่อสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมทำการทดลองครั้งนี้

- ๑.
- ๒.
- ๓.
- ๔.
- ๕.

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๗

"กฎทรงมวลของสาร"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. ให้คำจำกัดความของ กฎทรงมวลของสารได้ถูกต้อง
๒. บอกได้ว่าเมื่อผสมสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์กับสารละลายเลดในเตรค จะมีปฏิกิริยาเกิดขึ้น ซึ่งทราบได้จากมีตะกอนสีเหลืองเกิดขึ้น
๓. สรุปได้ความมวลของสาร ก่อนหรือหลังทำปฏิกิริยาเคมี มีค่าเท่ากัน
๔. ใช้อุปกรณ์และดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

กฎทรงมวลของสาร

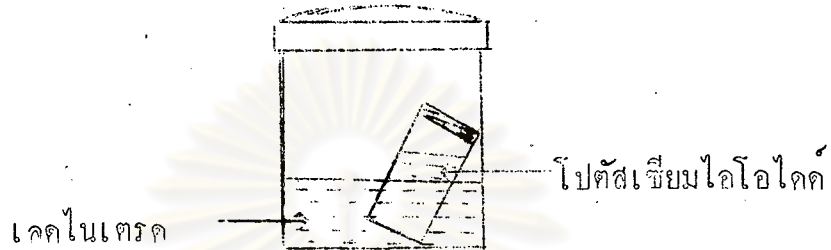
กฎทรงมวลของสารกล่าวว่า มวลของสาร ก่อนทำปฏิกิริยากัน หลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน แต่ในการทดลองบางครั้งมวลสารก่อนและหลังปฏิกิริยาอาจแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย เนื่องจากข้อบกพร่องในการทดลอง เช่น ไซฟอนที่เป็ด เมื่อสารใหม่ที่ได้เป็นกาซก็จะหนีไปได้ ตัวอย่างเช่น การเผาเลดในเตรค จะพบว่ามวลลดลง เพราะเกิดกาซขึ้น หรือการเผาควมกักเนเซียม จะพบว่ามวลเพิ่มขึ้น เพราะนิกเนเซียมจะทำปฏิกิริยากับกาซออกซิเจนในอากาศ แต่ถ้าหากคิดรวมมวลของกาซที่หนีไป และมวลของกาซออกซิเจนที่เข้าทำปฏิกิริยาดวย จะพบว่า มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยามีค่าเท่ากัน

การทดลองเรื่อง มวลของสาร ก่อนและหลังปฏิกิริยาเคมี

วิธีทดลอง

๑. ใส่น้ำตาลละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 5 cm^3 ในกล่องพลาสติกอันเล็ก ไม่ตองปิดฝา
๒. วางกล่องนี้ลงในกล่องพลาสติกอันใหญ่ ซึ่งมีน้ำตาลละลายเลดในเตรค 20 cm^3 ดังรูป ปิดปากกล่องให้สนิท นำไปตั้ง บนที่กมด

๓. เอียงกล่องพลาสติกอันใหญ่ เพื่อให้สารทั้งสองผสมกัน แล้วตั้งกล่องไว้ตามเดิม เขย่าเล็กน้อย สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น นำไปตั้งอีกครั้ง บันทึกผล



(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการตั้งปัญหาถามนักเรียนว่า เมื่อสารทำปฏิกิริยาเคมีกันเกิดสารใหม่ นักเรียนคิดว่ามวลของสารก่อนทำปฏิกิริยากัน หลังทำปฏิกิริยาจะมีค่าเท่ากันหรือไม่ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องกฎทรงมวลของสสาร

จากนั้นครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับวิธีดำเนินการทดลอง แล้วให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถามในแบบประเมินผล โดยให้เวลาทำ ๒๕ นาที เสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองมาอภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของการทดลอง และให้นักเรียนหาเหตุผลมาอภิปรายว่าทำไมผลการทดลองของนักเรียนบางหมู่มีมวลของสาร ก่อนและหลังปฏิกิริยาจัดต่างกันเล็กน้อย

(ค) อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

๑. สารละลายโป๊ตัสเซียมไอโอไดด์
๒. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์
๓. กล่องพลาสติก
๔. ถาด

(ง) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามในแบบประเมินผล

ชื่อ กลุ่มที่ ชั้น

แบบประเมินผล

เรื่อง "กฎทรงมวลของสสาร"

- ๑. เมื่อสารละลายทั้งสองผสมกัน มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร
- ๒. มวลของสาร ก่อนทำปฏิกิริยาและหลังทำปฏิกิริยาแตกต่างกันหรือไม่
- ๓. จากผลการทดลองสรุปได้ว่า
- ๔. สรุปกฎทรงมวลของสสารได้ว่า

รายชื่อสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมทำการทดลองครั้งนี้

- ๑.
- ๒.
- ๓.
- ๔.

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๕

"กฎสัดส่วนทองที่"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. สรุปใจความอัตราส่วนระหว่างมวลของกำมะถันที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับมวลของทองแดงมีค่าคงที่เสมอ

๒. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประมาทของทองแดงและกำมะถันที่ทำปฏิกิริยากันพอดี และหาความมวลของทองแดงที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับมวลของกำมะถันที่กำหนดให้ จากกราฟได้ถูกต้อง

๓. บอกใจความการแยกน้ำควยไฟฟ้า จะมีก๊าซไฮโดรเจนเกิดที่ขั้วลบ ออกซิเจนเกิดที่ขั้วบวก และอัตราส่วนระหว่างมวลของไฮโดรเจนต่อมวลของออกซิเจนเป็น

๘:๑

๔. ให้ความหมายของคำว่า กฎสัดส่วนทองที่

(ข) เนื้อหา

กฎสัดส่วนทองที่

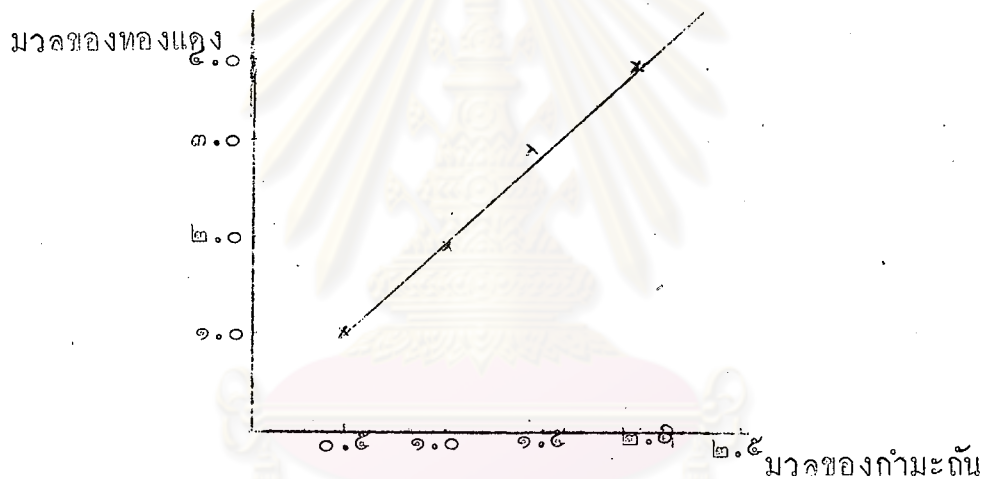
สารประกอบชนิดหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยธาตุตั้งแต่ ๒ ชนิดขึ้นไป ในการรวมตัวของธาตุต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นสารประกอบนั้นจะรวมกันด้วยอัตราส่วนคงที่ เช่น การทดลองเผาทองแดงและกำมะถันในอัตราส่วนต่าง ๆ กันพบว่า เมื่อปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว ปริมาณของธาตุทั้งสองที่ทำปฏิกิริยากันได้ผล แสดงในตารางต่อไปนี้

การทดลองที่	มวลของทองแดง (g)	มวลของกำมะถัน (g)	อัตราส่วนระหว่างมวลของทองแดงและกำมะถัน
๑	๑.๐	๐.๕	๒.๐๐ : ๑
๒	๑.๙	๑.๐	๑.๙๐ : ๑
๓	๒.๙	๑.๕	๑.๙๓ : ๑
๔	๔.๐	๒.๐	๒.๐๐ : ๑
๕	๔.๙	๒.๕	๑.๙๖ : ๑

ตาราง แสดงปริมาณของทองแดงและกำมะถันที่ทำปฏิกิริยากันพอดี

จากการวางเมื่อมวลของกำมะถันเพิ่มขึ้น มวลของทองแดงจะเพิ่มตาม และอัตราส่วนระหว่างมวลของทองแดงกับมวลของกำมะถัน จะมีค่าต่างกันบ้างเล็กน้อย เนื่องจากข้อผิดพลาดในการทดลอง เช่น การชั่ง เป็นต้น แต่ก็พอจะสรุปได้ว่า อัตราส่วนระหว่างมวลของกำมะถันที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับมวลของทองแดงมีค่าคงที่เสมอ

เมื่อนำข้อมูลจากการวางมาเขียนกราฟ จะได้กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง แสดงให้เห็นว่า อัตราส่วนระหว่างมวลของกำมะถันกับมวลของทองแดง ที่ทำปฏิกิริยากันมีค่าคงที่ และยังสามารถหาค่ามวลของทองแดงหรือกำมะถันในอัตราส่วนอื่น ๆ ได้อีก โดยการต่อกราฟเส้นตรงออกไป



นอกจากนี้ยังมีสารประกอบอื่น ๆ เช่น น้ำซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้ทดลอง โดยให้ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน แล้วให้น้ำเกิดขึ้นเป็นจำนวนหลาย ๆ ครั้ง พบว่า อัตราส่วนระหว่างมวล ของก๊าซไฮโดรเจนต่อมวลของก๊าซออกซิเจนเป็น $๑:๘$ หรืออัตราส่วนระหว่างปริมาตร ของก๊าซไฮโดรเจนต่อปริมาตร ของก๊าซออกซิเจนเป็น $๒:๑$ เสมอและเรายังสามารถแยกน้ำด้วยไฟฟ้าได้ ซึ่งก๊าซไฮโดรเจนจะเกิดขึ้นที่ขั้วลบ ก๊าซออกซิเจนเกิดขึ้นที่ขั้วบวก นอกจากน้ำแล้วยังมีก๊าซอย่างอื่น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีอัตราส่วนระหว่างมวลของก๊าซไฮโดรเจนต่อมวลของก๊าซออกซิเจนเป็น $๑:๑๖$ เสมอ.

จากที่กล่าวมานี้ สรุปได้ว่าอัตราส่วนระหว่างมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็น สารประกอบชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่เสมอ ซึ่งนำมาตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่

(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการตั้งปัญหาตามนักเรียนว่า การรวมตัวของธาตุเป็นสารประกอบจะมีอัตราส่วนคงที่หรือไม่ และคิดตารางแสดงปริมาณของทองแดงและกำมะถันที่ทำปฏิกิริยากันพอดี บนกระดานคำให้นักเรียนพิจารณา จากนั้นครูใส่คำถามนำเพื่อสรุปผลจากตาราง เสร็จแล้วครูให้นักเรียนเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของทองแดงที่ทำปฏิกิริยาพอดีกับปริมาณของกำมะถันโดยอาศัยข้อมูลจากตารางอันเดิม จากนั้นครูใส่คำถามนำเพื่อสอนเนื้อหาในบทเรียนต่อไป

(ง) อุปกรณ์

ตารางแสดงปริมาณของทองแดงและกำมะถันที่ทำปฏิกิริยากันพอดี

(จ) ประเมินผล

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

- ๑. เมื่อมวลของกำมะถันเพิ่มขึ้น มวลของทองแดง (เพิ่มหรือลด)
- ๒. อัตราส่วนระหว่างมวลของทองแดงกับกำมะถันมีค่า (เหมือนหรือต่างกัน)

. ที่เป็นอย่างนี้เพราะ
.

สรุปผลได้ว่า

- ๓. กราฟที่เขียนได้มีลักษณะ แสดงว่า
- ๔. จากกราฟมวลของกำมะถัน ๓ กรัม นำปฏิกิริยาพอดีกับทองแดง

กรัม

เรื่องที่ ๕

"อะตอมและโมเลกุล"

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. ให้ความหมายของคำว่า อะตอม, โมเลกุล และสูตรเคมีได้ถูกต้อง
๒. บอกจำนวนอะตอมของธาตุในสารประกอบที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
๓. เขียนสัญลักษณ์ และอ่านสัญลักษณ์ของธาตุที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง
๔. เขียนสูตรเคมีของสารประกอบที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

อะตอม

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ จอห์น ดาลตัน ได้เสนอแนวคิดเพื่ออธิบายกฎทรงมวลของสารและกฎสัดส่วนคงที่โดยใช้แบบจำลอง เรียกว่า อะตอม ซึ่งหมายถึงอนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุ และอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันจะมีสมบัติเหมือนกันทุกประการ และจะต่างจากอะตอมของธาตุอื่น ดังนั้นเมื่อธาตุ ๒ ชนิดทำปฏิกิริยากัน จำนวนอะตอมของธาตุก่อนและหลังทำปฏิกิริยาไม่ได้สูญหายไป ดังนั้นมวลของธาตุก่อนและหลังทำปฏิกิริยาจึงมีค่าเท่ากัน และอัตราส่วนระหว่างมวลของธาตุที่รวมตัวกันเป็นสารประกอบก็มีค่าคงที่

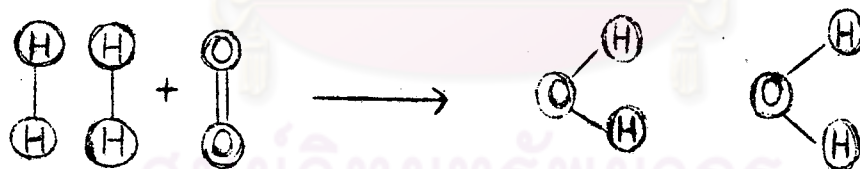
นอกจากนั้น จอห์น ดาลตัน ยังได้คิดวิธีใช้สัญลักษณ์แทนอะตอมของธาตุและได้มีการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างสัญลักษณ์ของธาตุบางชนิด เช่น

โลหะ	สัญลักษณ์	อโลหะ	สัญลักษณ์
เงิน	Ag	คาร์บอน	C
คัลเซียม	Ca	คลอรีน	Cl
ทองแดง	Cu	ไฮโดรเจน	H
เหล็ก	Fe	ไอโอดีน	I

โลหะ	สัญลักษณ์	อโลหะ	สัญลักษณ์
ปรอท	Hg	ไนโตรเจน	N
โพแทสเซียม	K	ออกซิเจน	O
แมกเนเซียม	Mg	ฟอสฟอรัส	P
โซเดียม	Na	ซิลิคอน	Si
สังกะสี	Zn	กำมะถัน	S

โมเลกุล

น้ำเป็นสารประกอบที่ได้จากก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนทำปฏิกิริยากัน ซึ่งตามปกติก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจนไม่สามารถอยู่ในสภาพของอะตอมได้แต่จะอยู่ในสภาพเป็นโมเลกุล ซึ่งก๊าซไฮโดรเจน ๑ โมเลกุลจะประกอบด้วยไฮโดรเจน ๒ อะตอม และก๊าซออกซิเจน ๑ โมเลกุลจะประกอบด้วยออกซิเจน ๒ อะตอม เมื่อก๊าซทั้งสองทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นน้ำ อะตอมจะมีการจัดเรียงตัวใหม่ ซึ่งแสดงด้วยแผนภาพแบบจำลองดังนี้



ไฮโดรเจน ๒ โมเลกุล + ออกซิเจน ๑ โมเลกุล \longrightarrow น้ำ ๒ โมเลกุล

สรุปได้ว่า โมเลกุลคือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร (อาจเป็นธาตุหรือสารประกอบก็ได้) ซึ่งสามารถอยู่ได้โดยอิสระตามคำฟัง และสมบัติประจำตัวของสารนั้น ๆ

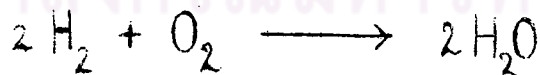
สูตรเคมี

สูตรเคมีจะประกอบด้วยสัญลักษณ์ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบมีตัวเลขห้อยท้ายข้างล่าง ซึ่งจะแสดงจำนวนอะตอมของธาตุนั้นใน ๑ โมเลกุล ตัวอย่างของสูตรเคมีที่นักเรียนควรทราบได้แก่

ชื่อสารประกอบ	สูตรเคมี
คัลเซียมไฮดรอกไซด์	Ca(OH)_2
คาร์บอนไดออกไซด์	CO_2
คอปเปอร์คาร์บอเนต	CuCO_3
คอปเปอร์ซัลเฟต	CuSO_4
คอปเปอร์ซัลไฟด์	CuS
คอปเปอร์ออกไซด์	CuO
ไอรอนซัลไฟด์	FeS
กรดไฮโดรคลอริก	HCl
กรดซัลฟูริก	H_2SO_4
น้ำ	H_2O
โพตัสเซียมไอโอไดด์	KI
เลดไนเตรต	$\text{Pb(NO}_3)_2$

สมการเคมี

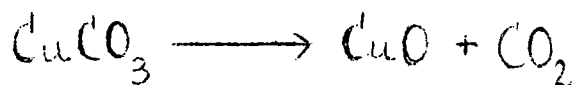
สัญลักษณ์ของธาตุและสูตรเคมี มีประโยชน์คือ ให้เขียนสมการเคมีเพื่อแสดงปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เช่น สมการเคมีของปฏิกิริยาระหว่างก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซออกซิเจน เกิดเป็นน้ำ



จากสมการจะบอกได้ว่าจะต้องใช้ก๊าซไฮโดรเจน ๒ โมเลกุล ก๊าซออกซิเจน

๑ โมเลกุล ทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นน้ำ ๒ โมเลกุล

สำหรับการเผาคอปเปอร์คาร์บอเนตก็เขียนสมการเพื่อแสดงปฏิกิริยาเคมีได้ดังนี้



(จ) ประเมินผล

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

๑. อะตอมหมายถึง
๒. ผู้คิดทฤษฎีอะตอมคือ
๓. โมเลกุลหมายถึง
๔. น้ำ ๑ โมเลกุลมีออกซิเจน . . . อะตอมและไฮโดรเจน . . . อะตอม
๕. สัญลักษณ์ของธาตุสังกะสีคือ . . . สัญลักษณ์ของธาตุไนโตรเจนคือ
.
๖. Hg อ่านว่า , S อ่านว่า
๗. สูตรเคมีหมายถึง
๘. คัดเขียนไฮดรอกไซด์ มีสูตรเคมีว่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๑๐

พลังงานเคมีกับพลังงานไฟฟ้า

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. บอกส่วนประกอบของเซลล์ไฟฟ้าเคมีและงานไฟฟ้าได้ถูกต้อง
๒. บอกได้ว่า อีออนคืออนุภาคที่มีไฟฟ้า
๓. บอกได้ว่าอะตอมที่ขาดอิเล็กตรอนเรียกว่า ประจุไฟฟ้าบวกหรืออีออนบวก ส่วนอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเกินเรียกว่า ประจุไฟฟ้าลบ หรืออีออนลบ
๔. บอกได้ว่าอนุภาคไฟฟ้ามี ๒ ชนิดคือ อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกและอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ
๕. บอกได้ว่ากระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่จากขั้วไฟฟ้าบวกไปยังขั้วไฟฟ้าลบ
๖. บอกได้ว่าอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากขั้วลบไปยังขั้วบวก
๗. บอกได้ว่าศักย์ไฟฟ้าต่างกันระหว่างจุด ๒ จุด เรียกว่าความต่างศักย์

(ข) เนื้อหา

พลังงานเคมีกับพลังงานไฟฟ้า

จากการทดลองแยกน้ำด้วยไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีและมีพลังงานเคมีเกิดขึ้นด้วย ในทางตรงกันข้าม พลังงานเคมีก็สามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ซึ่งศึกษาได้จากเซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมีประกอบด้วยโลหะสองชนิดจมอยู่ในสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ ซึ่งอาจเป็นสารละลายของกรด เบส หรือเกลือก็ได้ โลหะทั้งสองนี้จะทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าหรืออิเล็กโทรด โดยที่ขั้วหนึ่งจะเป็นขั้วบวก อีกขั้วหนึ่งเป็นขั้วลบ สารละลายที่ทำหน้าที่ เป็นตัวนำไฟฟ้า เรียกว่าอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งสามารถแตกตัวให้อิออนได้ เช่น สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตจะแตกตัวให้ คอปเปอร์อิออนกับซัลเฟตอิออน ดังนั้นอิออนจึงจัดเป็น อนุภาคซึ่งมีประจุไฟฟ้าซึ่งมีทั้งชนิดบวกและลบ

ตามปกติอะตอมของธาตุทุกชนิด จะมีนิวเคลียสอยู่กลาง ซึ่งเป็นประจุไฟฟ้าบวก มีอิเล็กตรอนซึ่งเป็นประจุไฟฟ้าลบเคลื่อนที่รอบ ๆ นิวเคลียส จำนวนประจุไฟฟ้าบวกจะเท่ากับจำนวนประจุไฟฟ้าลบ ทำให้อะตอมอยู่ในสภาพเป็นกลางทางไฟฟ้า ถ้าอะตอมใดขาดอิเล็กตรอน จะมีสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าบวกหรือเรียกว่าไอออนบวก ส่วนอะตอมที่มีอิเล็กตรอนเกิน จะแสดงสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าลบ หรือไอออนลบ

เมื่อใช้หลอดต่อขั้วไฟฟ้าทั้งสองถึงกัน จะทำให้อิออนในสารละลายเกิดการเคลื่อนที่ไปยังขั้วไฟฟ้า และมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากขั้วลบ ผ่านหลอดไฟฟ้าซึ่งเป็นวงจรภายนอกไปยังขั้วบวก จนเวียนติดต่อกัน ทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าขึ้น

นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ แอมแปร์ ได้กำหนดไว้ว่ากระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนจากขั้วไฟฟ้าบวก ไปยัง ขั้วไฟฟ้าลบ ซึ่งการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าสามารถเปรียบเทียบได้กับการไหลของน้ำคือ น้ำไหลจากที่สูงมาสู่ที่ต่ำเสมอ กระแสไฟฟ้าก็เช่นกัน จะไหลจากจุดที่มีระดับไฟฟ้าสูง หรือศักย์ไฟฟ้าสูง ไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ซึ่งศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันระหว่างจุดสองจุด เรียกว่า ความต่างศักย์

ถ่านไฟฉาย

จากหลักการของเซลล์ไฟฟ้าเคมี ได้นำมาสร้างเป็นถ่านไฟฉาย ซึ่งประกอบด้วย แทงกราไฟท์อยู่ตรงกลาง ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก รอบ ๆ แทงถ่านมีของผสมอัมโมเนียมคลอไรด์ ผงถ่าน มังกานีสไดออกไซด์ อัดอยู่ อัมโมเนียมคลอไรด์ทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ ผงถ่านช่วยนำไฟฟ้า มังกานีสไดออกไซด์ ทำให้ความต่างศักย์ของเซลล์คงตัว ทั้งหมดบรรจุในกระบอกสังกะสี ซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วลบตามปกติ ถ่านไฟฉายมีความต่างศักย์ประมาณ ๑.๕ โวลต์

เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ ๒ เซลล์ขึ้นไปมาต่อกัน เรียกว่า แบตเตอรี่

(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน โดยให้นักเรียนช่วยกัน ยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จากนั้นครูยกตัวอย่างเรื่องการแยกน้ำด้วยไฟฟ้า และตั้งปัญหาถามักเรียนว่า มีการเปลี่ยนแปลงรูปของพลังงาน

หรือไม่ และตั้งปัญหาถามต่อไปว่า ในทางตรงกันข้ามพลังงานเคมีสามารถเปลี่ยนรูป
เป็นพลังงานไฟฟ้าได้หรือไม่ เพื่อนำเข้าสู่เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี จากนั้นครูใช้คำถาม
นำเพื่อสอนเนื้อหาตามรายละเอียดในบทเรียน

(ง) อุปกรณ์

ไม่มี

(จ) ประเมินผล

ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้

๑. เซลล์ไฟฟ้าเคมีประกอบด้วย
๒. อีลิตอนคือ
๓. อะตอมที่ขาดอิเล็กตรอนเรียกว่า
อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเกินเรียกว่า
๔. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จาก ไปยัง
๕. แอมแปร์ใดกำหนดว่ากระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่จาก
ไปยัง
๖. ศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันระหว่างจุด ๒ จุด เรียกว่า
๗. เพื่อนำเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ ๒ เซลล์ขึ้นไป มาต่อกันเข้าเรียกว่า
๘. ถ่านไฟฉายประกอบด้วย ๓ ส่วนใหญ่ ๆ คือ

ศูนย์วิทยุทันตสุขภาพ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๑๑

(ก) วัตถุประสงคืเชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

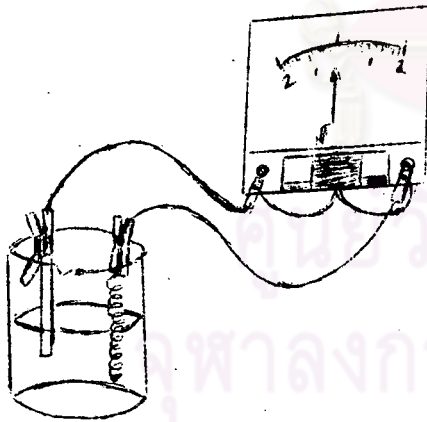
๑. สรุปผลการทดลองได้ว่าพลังงานเคมีเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้
๒. ใช้อุปกรณ์และดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

การทดลองเรื่อง เซลไฟฟ้าเคมี

วิธีทดลอง

๑. ท่อเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับถ่านไฟฉาย
 ๑. ก่อน สังเกตเข็มว่ากระดิกหรือไม่ แล้วถอดออก
 ๒. ใส่วัสดุขั้วทรายเป็นขั้วแผ่นทองแดงและลวด
- มักเนเซียมให้สะอาด



๓. พันลวดมักเนเซียมรอบ ๆ แท่งคินสอ แล้วดึงออกให้ขี้ออกจากกันเล็กน้อยให้ได้ความยาวประมาณ ๕ ซม.

๔. ใส่คอปเปอร์ซัลเฟต ๕๐๐^๐ ในบีกเกอร์ แล้วจุ่มโลหะทั้งสองลงในสารละลายโดยให้ปลายอีกข้างหนึ่งพาดไว้กับปากบีกเกอร์ จัดให้แผ่นโลหะทั้งสองอยู่ห่างกันประมาณ ๒ - ๓ ซม. (ดังรูป) สังเกตการเปลี่ยนแปลง

๕. ใส่ววดสายไฟ ๒ เส้น ต่อปลายโลหะทั้งสองเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (ดังรูป) สังเกตเข็มกระดิกหรือไม่

(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใส่สายไฟฟ้าซึ่งต่อกับหลอดไฟฟ้าต่อเข้ากับถาดไฟฉายแล้วตั้งคำถามถามนักเรียนว่ามีอะไรเกิดขึ้น และสิ่งที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับพลังงานหรือไม่ อย่างไร เพื่อนำเข้าสู่การทดลองเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี

จากนั้นครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับการใส่อุปกรณ์ เสร็จแล้วครูให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถามในแบบประเมินผล โดยให้เวลาทำประมาณ ๒๐ นาที เมื่อนักเรียนทำการทดลองและตอบคำถามเสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาเปิดอภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผล

(ง) อุปกรณ์

๑. สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต
๒. แผ่นทองแดงขนาด ๑ ซม. x ๕ ซม.
๓. ลวดมิกเนเซียมยาว ๑๕ ซม.
๔. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจรเซตทั้งสองปลาย ๒ สาย
๕. ถาดไฟฉาย ๑ ถาด
๖. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
๗. บีกเกอร์ขนาด ๑๐๐ ซีซี
๘. กระดาษทราย

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามของนักเรียนในแบบประเมินผล

ชื่อ ชั้น กลุ่มที่

แบบประเมินผล

เรื่อง "เขตไฟฟ้าเคมี"

- ๑. เมื่อต่อเครื่องทดสอบกระแสไฟฟ้ากับถ่านไฟฉาย ปรากฏว่า
- ๒. เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงและลวดมิกเนเซียมในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต มีปฏิกิริยาเกิดขึ้นหรือไม่ ทราบได้อย่างไร

- ๓. เมื่อต่อโลหะทั้งสองชนิดซึ่งจุ่มในสารละลาย เข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า ปรากฏว่า
- ๔. นักเรียนสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๑๒

พลังงานกลกับพลังงานไฟฟ้า(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

๑. บอกได้ว่าไดนาโมเป็นเครื่องกลที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่วนมอเตอร์เป็นเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล
๒. บอกวิธีทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้นได้
๓. บอกความหมายของไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง
๔. บอกหลักการทำงานของไดนาโมและมอเตอร์ได้ถูกต้อง
๕. ยกตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องใช้ที่อาศัยหลักการของมอเตอร์ได้ถูกต้อง อย่างน้อย ๓ ชนิด
๖. ใช้อุปกรณ์และคำเป็นการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหาเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ไดนาโม)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเครื่องมือเปลี่ยนพลังงานกล ให้เป็น พลังงานไฟฟ้า อาศัยหลักการที่ว่า ให้ขดลวดหมุนตัดสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในขดลวด

กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ จำนวนรอบของขดลวด, การหมุนขดลวดเร็วหรือช้า และอำนาจแม่เหล็ก สำหรับกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นมีได้ทั้ง ๒ ชนิดคือ ไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์

ไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึง ไฟฟ้ากระแสที่เมื่อไหลออกมาสู่ภายนอกแล้วไม่มีการเปลี่ยนทิศทางการไหลเลย ไม่ว่าขดลวดจะหมุนไปกี่รอบก็ตาม

ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง ไฟฟ้ากระแสที่เมื่อไหลออกมาสู่วงจรภายนอกแล้วจะมีการเปลี่ยนทิศทางการไหลทุกครั้ง เมื่อหมุนขดลวดไปครึ่งรอบ

มอเตอร์

มอเตอร์เป็นเครื่องมีไฟฟ้า ที่เปลี่ยนรูป พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ซึ่งมีหลักการทำงานตรงข้ามกับไดนาโม คือ ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบขดลวด ซึ่งอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กที่วางให้ขั้วต่าง-กันหันเข้าหากัน ซึ่งเกิดแรงกระทำซึ่งกันและกัน ทำให้ขดลวดหมุนได้

มนุษย์ได้นำหลักการทำงานของมอเตอร์ มาประดิษฐ์เป็นอุปกรณ์เครื่องใช้หลายอย่างเช่น เครื่องยนต์, ตู้เย็น, เครื่องเล่นจานเสียง, เครื่องเป่าผม, เครื่องโกนหนวด, เครื่องตัดหญ้า, เครื่องสูบน้ำ, พัดลม เป็นต้น

(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใ้รูปภาพเกี่ยวกับเขื่อนกักเก็บน้ำ แล้วใ้คำถามนำว่ารูปที่ครูเอามาใ้ดูเป็นรูปเกี่ยวกับอะไร มีเรื่องพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องกับหรือไม่ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยพลังงานน้ำ และครูตั้งปัญหาถามนักเรียนต่อไปว่า นอกจากใ้พลังงานจากน้ำตกแล้ว จะใ้พลังงานอื่นใ้ได้อีกหรือไม่ ครูถามนักเรียนต่อไปว่า การผลิตกระแสไฟฟ้ามีหลักการอย่างไร และใ้คำถามนำเพื่อสอนเนื้อหาตามรายละเอียดในบทเรียน เมื่อสอนเรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเสร็จแล้ว ครูตั้งปัญหาถามนักเรียนต่อไปว่า พลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกลใ้หรือไม และเครื่องมือใ้ใ้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเรียกว่าอะไร มีหลักการอย่างไร และใ้ให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างเครื่องใ้ใ้ที่อาศัยเครื่องมือนี้ เสร็จแล้วครูใ้ให้นักเรียนช่วยกันสรุปข้อแตกต่างระหว่างไดนาโมและมอเตอร์

(ง) อุปกรณ์

รูปภาพเกี่ยวกับเขื่อนกักเก็บน้ำ

(จ) ประเมินผล

- ครูใ้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดต่อไปนี้
- ๑. ไดนาโมทำหน้าที่เปลี่ยน เป็น
- ๒. จงบอกวิธีใ้ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากที่เมา ๓ วิธี
- ๓. ไฟฟ้ากระแสสลับหมายถึง
- ๔. ไฟฟ้ากระแสตรงหมายถึง
- ๕. มอเตอร์ทำหน้าที่เปลี่ยน เป็น
- ๖. หลักการของมอเตอร์คือ
- ๗. จงบอกอุปกรณ์เครื่องใ้ใ้ที่อาศัยหลักการของมอเตอร์ มา ๓ ชนิด

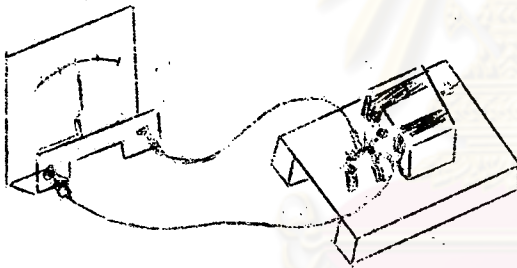
เรื่องที่ ๑๓

ไดนาโมและมอเตอร์

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จแล้ว นักเรียนสามารถ

๑. ใ้สรุปผลและดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง
๒. บันทึกผลการทดลองและตอบคำถามหลังการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหาการทดลองตอนที่ ๑วิธีทดลอง

๑. วางแม่เหล็ก ๒ แท่งให้ขั้วต่างกันหันเข้าหากันบนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย
๒. ท่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า สังเกตการกระดิกของเข็ม ใ้ขั้วขดลวดเคลื่อนให้หมุนช้า ๆ แล้วจึงขดลวดให้หมุนเร็วขึ้น เปรียบเทียบการกระดิกของเข็ม

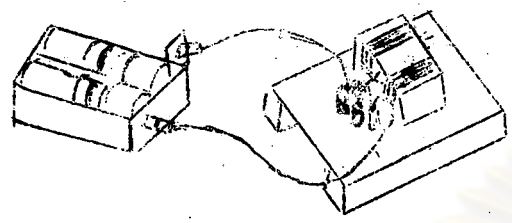
๓. ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งหนึ่ง แต่เปลี่ยนวางขั้วแม่เหล็กเหมือนกันเข้าหากัน

ขณะที่ขดลวดอยู่นิ่ง จะไม่มีกระแสไฟฟ้า สังเกตจากเข็มของเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าไม่กระดิกเลย แต่เมื่อบังคับการหมุนของขดลวดจะตัดกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากแท่งแม่เหล็กวางขั้วต่างกันเข้าหากัน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ถ้าหมุนขดลวดให้เร็วขึ้น กระแสไฟฟ้าจะเกิดมากขึ้น สรุปผลการทดลองได้ว่า หลักการของไดนาโมเกิดจากการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

การทดลองตอนที่ ๒

วิธีทดลอง

๑. นำแม่เหล็ก ๒ แท่งวางให้ขั้วต่างกันหันเข้าหากัน บนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
๒. ต่อสายไฟจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับแอมมิเตอร์ (ดังรูป) สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
๓. สลับขั้วแม่เหล็ก สังเกตและเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอีกครั้ง



เมื่อต่อสายไฟฟ้าเข้ากับแอมมิเตอร์ ชลวดหมุนได้ แต่เมื่อสลับขั้วแม่เหล็ก ชลวดจะหมุนในทิศทางตรงกันข้าม จากผลการทดลองนักเรียนคงสรุปได้ว่า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าเส้นลวดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จะเกิดสนามแม่เหล็กรอบลวด สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นนี้ จะอยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กวางขั้วต่างกันเข้าหากัน จึงเกิดแรงกระทำซึ่งกันและกัน ทำให้ชลวดหมุนได้ ซึ่งเป็นหลักการของมอเตอร์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

(ค) กิจกรรม

ครูเ้าคำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับไดนาโมและมอเตอร์ จากนั้นครูเปิดอภิปรายก่อนการทดลองเกี่ยวกับการประกอบอุปกรณ์ และขั้นตอนในการดำเนินการทดลอง จากนั้นครูให้นักเรียนทำการทดลอง บันทึกผลการทดลองและตอบคำถาม โดยใช้เวลาทำ ๕๐ นาที เมื่อนักเรียนทำเสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองมาอภิปรายกับนักเรียน โดยเ้าแนวคำถามในบทเรียนเพื่อนำไปสู่สรุปของบทเรียน

(ง) อุปกรณ์

การทดลองตอนที่ ๑

๑. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า
๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย
๓. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจรรยา และที่เสียบ

การทดลองตอนที่ ๒

๑. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย
๒. แอมมิเตอร์
๓. ลวดสายไฟพร้อมปากหนีบจรรยา และที่เสียบ

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามและบันทึกผลการทดลองในแบบประเมินผลการเรียนการสอน



ข้อ กุมภ์ ปี

แบบประเมินผลการเรียนการสอน

การทดลองตอนที่ ๑

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะของขดลวด	การเบนของเข็มเครื่องวัดไฟฟ้าเมื่อวาง	
	แม่เหล็กขั้วต่างกันหันเข้าหากัน	แม่เหล็กขั้วเหมือนกันเข้าหากัน
อยู่กับที่
หมุนช้า ๆ
หมุนเร็ว ๆ

- คำถาม ๑. ขณะที่ขดลวดอยู่นิ่ง มีกระแสไฟฟ้าหรือไม่
๒. เมื่อวางจรมืด การหมุนของขดลวดทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
๓. เมื่อขดลวดให้ช้า, เร็ว ต่างกัน ผลปรากฏว่า
๔. จากผลการทดลองสรุปได้ว่า

การทดลองตอนที่ ๒

- คำถาม ๑. เมื่อถลสายไฟเข้ากับแบตเตอรี่ ปรากฏว่าขดลวด
๒. เมื่อสลับขั้วแบตเตอรี่ ขดลวดเปลี่ยนแปลง (เหมือนหรือต่างกับข้อ ๑)
- อย่างไร
๓. จากผลการทดลองสรุปได้ว่า

รายชื่อสมาชิกในคณที่ร่วมทำการทดลองครั้งนี้

.....

เรื่องที่ ๑๘

พลังงานศักย์ พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า

(ก) จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนที่แล้วนักเรียนสามารถ

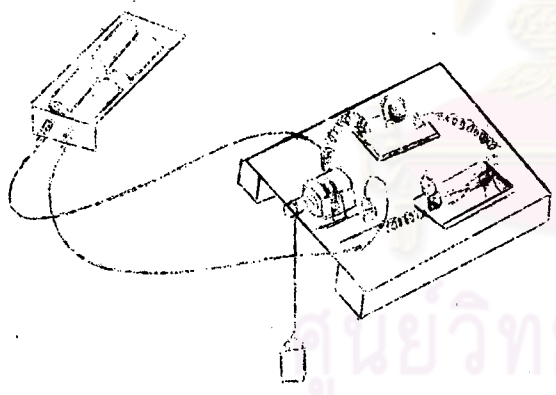
- ๑. สรุปผลการทดลองได้ว่า พลังงานศักย์ พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กัน และสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาได้
- ๒. ใช้อุปกรณ์และดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

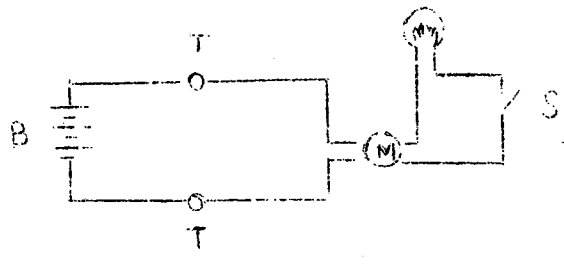
การทดลองเรื่อง ความสัมพันธ์ของพลังงาน

วิธีทดลอง

- ๑. วางเครื่องแสดงความสัมพันธ์ของพลังงานไว้ริมโต๊ะ ยกสวิทช์ขึ้น แล้วปล่อยตุ้มน้ำหนักที่มีเลือกผูกไว้กับเพลาของมอเตอร์ให้ตกลงไป (ดังรูป)
- ๒. ใส่น้ำลงในถ้วยระหว่างเครื่องนี้กับแบตเตอรี่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของตุ้มน้ำหนักที่แขวนไว้
- ๓. ถอดสายไฟออกจากแบตเตอรี่ แล้วจับสวิทช์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงของตุ้มน้ำหนักและหลอดไฟว่าสว่างหรือไม่



การทดลองนี้สามารถเขียนแผนภาพอธิบายส่วนประกอบได้ดังนี้



- สวิตช์
- มอเตอร์
- หลอดไฟ
- แบตเตอรี่

จากแผนภาพนักเรียนคงดูแผนภาพวงจรได้ง่ายขึ้น และบอกได้ว่าเมื่อต่อ-
เครื่องมือเข้ากับแบตเตอรี่ มอเตอร์จะหมุนและยกค้อนน้ำหนักขึ้นมาจนติดเพลาของ
มอเตอร์ เพราะว่า เมื่อต่อเครื่องมือเข้ากับแบตเตอรี่ทำให่วงจร ๑ ปิด พลังงานไฟฟ้า
จะเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกลและพลังงานศักย์ตามลำดับ

เมื่อถอดแบตเตอรี่ออก ทำให่วงจร ๑ เปิด มอเตอร์จะหยุดหมุนและค้อนน้ำหนัก
หนักก็จะหยุดอยู่กับที่ ซึ่งช่วงนี้จะมีพลังงานศักย์ แลวนักเรียนสับสวิตช์ จะทำให่วงจร ๒
ปิด ค้อนน้ำหนักที่ติดกับเพลาของมอเตอร์จะเคลื่อนที่ลงทำให้ออกไฟสว่าง แสดงว่ามีกระแส
ไฟฟ้าเกิดขึ้น ซึ่งพลังงานศักย์จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกลและพลังงานไฟฟ้าตามลำดับ

สรุปได้ว่า พลังงานศักย์ พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้า มีความสัมพันธ์กัน
และสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมาได้

(ค) กิจกรรม

ครูใช้คำถามนำเพื่อทบทวนเกี่ยวกับพลังงานในรูปต่าง ๆ และควรเปลี่ยนรูป
พลังงาน จากนั้น ครูให้นักเรียนทำการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ของพลังงาน และตอบ
คำถามในแบบประเมินผล โดยใช้เวลาทำประมาณ ๒๐ นาที เมื่อนักเรียนทำการทดลอง
และตอบคำถามเสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายตามแนว
คำถามในแบบประเมินผล เพื่อสรุปผลการทดลอง จากนั้นครูเขียนแผนภาพของการทดลอง
บนกระดาน และใช้คำถามนำเพื่ออธิบายการทำงานของเครื่องมือนี้ ตามรายละเอียดใน
บทเรียน

(ง) อุปกรณ์

๑. เครื่องมือแสดงความสัมพันธ์ของพลังงาน
๒. แบตเตอรี่
๓. ลวดสายไฟพร้อมที่เสียบ

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามในแบบประเมินผล

ชื่อ ชั้น กลุ่มที่

แบบประเมินผล

เรื่อง "ความสัมพันธ์ของพลังงาน"

๑. เมื่อต่อเครื่องมือเข้ากับแบตเตอรี่ ปรากฏว่า คมนำหนัก
๒. เมื่อถอดแบตเตอรี่ออก แล้วยับสวิทช์ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

๓. นักเรียนสรุปผลการทดลองได้วาทอย่างไร

รายชื่อสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมทำการทดลอง

๑.
๒.
๓.
๔.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๑๕

พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเสียง

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

๑. ยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้าได้ถูกต้องอย่างน้อย ๓ อย่าง
๒. อธิบายหลักการทำงานของกระดิ่งไฟฟ้าได้ถูกต้อง
๓. ใช้อุปกรณ์และดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

(ข) เนื้อหา

พลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เช่น พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานแสงสว่าง สำหรับเครื่องใช้ประเภทนี้ไดแก หลอดไฟฟ้า ซึ่ง โทมัส เอดิสัน ชาวอเมริกันได้ประดิษฐ์ขึ้นเป็นคนแรก นอกจากนี้พลังงานไฟฟ้ายังสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนได้ เช่น เตาวีคไฟฟ้า เป็นต้น

สำหรับเครื่องใช้บางชนิดสามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานเสียงได้ เช่น กระดิ่งไฟฟ้า, แตรรถยนต์, ออกไฟฟ้า, เครื่องรับส่งโทรเลข, โทรศัพท์, เครื่องขยายเสียง เป็นต้น

กระดิ่งไฟฟ้า

เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่อาศัยหลักการเปลี่ยนรูปของพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง โดยอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเส้นลวดซึ่งพันรอบแกนเหล็ก จะทำให้แกนเหล็กมีสมบัติเป็นแม่เหล็ก เรียกว่า แม่เหล็กไฟฟ้า และแกนเหล็กที่ใช่เป็นเหล็กอ่อน จึงทำให้มีสมบัติเป็นแม่เหล็กชั่วคราว ในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่เท่านั้น

การทดลองเรื่อง กระดิ่งไฟฟ้า

วิธีทดลอง

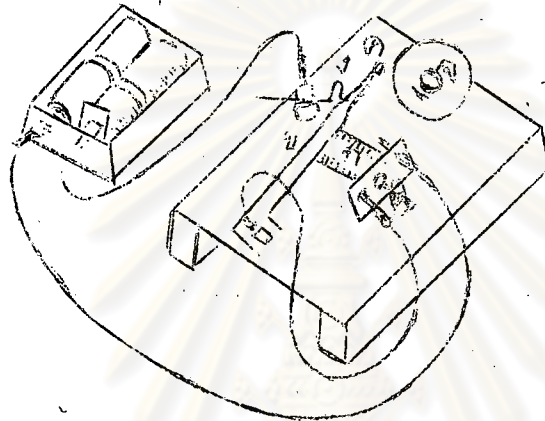
๑. สุ่มตรวจสอบ และปรับให้เหมาะสมดังนี้

- แกนขลวด (ก) ต้องอยู่ห่างจากแผ่นโลหะ (ข) ประมาณ ๐.๒ ซม. ซึ่งแผ่นโลหะจะติดอยู่กับคานเกาะกระดิ่ง
- ต้องจัดให้ลวดทองเหลือง (ง) เกาะกับคานเกาะกระดิ่ง

-ปรับให้คอน (ค) ห่างจากกระดิ่ง (จ) ประมาณ ๐.๒ ซม.

๒. ไขสายไฟ ๓ เส้น และแยกเตอรีต่อให้ครบวงจร (ดังรูป)

ถ้าคอน (ค) ยังไม่เกาะกระดิ่ง จะต้องจัดระยะ ก, ข, ค, และ ง ใหม่จนกว่าจะไคยีนเสียง



(ค) กิจกรรม

ครูใช้คำถามนำเพื่อทบทวนเรื่องการเปลี่ยนรูปของพลังงาน และให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนรูปของพลังงานได้ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเสียง จากนั้นครูใช้คำถามนำเพื่อสอนนักเรียนเรื่องกระดิ่งไฟฟ้าตามเนื้อหาในบทเรียน เสร็จแล้วครูให้นักเรียนทำการทดลองและตอบคำถามในแบบประเมินผล โดยให้เวลาทำประมาณ ๓๐ นาที

เมื่อนักเรียนทำการทดลองและตอบคำถามเสร็จแล้ว ครูนำผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มมาอภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของการทดลอง

(ง) อุปกรณ์

๑. ชุดกระดิ่งไฟฟ้า
๒. แบตเตอรี
๓. ลวดสายไฟพร้อมที่เสียบ ๓ เส้น

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามในแบบประเมินผล

ชื่อ ชั้น กลุ่มที่

แบบประเมินผล

เรื่อง "พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเสียง"

๑. อุปกรณ์ที่อาศัยแม่เหล็กไฟฟ้าได้แก่
๒. ผู้ประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าเป็นคนแรกคือ
๓. ขณะที่ลวดทองเหลือง (ง) และกับแม่โลหะ วงจรปิดหรือเปิด
มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรหรือไม่
๔. ขณะที่มีกระแสไฟฟ้าอยู่ในเส้นลวดที่หุ้มรอบแกนขดลวด (ก) แกนขดลวดจะมีสมบัติเป็น
. ทราบดีโดย
๕. เมื่อแม่โลหะ (ข) เบนเข้าหาแกนขดลวด (ก) ขณะนี้วงจรปิดหรือเปิด
ซึ่งจะทำให้แกนขดลวด (ก) แม่โลหะ
(ข) จะไปอยู่ตำแหน่งเดิมทำให้วงจรปิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่องที่ ๑๖

พลังงานแสงกับพลังงานเคมี

(ก) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบตอนนี้แล้วนักเรียนสามารถ

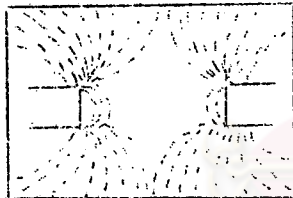
๑. บอกได้ว่ากระบวนการอิมโมเนี่ยเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อถูกแสง
๒. สรุปได้ว่าพลังงานแสงเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานเคมีได้

(ข) เนื้อหา

การทดลองเรื่อง พลังงานแสงกับพลังงานเคมี

วิธีทดลอง

๑. ตั้งแก๊สที่ทั้งสองด้านของกระดาษอิมโมเนี่ย
๒. วางแท่งแม่เหล็กตรง ๒ แท่ง ให้ขั้วต่าง-กันอยู่ห่างกัน
๓. วางกระดาษอิมโมเนี่ย ลงบนแท่งแม่เหล็กทั้งสองโดยหงายด้านสีน้ำตาลอ่อนขึ้น
๔. โรยผงตะไบเหล็กบนกระดาษอิมโมเนี่ยรอบ ๆ บริเวณขั้วแม่เหล็กทั้งสอง เคาะกระดาษเบา ๆ ทิ้งไว้ในที่มีแดด ๑ นาที จึงเขย่าตะไบเหล็กออก
๕. รีบใส่กระดาษอิมโมเนี่ยในกล่องที่มีสารละลายอิมโมเนี่ยประมาณ ๑ นาที แล้วนำออกตั้งเกิดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น



(ค) กิจกรรม

ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการถอดหลอดไฟเข้ากับถ่านไฟฉายให้ครบวงจร แล้วตั้งให้หาถามนักเรียนว่า มีการเปลี่ยนรูปของพลังงานหรือไม่ และถามต่อไปว่าพลังงานอะไร เปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอะไร เพื่อให้นักเรียนสรุปได้ว่าพลังงานเคมีสามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานแสงได้ เสร็จแล้วครูตั้งปัญหาถามต่อไปว่า ในทางตรงกันข้าม

นักเรียนคิดว่าพลังงานแสงจะสามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานเคมีได้หรือไม่
แล้วให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง "พลังงานแสงกับพลังงานเคมี" และตอบ
คำถามในแบบประเมินผล โดยใช้เวลาประมาณ ๓๐ นาที

เมื่อนักเรียนทำการทดลองเสร็จแล้ว กรุณานำผลการทดลองของนักเรียน
แต่ละกลุ่มมาอภิปรายตามแนวคำถามในแบบประเมินผล เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของการ
ทดลอง

(ง) อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

๑. สารละลายอิมโมเนียเต็มชน
๒. กระดาษอิมโมเนีย
๓. ผงตะไบเหล็ก
๔. แม่เหล็กแท่งตรง ๑ คู่

(จ) ประเมินผล

ครูประเมินผลจากการตอบคำถามของนักเรียนในแบบประเมินผล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ ชั้น กลุ่มที่

แบบประเมินผล

เรื่อง "พลังงานแสงกับพลังงานเคมี"

๑. ขณะที่รอยผงตะไบเหล็กบนกระดาษอัมโมเนีย ส่วนที่ได้รับแสงคือ
 และส่วนที่ไม่ได้รับแสงคือ
๒. นำกระดาษอัมโมเนียไปใส่ไว้ในกล่องที่มีสารละลายอัมโมเนีย จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

รายชื่อสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมทำการทดลอง

๑.
๒.
๓.
๔.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบเรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

ศูนย์วิทยะภคาร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบเรื่องพลังงานและการเปลี่ยนแปลง

คำสั่ง

๑. ข้อสอบทั้งหมดมี ๔๕ ข้อ เวลาทำ ๔๕ นาที
๒. ในแต่ละข้อให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ทับบนข้อที่ถูกต้องในกระดาษคำตอบ
๓. นักเรียนต้องส่งกระดาษคำถามคืนพร้อมกับกระดาษคำตอบ
๔. อย่าทำเครื่องหมายใดๆลงในกระดาษคำถาม

๑. ความร้อนแฝงของสสาร หมายความว่าอย่างไร
 - ก. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะ
 - ข. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ
 - ค. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนมวล
 - ง. ความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะและอุณหภูมิ
 ๒. เครื่องมือที่ใช้หาปริมาณความร้อน เรียกว่าอะไร
 - ก. เทอร์โมมิเตอร์
 - ข. คาลอรีมิเตอร์
 - ค. บารอมิเตอร์
 - ง. แอมมิเตอร์
 ๓. การที่อุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนจาก ๓๕ °C เป็น ๒๕ °C นั้นเพราะมีการ
 - ก. ดูดความร้อน
 - ข. คายความร้อน
 - ค. ดูดความร้อนและคายความร้อน
 - ง. ไม่ถูกทั้งสามข้อ
 ๔. น้ำ ๑ กรัมที่ ๐ °C เย็นลงกลายเป็นน้ำแข็งที่ ๐ °C คายความร้อนเท่าใด
 - ก. ๘๐ คาลอรี
 - ข. ๕๔๐ คาลอรี
 - ค. ๑๖๐ คาลอรี
 - ง. ๒๗๐ คาลอรี
-
- จากแผนภูมิข้างบน ช่วงใดมีการเปลี่ยนสถานะ
- ก. ช่วง ๑ , ๒
 - ข. ช่วง ๒ , ๓
 - ค. ช่วง ๑ , ๓
 - ง. ช่วง ๑ , ๒ , ๓

๖. ความร้อนแฝงที่ให้น้ำ ๑๒.๕ กรัม เปลี่ยนอุณหภูมิจาก ๒๓°C เป็น ๔๓°C เท่ากับกี่คาลอรี

ก. ๓๒.๕ คาลอรี

ค. ๒๕๐ คาลอรี

ข. ๖๕ คาลอรี

ง. ๕๐๐ คาลอรี

๗. ถ้ากำหนด X เป็นมวลของน้ำแข็ง Y เป็นค่าความร้อนแฝงของน้ำแข็ง น้ำแข็งจำนวนนี้จะหลอมเหลวได้หมดพอดี ต้องการความร้อนกี่คาลอรี

ก. $๔๐ X$ คาลอรี

ค. XY คาลอรี

ข. $๔๐ Y$ คาลอรี

ง. X/Y คาลอรี

๘. ต้องการต้มน้ำ ๕ กรัม ๓๐°C ให้กลายเป็นไอน้ำเดือด ๑๐๐°C จะต้องใช้ความร้อนเท่าใด (กำหนดค่าความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เท่ากับ ๕๔๐ คาลอรีต่อกรัม)

ก. ๓๕๐ คาลอรี

ค. ๒๗๐๐ คาลอรี

ข. ๒๓๕๐ คาลอรี

ง. ๓๐๕๐ คาลอรี

๙. น้ำแข็งจำนวนหนึ่งกลายเป็นน้ำที่ ๐°C จนหมดจะต้องใช้ความร้อนทั้งสิ้น ๔๐๐๐ คาลอรี น้ำแข็งที่ใช้จำนวนกี่กรัม

ก. $๘๐/๔๐๐๐$ กรัม

ค. $๕๔๐/๔๐๐๐$ กรัม

ข. ๕๐ กรัม

ง. $๔๐๐๐/๕๔๐$ กรัม

๑๐. ความร้อนที่ให้แก่น้ำแข็ง ๔๐ กรัมจนมีอุณหภูมิ ๓๕°C เป็นเท่าใด

ก. ๑๔๐๐ คาลอรี

ค. ๓๒๐๐ คาลอรี

ข. ๑๘๐๐ คาลอรี

ง. ๔๖๐๐ คาลอรี

๑๑. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบอกวาเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนหรือปฏิกิริยาดูดความร้อนคืออะไร

ก. เทอร์โมมิเตอร์

ค. บารอมิเตอร์

ข. คาลอริมิเตอร์

ง. แอมมิเตอร์

๑๒. สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด-เบส เรียกว่าอะไร

ก. กระดาษลิตมัส

ค. ตะตะไลต์

ข. เมทิลเรด

ง. อินดิเคเตอร์

๑๓. สารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง คือสารประเภทใด

ก. กรด

ค. เกลือ

ข. เบส

ง. ของผสม

๒๘. จากสูตร H_2 ๒ แทนจำนวนอะไร

ก. โมเลกุลใน ๑ อะตอม

ค. น้ำหนัก

ข. อะตอมใน ๑ โมเลกุล

ง. ปริมาตร

๒๙. จำนวนอะตอมของออกซิเจนในเลขโมเลกุล $[Pb(NO_3)_2]$ เป็นเท่าไร

ก. ๓ อะตอม

ค. ๕ อะตอม

ข. ๔ อะตอม

ง. ๖ อะตอม

๓๐. สารประกอบชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยธาตุ X ๒ อะตอม ธาตุ Y ๓ อะตอม สูตรของสารประกอบนี้เขียนได้อย่างไร

ก. X_2Y_3

ค. X_6Y_6

ข. X_3Y_2

ง. $(XY_3)_2$

๓๑. ผู้เริ่มใจแนวความคิดเกี่ยวกับอะตอมอธิบายกฎทรงมวลของดส์สารกับกฎสัดส่วนคงที่คือใคร

ก. ลาวัวซิเยร์

ค. โทมัส เอคิสตัน

ข. ไมเคิล ฟาราเดย์

ง. จอห์น ดาลตัน

๓๒. กรดซัลฟูริก มีสูตรทางเคมีว่าอย่างไร

ก. H_2SO_4

ค. HCl

ข. CH_3COOH

ง. HNO_3

ใช้แผนภาพต่อไปนี้ ตอบคำถามข้อ ๓๓ - ๓๕



๓๓. สารข้อใดคือกาซคาร์บอนไดออกไซด์

ก. ๑

ค. ๓

ข. ๒

ง. ๔

๓๔. สารข้อใดคือไฮโดรคาร์บอน

ก. ๑

ค. ๓

ข. ๒

ง. ๔

๓๕. สารข้อใดประกอบควยอะตอมเพียงชนิดเดียว

ก. ๑

ค. ๓

ข. ๒

ง. ๔

๓๖. อิเล็กโตรไลต์ หมายถึง

ก. สารละลายกรดที่แตกตัวให้อิออน และนำไฟฟ้าได้

ค. สารละลายเกลือที่แตกตัวให้อิออน และนำไฟฟ้าได้

ข. สารละลายเบสที่แตกตัวให้อิออน และนำไฟฟ้าได้

ง. ถูกทั้งสามข้อ

๓๗. อีออนลบหมายถึง

ก. อะตอมที่ขาดอิเล็กตรอน

ค. อะตอมที่ขาดโปรตอน

ข. อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเกิน

ง. อะตอมที่มีโปรตอนเกิน

๓๘. อีออนบวก หมายถึง

ก. อะตอมที่ขาดอิเล็กตรอน

ค. อะตอมที่ขาดโปรตอน

ข. อะตอมที่มีอิเล็กตรอนเกิน

ง. อะตอมที่มีโปรตอนเกิน

๓๙. อิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร

ก. เคลื่อนที่จากขั้วลบไปยังขั้วบวก

ค. เคลื่อนที่จากอีออนลบไปยังอีออนบวก

ข. เคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังขั้วลบ

ง. เคลื่อนที่จากอีออนบวกไปยังอีออนลบ

๔๐. กระแสไฟฟ้าเคลื่อนที่อย่างไร

ก. เคลื่อนที่จากขั้วลบไปยังขั้วบวก

ค. เคลื่อนที่จากอีออนลบไปยังอีออนบวก

ข. เคลื่อนที่จากขั้วบวกไปยังขั้วลบ

ง. เคลื่อนที่จากอีออนบวกไปยังอีออนลบ

๔๑. ถ่านไฟฉายมีอิเล็กทรอนิกส์ใดทำหน้าที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบ
- ก. แท่งถ่านเป็นขั้วบวก สังกะสีเป็นขั้วลบ ค. แท่งถ่านเป็นขั้วบวก อัมโมเนียม-คลอไรด์เป็นขั้วลบ
- ข. แท่งถ่านเป็นขั้วลบ สังกะสีเป็นขั้วบวก ง. แท่งถ่านเป็นขั้วลบ อัมโมเนียม-คลอไรด์เป็นขั้วบวก
๔๒. ไดนาโม ทำหน้าที่อย่างไร
- ก. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ค. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ง. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานเสียง
๔๓. มอเตอร์ ทำหน้าที่อย่างไร
- ก. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเสียง ค. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า
- ข. เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ง. เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานเสียง
๔๔. จากหลักการของไดนาโม วิธีที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากขึ้นคือ
- ก. หมุนขดลวดให้เร็วขึ้น ค. ใส่น้ำมันเหล็กที่มีแรงมาก
- ข. เพิ่มจำนวนขดลวดให้มากขึ้น ง. อาจใช้ได้ทั้งสามวิธี
๔๕. ไฟฟ้ากระแสสลับ หมายถึง
- ก. ไฟฟ้าที่เมื่อไหลออกมาสู่วงจรภายนอกแล้วจะมีการเปลี่ยนทิศทางทุกครั้งเมื่อขดลวดหมุนไปครึ่งรอบ
- ข. ไฟฟ้าที่เมื่อไหลออกมาสู่วงจรภายนอกแล้วจะมีการเปลี่ยนทิศทางทุกครั้งเมื่อขดลวดหมุนไปใดหนึ่งรอบเต็ม
- ค. ไฟฟ้าเมื่อไหลออกมาสู่วงจรภายนอกแล้วจะมีการเปลี่ยนทิศทางบางครั้งเมื่อขดลวดหมุนไปใดครึ่งรอบ
- ง. ไฟฟ้าที่เมื่อไหลออกมาสู่วงจรภายนอกแล้วจะไม่มี การเปลี่ยนทิศเลยเมื่อขดลวดหมุนไปใดครึ่งรอบก็ตาม

ประวัติผู้เขียน

นางสาวประภาพรณ ไชยวงษ์ เกิดเมื่อวันที่ ๒๓ มกราคม พ.ศ. ๒๕๔๕
ได้รับปริญญาครุศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา
๒๕๖๕ ปัจจุบันสอนอยู่ที่โรงเรียนคอนเมือง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย