

บรรณานุกรม

คณะปฏิวัติ. ประกาศของคณะปฏิวัติ. ฉบับที่ ๔๒ ประกาศ ณ วันที่ ๑๖ มกราคม พุทธศักราช ๒๕๑๕.

จุ่ง เต ฟาน. ตารางวิเคราะห์ข้อทดสอบ. พระนคร : บริการทดสอบพัฒนา, โรงเรียน แพร์ตอนุสรณ์ (พิมพ์ในประเทศไทย โดยได้รับอนุญาตจาก Educational Testing Service ).

ชวาล แพร์ตกุล. เทคนิคการวัดผล. พระนคร: อักษรเจริญทัศน์, ๒๕๐๖.

ชวาล แพร์ตกุล, อังคณา ตันศิริทันนันทน์, และสมบุญ จิตพงศ์. รายงานความก้าวหน้าของโครงการสร้างแบบทดสอบมาตรฐานชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ ฉบับที่ ๒. พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๑๓.

สุลี ชัยพิพัฒน์. "การสอนวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีให้นักเรียนค้นคว้า," วารสารวิทยาศาสตร์, (๑๕ มกราคม, ๒๕๑๕), ๑๘ - ๒๐.

ทัศนีย์ คุณาวัดนาวุฒิ. "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนแบบสืบสวน - สอบสวน และการสอนแบบเดิมที่ส่งผลต่อความคิดแบบสืบสวน - สอบสวน แบบการรับรู้และความอยาก رؤอยากเห็น," ปริญญาานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, ๒๕๑๕.

ธีระชัย ปุณณโชติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่," อนุสรณ์ในงานพระราชทานเพลิงนายนายเป็รื่อง อุทัยพัฒน์. พระนคร: อักษรสยามการพิมพ์, ๒๕๑๔.

นิรันดร์ แสงสวัสดิ์. "ผลการสอบแบบสืบสอบกับการสอนแบบเดิมที่มีต่อพัฒนาการทางความคิดเห็นตามทฤษฎีของเป็ยเจท์และการสร้างความคิดรวมยอด," วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๕.

- บุญถิ่น อัจฉากร. "ครูกับเสถียรภาพของประเทศ," ประมวลบทความเกี่ยวกับมัธยมศึกษา, กรมวิสามัญศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ, ๒๕๑๓.
- บำรุง บุญยงค์. "การศึกษาดนการสอบแบบสืบสวน-สอบสวน (Combined Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวน-สอบสวน ความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติเกี่ยวกับการควบคุมภายนอก-ภายใน (External - Internal Control)," ปริญญาานิพนธ์ ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, ๒๕๑๕.
- ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ ๒ ; พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๑๓.
- เฟื่องฟูง เครือตราฐ. "การสอนให้ฝึกหัดคิด," วารสารประชาบาลศึกษา, (กันยายน ๒๕๐๓), ๗๖.
- ยงสุข รัศมีมาศ. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบอินโควีรี," วารสารครูศาสตร์, (ตุลาคม - พฤศจิกายน, ๒๕๑๔), ๔๘ - ๕๖.
- ยุพา อานันท์สิทธิ์. "การศึกษาดนการสอบแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry) ในวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน, ความฉันททางการเรียนและความรู้สึกรับผิดชอบ," ปริญญาานิพนธ์ ปริญาการศึกษามหาบัณฑิต, วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, ๒๕๑๕.
- วีรยุทธ วิเชียรโชติ. "การทดลองทางการศึกษาสืบสวน-สอบสวน : การสอนเพื่อสร้างเสริมประชาธิปไตย," วารสารครูศาสตร์, (ธันวาคม, ๒๕๑๔ - มีนาคม ๒๕๑๕), ๑๐๕ - ๑๑๐.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. "การสอนแบบสืบสวน-สอบสวน : วิธีสอนให้คิด," พัฒนาวิ-  
ผล ๗, (๒๕๑๔), หน้า ๕๕ - ๖๐.

สาโรช บัวศรี. "คตินิยม และแนวทางการศึกษาของไทยในอานาคต," หนังสือที่ระลึก  
งานเพลิงชมพู่ครั้งที่ ๓, (๒๕๑๓), หน้า ๔๕ - ๕๐ .

ลีปพนนท์ เกตุทัต และคณะ. "การศึกษากับการพัฒนาประเทศ," วารสารวิทยจารย์,  
(กรกฎาคม, ๒๕๑๓), ๒๕ .

## BIBLIOGRAPHY

- Allender, Jerome S. "The Teaching of Inquiry Skills Using a learning Center," A.V. Communication Review. 17 (1969), 399 - 409.
- Bruner, Jerome S. "The Act of Discovery," Inquiry Techniques for Teaching Science. Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968.
- Buell, Robert R. "The Inquiry Training in the School Science Laboratories," School Science and Mathematics. Vol. 65, No 4, 287.
- Carin, Arthur and Sund, Robert B. Teaching Science Through Discovery. Ohio: Charles E. Merrill Book, Inc., 1966.
- Collins, Kenneth. "The Importance of a Strong Confrontation in an Inquiry Model of Teaching," School Science and Mathematics. 69 (October, 1960), 614-619.
- Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. New York: Longmans, Green and Co., 1958.
- Nelson, Pear Astrid. Elementary School Science Activities. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 1968.
- Suchman, J. Richard. The Elementary School Training Program in Scientific Inquiry. Principal Investigator, 1962.

- Sagl, Helen. "Problem Solving, Inquiry, Discovery," .  
Childhood Education. Vol. 43, No 3, (November, 1956)  
139.
- Victor, Edward. Science for Elementary School. New York:  
The Mcmillan Company, 1965.
- Wood, Dorothy Adkins. Test Construction : Development and  
Interpretation of Achievement Test. Ohio: Charles E.  
Merill Books, Inc., 1961.
- Young, Darrel D. "Enquiry - A Critique," Science Education.  
52 (March, 1968), 138-141.
- Youngs, Richard C. "The Naturance of Dependence and of  
Independence Learning in Fourth Grade Children  
Through Inquiry Development; Final Report," Research  
in Educational, 5 (1970), 53.
- Young, Richard C. and Jones, William W. "The Appropriateries  
Grade Children; Final Report," Research in Educational,  
5 (1970), 41.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ๑ คะแนนระดับความสามารถทางปัญญาของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม  
แต่ละคู่

คู่ที่	คะแนน T ปกติ		คู่ที่	คะแนน T ปกติ	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
๑*	๑๕๙.๑	๑๕๘.๘	๑๖	๑๓๘.๕	๑๓๘.๙
๒	๑๕๓.๙	๑๕๔.๓	๑๗	๑๔๕.๕	๑๔๕.๙
๓	๑๖๓.๔	๑๖๓.๙	๑๘	๑๖๘.๒	๑๖๘.๙
๔	๑๗๘.๐	๑๗๖.๖	๑๙	๑๕๔.๐	๑๕๒.๕
๕	๑๕๗.๘	๑๕๗.๖	๒๐*	๑๔๓.๓	๑๔๔.๕
๖*	๑๕๐.๘	๑๔๙.๕	๒๑*	๑๔๔.๑	๑๔๔.๓
๗*	๑๓๑.๑	๑๓๑.๓	๒๒*	๑๕๓.๕	๑๕๔.๑
๘	๑๓๘.๐	๑๓๖.๙	๒๓*	๑๒๐.๐	๑๑๙.๔
๙	๑๖๗.๘	๑๖๗.๒	๒๔*	๑๕๕.๔	๑๕๖.๐
๑๐*	๑๖๖.๕	๑๖๗.๕	๒๕	๑๗๕.๒	๑๗๔.๙
๑๑*	๑๕๓.๕	๑๕๓.๑	๒๖*	๑๖๔.๕	๑๖๕.๔
๑๒	๑๓๔.๖	๑๓๔.๑	๒๗*	๑๖๔.๑	๑๖๔.๖
๑๓	๑๖๔.๒	๑๖๓.๔	๒๘	๑๕๘.๖	๑๕๙.๘
๑๔	๑๖๖.๙	๑๖๕.๗	๒๙	๑๓๑.๗	๑๓๑.๙
๑๕*	๑๕๙.๙	๑๕๙.๓	๓๐	๑๘๘.๖	๑๘๗.๕

\* คู่ที่เป็นเพศชาย

ตารางที่ ๒ แสดงระดับความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ ๑

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
๑	.๘๕	.๓๕	๒๘	.๕๑	.๓๐	๕๕	.๖๒	.๒๑
๒*	.๘๕	.๐๐	๒๙	.๕๘	.๒๕	๕๖	.๘๕	.๑๕
๓	.๘๕	.๖๐	๓๐	.๕๐	.๖๖	๕๗	.๘๒	.๑๘
๔	.๖๕	.๓๗	๓๑	.๕๒	.๒๕	๕๘*	.๕๐	.๐๕
๕*	.๕๘	-.๑๓	๓๒	.๕๖	.๕๑	๕๙	.๕๒	.๒๑
๖	.๘๖	.๕๕	๓๓	.๓๕	.๕๒	๖๐	.๕๒	.๒๓
๗	.๕๗	.๕๕	๓๔	.๖๘	.๑๘	๖๑	.๕๒	.๓๒
๘*	.๕๕	.๒๖	๓๕*	.๘๑	-.๑๕	๖๒	.๘๑	.๕๕
๙	.๖๘	.๕๕	๓๖	.๖๕	.๕๘	๖๓	.๗๑	.๕๓
๑๐	.๕๖	.๒๕	๓๗*	.๕๘	.๐๕	๖๔*	.๓๘	.๐๕
๑๑*	.๐๐	.๐๐	๓๘	.๕๗	.๕๕	๖๕	.๗๑	.๕๖
๑๒	.๘๕	.๖๐	๓๙	.๘๕	.๖๗	๖๖	.๗๒	.๕๓
๑๓*	.๒๖	.๑๕	๔๐	.๓๒	.๑๘	๖๗	.๕๓	.๕๕
๑๔*	.๖๒	.๐๕	๔๑*	.๕๕	.๐๐	๖๘	.๓๕	.๒๒
๑๕	.๕๖	.๑๗	๔๒	.๖๕	.๓๕	๖๙	.๘๗	.๕๐
๑๖	.๖๐	.๑๗	๔๓	.๕๗	.๖๓	๗๐	.๓๕	.๓๕
๑๗	.๘๖	.๒๒	๔๔	.๕๕	.๕๓	๗๑	.๓๖	.๓๕
๑๘	.๕๕	.๒๖	๔๕	.๕๘	.๒๕	๗๒*	.๗๒	.๑๐
๑๙*	.๗๒	.๑๐	๔๖	.๖๑	.๕๒	๗๓	.๗๒	.๒๐
๒๐*	.๕๕	.๐๐	๔๗	.๗๐	.๕๖	๗๔	.๕๒	.๕๘
๒๑	.๕๕	.๒๖	๔๘	.๕๕	.๒๕	๗๕*	.๕๒	.๐๐
๒๒	.๘๕	.๓๕	๔๙	.๕๑	.๓๐	๗๖	.๕๑	.๓๐
๒๓*	.๕๕	.๐๐	๕๐	.๖๒	.๓๐	๗๗	.๕๕	.๓๓
๒๔	.๘๒	.๑๕	๕๑	.๕๑	.๓๐	๗๘	.๒๒	.๑๗
๒๕*	.๐๕	.๕๓	๕๒*	.๕๕	.๑๒	๗๙*	.๑๓	.๕๐
๒๖	.๖๕	.๖๕	๕๓	.๘๕	.๓๕	๘๐	.๘๓	.๓๒
๒๗	.๘๘	.๑๖	๕๔	.๘๕	.๒๘			

\* ข้อที่ตัดออก



ตารางที่ ๓ แสดงระดับความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบจากการทดสอบครั้งที่ ๒

ข้อ	p	r	ข้อ	p	r	ข้อ	p	r
๑	.๖๓	.๕๐	๒๒	.๕๕	.๒๐	๓๓	.๕๔	.๓๑
๒	.๓๘	.๕๓	๒๓	.๕๘	.๓๒	๓๔*	.๕๒	.๒๓
๓	.๕๒	.๕๐	๒๔	.๓๑	.๓๓	๓๕	.๒๕	.๓๓
๔	.๘๐	.๒๕	๒๕	.๖๕	.๕๘	๓๖	.๓๕	.๕๐
๕	.๕๓	.๕๕	๒๖	.๘๑	.๖๕	๓๗	.๓๕	.๕๐
๖	.๓๓	.๒๕	๒๗*	.๖๐	.๑๓	๓๘	.๖๒	.๒๑
๗	.๕๓	.๕๕	๒๘*	.๕๘	.๐๘	๓๙	.๖๕	.๒๖
๘	.๖๕	.๒๘	๒๙	.๕๕	.๒๕	๔๐	.๓๑	.๓๓
๙	.๕๕	.๒๘	๓๐	.๘๑	.๓๖	๔๑	.๕๖	.๓๑
๑๐	.๖๐	.๒๕	๓๑	.๕๕	.๒๕	๔๒	.๖๕	.๓๕
๑๑	.๘๑	.๓๖	๓๒	.๒๓	.๓๒	๔๓*	.๑๘	.๐๖
๑๒*	.๕๕	.๒๖	๓๓	.๕๕	.๒๐	๔๔*	.๕๑	.๓๐
๑๓*	.๕๘	.๑๓	๓๔	.๕๐	.๒๘	๔๕*	.๓๒	.๒๐
๑๔	.๓๘	.๕๓	๓๕	.๘๑	.๓๖	๔๖*	.๘๒	.๑๕
๑๕	.๖๘	.๒๘	๓๖	.๕๒	.๕๐	๔๗	.๓๒	.๕๓
๑๖	.๓๖	.๕๓	๓๗*	.๘๓	.๕๐	๔๘	.๓๓	.๓๒
๑๗	.๕๖	.๕๑	๓๘*	.๕๒	.๑๓	๔๙	.๓๖	.๒๖
๑๘	.๓๕	.๕๐	๓๙	.๓๐	.๓๐	๕๐*	.๒๘	.๑๐
๑๙	.๕๘	.๒๕	๔๐	.๖๒	.๓๐	๕๑	.๒๘	.๕๓
๒๐	.๓๒	.๒๘	๔๑	.๖๕	.๒๘	๕๒**	.๘๖	.๕๕
๒๑	.๓๘	.๒๑	๔๒*	.๕๐	.๐๕			

\* ข้อที่คัดออก

\*\* ข้อที่ต้องปรับปรุงแก้ไขก่อนใช้

## การวิเคราะห์ข้อทดสอบในแบบทดสอบ

๑. วิธีวิเคราะห์ข้อทดสอบ ( Item Analysis ) เพื่อหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยอาศัยวิธีการทางสถิติที่เรียกว่า เทคนิค ๒๗ % และหาค่าความยากง่าย ( p ) และค่าอำนาจจำแนกเด็กเก่งกับเด็กอ่อน ( r ) ของข้อทดสอบทุกข้อจากรางวิเคราะห์ข้อทดสอบ ( Item Analysis Table ) ของจุฬ เท ฟาน

๒. วิธีหาค่าความเชื่อถือได้ ( Reliability ) ของข้อทดสอบ โดยใช้สูตร

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

$$r_{tt} = \text{สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น}$$

$$n = \text{จำนวนข้อทดสอบ}$$

$$M_t = \text{มัธยิมเลขคณิตของคะแนนทดสอบ} = \frac{\sum X}{N}$$

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \text{ผลรวมของค่าแปรปรวนในการวัดครั้งหนึ่ง ๆ} \\ &= \frac{\sum X^2}{N} - \left( \frac{\sum X}{N} \right)^2 \end{aligned}$$

$$X = \text{คะแนนทดสอบ}$$

$$N = \text{จำนวนกลุ่มตัวอย่างประชากร}$$

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

$$\begin{aligned}
 r_{tt} &= \frac{50 \times 42.02 - 32.28(50 - 32.28)}{(50 - 1) \times 42.02} \\
 &= \frac{2251 - 571.456}{49 \times 42.02} \\
 &= \frac{1679.544}{2058.98} \\
 &= 0.816 \\
 &= 0.816
 \end{aligned}$$

## ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ไ้จากการทดลองสอนและทดสอบ

๑. ผู้วิจัยได้นำคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่จับคู่กันไว้มาเปรียบเทียบหาความแตกต่างระหว่างมัธยิมเลขคณิตของคะแนนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยการทดสอบค่า  $t$  ( $t$  - test) โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}$$

$\bar{d}$  = มัธยิมเลขคณิตของผลต่างของคะแนนของนักเรียนแต่ละคู่ซึ่งหาได้จากสูตร

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

$\sum d$  = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$N$  = จำนวนคู่

$S_{\bar{d}}$  = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนของนักเรียนที่จับคู่ไว้ซึ่งหาได้จากสูตร

$$S_{\bar{d}} = \frac{S.D.d}{\sqrt{N-1}}$$

$S.D.d$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างของคะแนนของนักเรียนที่ไ้จับคู่ไว้หาได้จากสูตร

$$S.D.d = \sqrt{\frac{\sum d^2}{N} - \left(\frac{\sum d}{N}\right)^2}$$

$$\Sigma d^2 = \text{ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม}$$

หาชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom = df) จากสูตร

$$df = N - 1$$

การทดสอบความมีนัยสำคัญของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทดสอบรวมระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$\bar{d} = \frac{\Sigma d}{N}$$

$\bar{d}$  = มัชฌิมเลขคณิตของผลต่างของคะแนนของนักเรียนแต่ละคู่

$\Sigma d$  = ผลรวมของผลต่างของคะแนนของนักเรียนแต่ละคู่

$N$  = จำนวนคู่

$$\Sigma d = 59 \quad \Sigma d^2 = 873 \quad N = 30$$

$$\bar{d} = \frac{59}{30} = 1.967$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

$$S.D._d = \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{N} - \left(\frac{\Sigma d}{N}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\frac{873}{30} - \left(\frac{59}{30}\right)^2}$$

$$= 1.5023$$

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของผลต่าง

$$\begin{aligned} \sigma_{\bar{d}} &= \frac{S.D. \cdot d}{\sqrt{N - 1}} \\ &= \frac{5.023}{\sqrt{30 - 1}} \\ &= .932 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{d}}{\sigma_{\bar{d}}} \\ &= \frac{1.867}{.932} \\ &= 2.01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} df &= \text{ชั้นแห่งความเป็นอิสระ ( degree of freedom )} \\ &= 29 \end{aligned}$$

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 df 29 t มีค่า 2.04 ค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 2.01 ซึ่งมากกว่า 2.04 แสดงว่า มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนการทดสอบรวมของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการทดสอบความมีนัยสำคัญของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทดสอบอื่น ๆ ผู้วิจัยดำเนินการเช่นเดียวกับการทดสอบความมีนัยสำคัญของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนจากการทดสอบรวมตามที่กล่าวมาแล้ว

ตารางที่ ๔ เปรียบเทียบคะแนนสัมฤทธิ์ผลการเรียนกับคะแนนความสามารถทางปัญญา  
ของนักเรียนแต่ละคู่

คะแนน T ปกติ									
คู่ที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		คู่ที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	สัมฤทธิ์ผล	ปัญญา	สัมฤทธิ์ผล	ปัญญา		สัมฤทธิ์ผล	ปัญญา	สัมฤทธิ์ผล	ปัญญา
๑	๗๑.๘	๑๕๙.๑	๖๗.๗	๑๕๘.๘	๑๖	๕๑.๘	๑๓๘.๕	๕๓.๑	๑๓๘.๗
๒	๕๑.๒	๑๕๓.๗	๖๕.๕	๑๕๕.๓	๑๗	๕๕.๘	๑๕๕.๕	๕๑.๘	๑๕๕.๘
๓	๕๑.๒	๑๖๓.๕	๕๕.๓	๑๖๓.๘	๑๘	๕๗.๘	๑๖๘.๒	๕๓.๑	๑๖๘.๗
๔	๖๕.๕	๑๗๘.๐	๕๙.๓	๑๗๖.๖	๑๙	๕๐.๕	๑๕๕.๐	๕๓.๖	๑๕๒.๕
๕	๕๑.๒	๑๕๗.๘	๕๐.๕	๑๕๗.๖	๒๐	๕๑.๒	๑๕๓.๓	๕๖.๑	๑๕๕.๕
๖	๕๑.๒	๑๕๐.๘	๕๗.๘	๑๕๙.๕	๒๑	๕๘.๖	๑๕๕.๑	๕๘.๖	๑๕๕.๓
๗	๕๕.๘	๑๓๑.๑	๓๒.๓	๑๓๑.๓	๒๒	๗๑.๘	๑๕๓.๕	๕๓.๑	๑๕๕.๑
๘	๓๕.๓	๑๓๘.๐	๒๘.๕	๑๓๖.๘	๒๓	๕๐.๕	๑๒๐.๐	๕๕.๘	๑๑๙.๕
๙	๕๖.๑	๑๖๗.๘	๕๑.๘	๑๖๗.๒	๒๔	๕๖.๑	๑๕๕.๕	๕๑.๘	๑๕๖.๐
๑๐	๕๗.๒	๑๖๖.๕	๖๒.๘	๑๖๗.๕	๒๕	๕๕.๓	๑๗๕.๒	๕๗.๒	๑๗๕.๘
๑๑	๕๙.๓	๑๕๓.๕	๕๗.๑	๑๕๓.๑	๒๖	๖๕.๕	๑๖๕.๕	๓๗.๖	๑๖๕.๕
๑๒	๕๓.๑	๑๓๕.๖	๕๗.๑	๑๓๕.๑	๒๗	๓๙.๖	๑๖๕.๑	๕๓.๖	๑๖๕.๖
๑๑๓	๕๕.๓	๑๖๕.๒	๕๙.๓	๑๖๓.๕	๒๘	๓๗.๖	๑๕๘.๖	๓๕.๓	๑๕๙.๘
๑๔	๕๓.๑	๑๖๖.๘	๕๕.๓	๑๖๕.๗	๒๙	๓๕.๓	๑๓๑.๗	๓๙.๖	๑๓๑.๘
๑๕	๕๗.๒	๑๕๙.๘	๕๙.๓	๑๕๙.๘	๓๐	๖๐.๘	๑๘๘.๖	๕๙.๓	๑๘๗.๕

การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนกับคะแนน  
ความสามารถทางปัญญา

$$r_{XY} = \frac{N \sum X'Y' f(X,Y) - \sum X'f(X) \sum Y'f(Y)}{\sqrt{[N \sum X'^2 f(X) - (\sum X'f(X))^2] [N \sum Y'^2 f(Y) - (\sum Y'f(Y))^2]}}$$

$$\sum X'Y' f(X,Y) = ๕๘$$

$$\sum X'f(X) = ๓๒$$

$$\sum Y'f(Y) = ๓๓$$

$$\sum X'^2 f(X) = ๑๓๐$$

$$\sum Y'^2 f(Y) = ๓๕$$

$$N = ๖๐$$

แทนค่า

$$\begin{aligned} r_{XY} &= \frac{60 \times ๕๘ - ๓๒ \times ๓๓}{\sqrt{[60 \times ๑๓๐ - (๓๒)^2] [60 \times ๓๕ - (๓๓)^2]}} \\ &= \frac{๓๒๕๐ - ๑๐๕๖}{\sqrt{(๑๐,๒๐๐ - ๑๐๒๔) \times (๒๑๐๐ - ๑๐๘๙)}} \\ &= \frac{๒๑๘๔}{\sqrt{๑๑๗๖ \times ๑๐๑๑}} \\ &= \frac{๒๑๘๔}{๕๓๘๘.๐๕๕๕} \\ &= ๐.๓๓๓ \end{aligned}$$



ภาคผนวก ค

บทเรียนที่ ๑

เรื่อง

แหล่งกำเนิด ทั่วนำ และฉนวนไฟฟ้า

เวลา ๑ ชั่วโมง

ประสบการณ์เดิม :- นักเรียนต้องมีประสบการณ์ในเรื่องต่อไปนี้

๑. คุณสมบัติของพลังงาน
๒. ชนิดและรูปของพลังงาน
๓. โลหะและอโลหะ

ความมุ่งหมาย :- นักเรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้

๑. บอกและอธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้าได้
๒. อธิบายได้ว่าไฟฟ้ากระแสต่างกับไฟฟ้าสถิตอย่างไร
๓. รู้จักจักและใช้เครื่องมือในการทดลอง
๔. ตั้งสมมติฐาน ทดลอง อธิบาย และทำนายได้ว่าสิ่งใดเป็น-  
ทั่วนำ หรือฉนวนทางไฟฟ้า
๕. บอก อธิบาย และยกตัวอย่าง ทั่วนำและฉนวนทางไฟฟ้าได้
๖. ประกอบและอธิบายการต่อวงจรไฟฟ้าได้

เนื้อเรื่อง :-

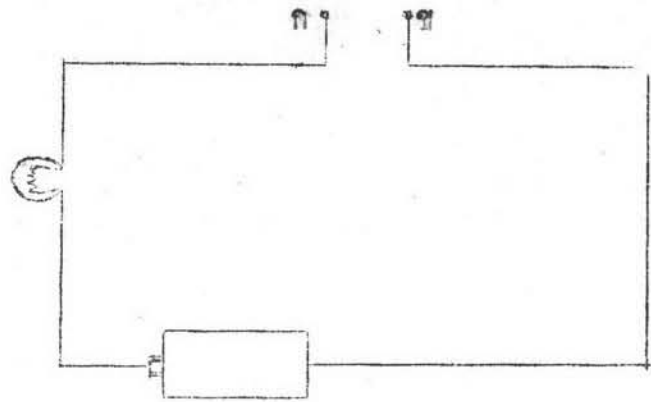
๑. ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีอยู่ในอะตอมของสาร
๒. ไฟฟ้ามีแหล่งกำเนิดมาจาก
  - ๒.๑ ปฏิกริยาเคมี

- ๒.๒ แรงแม่เหล็ก
- ๒.๓ สัณฐานวิทยา
- ๒.๔ การขั้วของวัตถุต่างชนิด
- ๓. ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น ๒ ชนิดตามลักษณะการไหล คือ
  - ๓.๑ ไฟฟ้าสถิตเป็นไฟฟ้าที่เกิดจากการขั้วของวัตถุเคลื่อนที่ไม่ได้
  - ๓.๒ ไฟฟ้ากระแสเป็นไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ไหลไปมาได้
- ๔. ไฟฟ้าที่เราใช้กันอยู่เป็นไฟฟ้ากระแสซึ่งได้มาจากไดนาโม เซลไฟฟ้าและแบตเตอรี่
- ๕. วัตถุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านไปได้เรียกว่าตัวนำไฟฟ้า เช่น โลหะทุกชนิด สารละลายเกลือแร่ต่าง ๆ และแก๊ส
- ๖. วัตถุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านไปเรียกว่าฉนวน ได้แก่ อโลหะทุกชนิด ยกเว้นแก๊ส
- ๗. ไฟฟ้าจะไหลได้ต้องมีตัวนำมาต่อเป็นวงบรรจบ และวงบรรจบนี้เรียกว่าวงจรไฟฟ้า

กิจกรรม : -

- ๑. ทบทวนประสบการณ์ของนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้โดยวิธีอภิปรายและถามตอบ
  - ๑.๑ คุณสมบัติของพลังงาน
  - ๑.๒ ชนิดและรูปของพลังงาน
  - ๑.๓ โลหะและอโลหะ
- ๒. ชี้สอน คำเนินตามลำดับชั้นดังนี้

- ๒.๑ ชั้นสังเกต จัดเครื่องมือทดลองเรื่อง "ตัวนำและ  
ฉนวนไฟฟ้า" ดังรูป ครูแนะนำวิธีการทดลองให้นัก-  
เรียนออกมาทำการทดลองและเราให้นักเรียนช่วยกัน  
ตามคำถามชั้นสังเกต ซึ่งคำถามต่อไปนี้ ครูเราใ้  
นักเรียนเป็นผู้ถาม และครูเป็นผู้ตอบคำถามร่วมกับ  
นักเรียน



- ถ่านไฟฉายเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าใช่ไหม ?  
(ใช่)
- ไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายเกิดจากปฏิกิริยาเคมีใช่ไหม?  
(ใช่)
- ไฟฟ้ามีแหล่งกำเนิดจากอะไรอีกบ้าง?
- จากแรงแม่เหล็กโค้วัยใช่ไหม? (ใช่)
- จากการขัดสีของวัตถุต่างชนิดกันโค้วัยใช่ไหม?  
(ใช่)
- สัตว์บางชนิด เช่น ปลาไหลไฟฟ้าก็มีไฟฟ้าในตัว  
โค้วัยใช่ไหม? (ใช่)
- ไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายไหลโค้วัยใช่ไหม? (ใช่)
- เราเรียกไฟฟ้าที่ไหลโค้วัยไฟฟ้ากระแสโค้วัยใช่ไหม?  
(ใช่)

- ไฟฟ้าทุกชนิดไหลได้ใช่ไหม (ไม่ใช่)
- ไฟฟ้าสถิตไหลไม่ได้ใช่ไหม (ใช่)
- ไฟฟ้าที่ไหลอยู่ตามบ้านเป็นไฟฟ้าชนิดใด
- ไฟฟ้ากระแสไหลไหม ? (ใช่)
- มีแหล่งกำเนิดจากอะไร ?
- แรงแม่เหล็กไหลไหม ? (ใช่)
- ไฟฟ้าในแบตเตอรี่รถยนต์เป็นไฟฟ้ากระแสไหลไหม ? (ใช่)
- เกิดจากแรงแม่เหล็กช่วยไหม ? (ไม่ใช่)
- เกิดจากปฏิกิริยาเคมีแบบไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายไหม ? (ใช่)
- จากการทดลอง ไฟฟ้าจากถ่านไฟฉายไหลไปตามสายไฟไหม ? (ใช่)
- สิ่งที่น่าไปต่อระหว่างปลาย ก. และ ปลาย ข. ของสายไฟมีทั้งพวกโลหะและอโลหะไหม ? (ใช่)
- พวกโลหะทำให้หลอดไฟสว่างไหม ? (ใช่)
- หลอดไฟสว่างใดต้องมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้หลอดไหม ? (ใช่)
- โลหะยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ไหม ? (ใช่)
- อโลหะไม่ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านไหม ? (ใช่)
- วัตถุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้เรียกว่าตัวนำไฟฟ้าไหม ? (ใช่)
- วัตถุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าเดินทางผ่านไปเรียกว่าฉนวนไหม ? (ใช่)

- โลหะทุกชนิดเป็นตัวนำไฟฟ้าไหม ? (ใช่)
- สารละลายเกลือแรต่าง ๆ ก็เป็นตัวนำไฟฟ้าไหม ? (ใช่)
- อโลหะทุกชนิดเป็นฉนวนไฟฟ้าไหม ? (ใช่)
- ทุกชนิดยกเว้นแท่งถ่านไหม ? (ใช่)
- ไฟฟ้าไหลใดต้องมีตัวนำมาต่อเป็นวงบรรจบไหม ? (ใช่)
- วงบรรจบนี้เรียกว่าอะไร ? (ใช่)
- เรียกว่าวงจรไฟฟ้าไหม ? (ใช่)

๒.๒. ชื่อนอธิบายให้นักเรียนมาสมัครทำการทดลองซ้ำ ครูเราให้นักเรียนตั้งคำถามชื่อนอธิบาย และช่วยกันตั้งสมมติฐานหาเหตุผลอธิบายข้อสงสัยหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

๑. ทำไมเมื่อเอาปลายสายไฟ ก และ ข ที่ปกคลุมมาแตะกันหลอดไฟจึงสว่าง
  - หลอดไฟสว่างเพราะปลายสายไฟ ก และ ข เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเป็นวงจรรบรจบได้ไหม ? (ใช่)
๒. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอด ทำให้หลอดไฟสว่างได้อย่างไร ?
  - กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดทำให้ไส้หลอดเกิดความร้อนจนเปล่งแสงออกมาไหม ? (ใช่)

๓. เมื่อแยกปลายสายไฟ ก และ ข ให้ห่างจากกัน แล้วทำไมหลอดไฟไม่สว่าง
- เพราะวงจรไฟฟ้าถูกตัดขาดจากกันไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไขไหม ? (ใช่)
๔. ท่อวงจรไฟฟ้าควมฉนวน และตัวนำมีผลต่างกันอย่างไร ?
- ท่อวงจรควมฉนวนหลอดไฟไม่สว่างเพราะกระแสไม่ไหลไขไหม ? (ใช่)
  - ท่อวงจรควมตัวนำหลอดไฟสว่างเพราะมีกระแสไหลไขไหม ? (ใช่)

๒.๓ ชั้นท่านาย ครูเราให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามชั้น ท่านายร่วมกับครูและช่วยกันหาคำตอบด้วยการตั้งสมมติฐานท่านาย ทดลอง อภิปรายและสรุปผล

๑. ถ้าเอาสายไฟทั้ง ๒ สาย ต่อที่ขั้วเดียวกันของ ถ่านไฟฉาย หลอดไฟจะสว่างหรือไม่ ?
- ไม่สว่างเพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไขไหม ? (ใช่)
๒. ถ้าหากหลอดไฟขาด ไฟฟ้าจะไหลครบวงจรหรือไม่ ?
- ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลไขไหม ? (ใช่)
๓. ถ้าเปลี่ยนหลอดไฟใหม่กำลังสูงขึ้น ไฟจะสว่างขึ้นไหม ?
- สว่างขึ้นไขไหม ? (ใช่)

๔. ถ้าเพิ่มถ่านไฟฉายเป็น ๒ ก้อน ต่อเรียงกัน  
หลอดไฟจะสว่างมากหรือน้อยลง  
- มากขึ้น เพราะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้-  
หลอดมากกว่าเดิมใช่ไหม ? (ใช่)

๒.๔ ชื่อนำไปใช้ประโยชน์และการสร้างสรรค์ ครูเราให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามในชั้นการนำไปใช้และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบ

๑. เรานำความรู้เกี่ยวกับตัวนำและฉนวนไฟฟ้ามาใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง ?
๒. บอกสิ่งที่มีคุณสมบัติเป็นตัวนำไฟฟ้ามาให้มากที่สุด
๓. บอกสิ่งที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้ามาให้มากที่สุด

๓. ชั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายสรุปเนื้อหาที่เรียนมาแล้วทั้งหมด

๔. วัดและประเมินผล

๑. ทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนจำนวน ๑๐ ข้อ
๒. สังเกตดูความกระตือรือร้นและความสนใจของนักเรียนจากการ
  - ๒.๑ มีส่วนร่วมในการทดลอง
  - ๒.๒ ตั้งคำถามในชั้นต่าง ๆ
  - ๒.๓ อภิปรายแสดงความคิดเห็นในเรื่องการนำไปใช้ประโยชน์

อุปกรณ์ :-

๑. แก้ว
  ๒. ก็นสอ
  ๓. ยางลบ
  ๔. สายไฟ
  ๕. เหยี่ยงูสลึง
  ๖. ลูกกุกญแจ
  ๗. ถ่านไฟฉาย
  ๘. หลอดไฟฉาย
  ๙. สายโลหะต่าง ๆ
-



## บทเรียนที่ ๒

## เรื่อง

## ผลและประโยชน์ของกระแสไฟฟ้า

เวลา ๑ ชั่วโมง

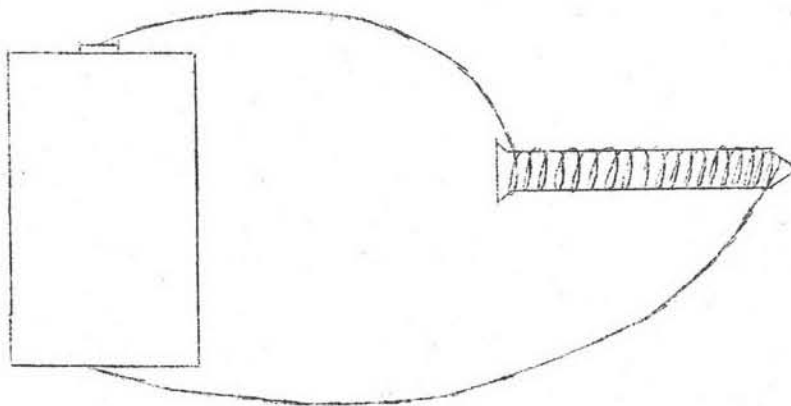
- ประสบการณ์เดิม :- นักเรียนต้องมีประสบการณ์ในเรื่องต่อไปนี้
๑. ชนิดต่าง ๆ ของพลังงาน
  ๒. วงจรไฟฟ้า
  ๓. คิว้นำและฉนวนไฟฟ้า

- ความมุ่งหมาย :- นักเรียนควรมีความสามารถดังต่อไปนี้
๑. บอกและอธิบายผลของกระแสไฟฟ้าได้
  ๒. บอกและอธิบายประโยชน์ของกระแสไฟฟ้าได้
  ๓. รู้จักจัดและใช้เครื่องมือในการทดลอง
  ๔. สาธิตและทดลองได้ว่ากระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กและพลังงานความร้อน
  ๕. ตั้งสมมติฐาน ทดลอง อธิบาย และทำนายผลของกระแสไฟฟ้าเมื่อไหลผ่านตัวนำต่าง ๆ

- เนื้อเรื่อง :-
๑. ไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานแสงซึ่งเราใช้ประโยชน์ในการสร้างหลอดไฟฟ้าและสิ่งที่ให้แสงสว่างแก่เรา
  ๒. ไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานความร้อน ซึ่งเราได้ประโยชน์ในการทำเตารีด เตาหุงต้ม และเครื่องทำความร้อนต่าง ๆ

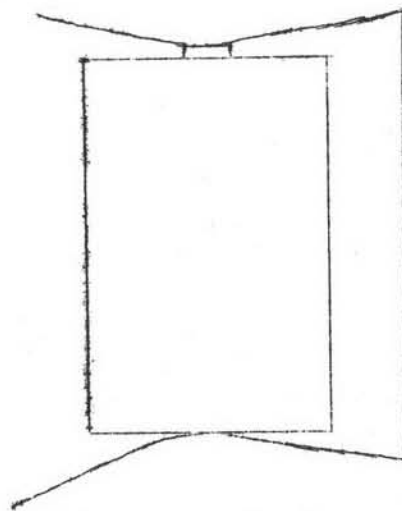
๓. ไฟฟ้าทำให้เกิดแรงแม่เหล็ก ซึ่งเราได้ประโยชน์ในการทำเหล็กให้กลายเป็นแม่เหล็ก ซึ่งใช้ในการทำอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ
๔. ไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานเสียงซึ่งเราได้รับประโยชน์ในการทำวิทยุ โทรทัศน์ กระจกไฟฟ้า
๕. ไฟฟ้าทำให้เกิดพลังงานกล ซึ่งเราได้รับประโยชน์ในการทำมอเตอร์เพื่อหมุนเครื่องจักรกลต่าง ๆ ให้ทำงานแทนคนและสัตว์ได้

- กิจกรรม :-
๑. ทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้ โดยวิธีอภิปราย ถามตอบ
    - ๑.๑ ชนิดต่าง ๆ ของพลังงาน
    - ๑.๒ วงจรไฟฟ้า
    - ๑.๓ ศักย์และฉนวนไฟฟ้า
  ๒. ขึ้นสอน กำหนดตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้
    - ๒.๑ ชั้นสังเกต แบ่งนักเรียนออกเป็น ๖ กลุ่ม ๆ ละ ๕ คน ให้ทำการทดลอง เรื่อง "กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก" ดังรูป ครูแนะนำวิธีการทดลอง และเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นสังเกต ซึ่งคำถามต่อไปนี้ครูเราให้นักเรียนเป็นผู้ถาม และครูเป็นผู้ตอบคำถามร่วมกับนักเรียน



- ตะปุกเป็นเหล็กธรรมดาใช่ไหม? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตะปุกใช่ไหม? (ไม่ใช่)
- กระแสไฟฟ้าไหลไปตามสายไฟวนรอบตะปุกใช่ไหม? (ใช่)
- เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลวนรอบตะปุกแล้วตะปุกก็เริ่มโคจรไหม? (ใช่)
- ตะปุกกลายเป็นแม่เหล็กใช่ไหม? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าทำให้ตะปุกกลายเป็นแม่เหล็กใช่ไหม? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กได้ใช่ไหม? (ใช่)

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่อง "กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อน" ดังรูป ครูแนะนำวิธีการและเราให้นักเรียนตั้งคำถามขึ้นสังเกต



- ลวดเป็นตัวนำไฟฟ้าใช่ไหม? (ใช่)
- ลวดถือเป็นวงจรกับถ่านไฟฉายใช่ไหม? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าไหลจากถ่านผ่านไปตามเส้นลวดใช่ไหม? (ใช่)
- ลวดเกิดความร้อนขณะไฟฟ้าไหลผ่านเท่านั้นใช่ไหม? (ใช่)

- กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดความร้อนไซ้ไหม ? (ใช่)
- จากการทดลองทั้ง ๒ กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดแรงแม่เหล็กและความร้อนไซ้ไหม ? (ใช่)
- นอกจากนี้แล้วกระแสไฟฟ้ายังทำให้เกิดผลอย่างอื่นได้อีกไซ้ไหม ? (ใช่)
- ทำให้เกิดแสงสว่างควยไซ้ไหม ? (ใช่)
- ทำให้เกิดเสียงควยไซ้ไหม ? (ใช่)
- ทำให้เกิดการเคลื่อนที่หรือพลังงานกลใดควยไซ้ไหม ? (ใช่)

๒.๒ ขั้วอธิบาย ครูเราให้นักเรียนตั้งคำถามขั้วอธิบาย และ -  
ช่วยกันตั้งสมมติฐานหาเหตุผลอธิบายข้อสงสัยและปรากฏการณ์  
จากการทดลองที่ ๑ และการทดลองที่ ๒

๑. ทำไมกระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านตะปู?
  - เพราะมีฉนวนหุ้มสายไฟไซ้ไหม? (ใช่)
๒. เหตุไรจึงต้องปกคณวนที่ปลายสายไฟทั้งสองข้าง
  - เพราะต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟไซ้ไหม ? (ใช่)
๓. กระแสไฟฟ้าทำให้ตะปุกกลายเป็นแม่เหล็กได้อย่างไร
  - ได้โดยการเหนี่ยวนำไซ้ไหม ? (ใช่)
๔. ทำไมเมื่อปลดสายไฟออกจากถ่านไฟเข็มจึงหลุดจากตะปู
  - เพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปเหนี่ยวนำให้ตะปูเกิดอำนาจแม่เหล็กไซ้ไหม ? (ใช่)

๕. ทำไมหลอดจึงร้อนเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- เพราะกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรมากผิดปกติใช่ไหม? (ใช่)
๖. ทำไมกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดได้
- เพราะเส้นลวดเป็นตัวไฟฟ้าใช่ไหม? (ใช่)
๗. ทำไมการทดลองจึงต้องใช้ลวดที่ไม่มีฉนวนหุ้ม
- เพราะฉนวนจะช่วยป้องกันความร้อนมาสู่มือเรา- ทำให้การทดลองเห็นไม่ชัดใช่ไหม? (ใช่)
- ๒.๓ ชั้นท่านาย ครูเราให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามชั้นท่านาย ร่วมกับครูและช่วยกันหาคำตอบด้วยการตั้งสมมติฐาน ท่านาย ทดลอง อภิปรายและสรุปผล
๑. ถ้าเปลี่ยนถ่านเป็นถ่านก้อนเล็ก ๆ ตะปูจะเป็นแม่เหล็กหรือไม่ ?
- เป็นเพราะถ่านก้อนเล็กและใหญ่ก็ให้กระแสไฟฟ้าเท่ากันใช่ไหม? (ใช่)
๒. ถ้ากลับขั้วถ่านไฟเสีย ตะปวยังคงเป็นแม่เหล็กหรือไม่
- เป็นเพราะยังคงมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรถือไหม? (ใช่)
๓. ถ้าเอาปลายทั้ง ๒ ของสายไฟที่ขั้วเดียวกันของถ่านไฟฉายจะเกิดผลอย่างไร
- ตะปูไม่เป็นแม่เหล็กเพราะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรถือไหม? (ใช่)

๔. ถ้าหากใช้ลวดเส้นยาว ๆ ต่อเป็นวงจรไฟฟ้าจะเกิดความร้อนหรือไม่ ?

- ไม่เกิดเพราะมีกระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดน้อย-  
ใช้ไหม ? (ใช่)

๕. ถ้าใช้ลวดเส้นสั้นกว่านี้ต่อเป็นวงจรจะร้อนมากขึ้นไหม?

- ร้อนมากขึ้นเพราะมีกระแสไหลผ่านเส้นลวดมาก-  
ยิ่งขึ้นใช้ไหม ? (ใช่)

๖. ถ้าเพิ่มถ่านเป็น ๒ ก้อนต่อเรียงกัน ลวดจะร้อนมากขึ้นหรือน้อยลง

- ร้อนมากขึ้น เพราะมีกระแสไหลมากขึ้นใช้ไหม ?  
(ใช่)

๗. ถ้าใช้ลวด ๒ เส้นใหญ่และเล็กต่อกับถ่านไฟกอนเดียวกันจะเกิดผลต่างกันอย่างไร ?

- เส้นใหญ่ร้อนน้อยกว่าเล็กใช้ไหม ? (ใช่)

๒.๔ ชื่อนำมาใช้ประโยชน์และการสร้างสรรค์ ครูเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นนำไปใช้และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบ

๑. เรานำผลของไฟฟ้าไปใช้ประโยชน์อะไรบ้าง ?

๒. ประโยชน์ที่ใครรับนั้นมีโทษบ้างไหม อย่างไร ?

๓. ผลของการนำประโยชน์มาใช้คุ้มค่างับการลงทุนหรือไม่ ?

๔. การทดสอบความเป็นแม่เหล็กนอกจากใช้เข็มหมุดหรือตะปูตัวเล็ก ๆ มาล่อแล้วยังใช้อะไรได้อีกบ้าง ?

บอกมาใหม่มากที่สุด

๓. ชั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาทั้งหมด
๔. วัดและประเมินผล
  ๑. ทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้จำนวน ๑๐ ข้อ
  ๒. สังเกตดูความกระตือรือร้น และความสนใจของนักเรียนจากการ
    - ๒.๑ มีส่วนร่วมในการทดลอง
    - ๒.๒ ตั้งคำถามขึ้นต่าง ๆ
    - ๒.๓ อภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้นการนำไปใช้ประโยชน์
๕. อุปกรณ์
  ๑. ถ่านไฟฉาย
  ๒. ตะปูขนาด ๓ - ๕"
  ๓. สายไฟที่หุ้มฉนวน
  ๔. สายไฟที่ไม่มีฉนวนหุ้ม
  ๕. เข็มหมุดหรือตะปูตัวเล็ก ๆ

-----

## บทเรียนที่ ๓

## เรื่อง

วงจรรลัค อันตราย และการรักษาความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า

เวลา ๑ ชั่วโมง

ประสบการณ์เดิม :-

นักเรียนต้องมีประสบการณ์ในเรื่องต่อไปนี้

๑. วงจรไฟฟ้า
๒. การไหลของกระแสไฟฟ้า
๓. คุณสมบัติของคีม และตะกั่วในการหลอมละลาย

ความมุ่งหมาย :-

นักเรียนควรมีความสามารถที่จะ

๑. บอกและอธิบายได้ว่าวงจรรลัคเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีผลอย่างไร
๒. บอกและอธิบายได้ว่าพิวส์คืออะไร และทำหน้าที่อย่างไร
๓. รู้จักจัดและใช้เครื่องมือในการทดลอง
๔. อธิบายและสรุปผลการทดลองได้
๕. ตั้งสมมติฐาน สังเกต อธิบายผลและการป้องกันวงจรรลัค
๖. บอกและอธิบายอันตรายตลอดจนการรักษาความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้า

เนื้อเรื่อง :-

๑. วงจรรลัคหรือไฟชอร์ต เกิดจากสายไฟในวงจรรั่วมาแตะกัน หรือมีตัวนำที่ตีมาพาดตรงสายไฟรั่ว กระแสไฟจึงไหลแรงเกินไป วงจรจะไหม้หรือขาด หรือมีประกายไฟสว่าง อาจเกิดอันตรายเช่น ไฟไหม้



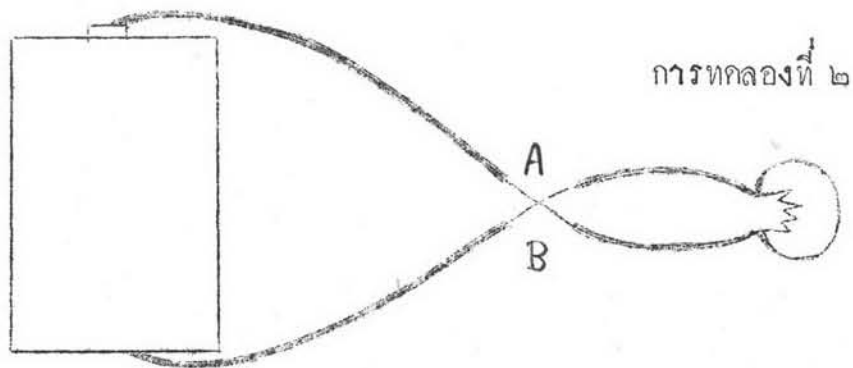
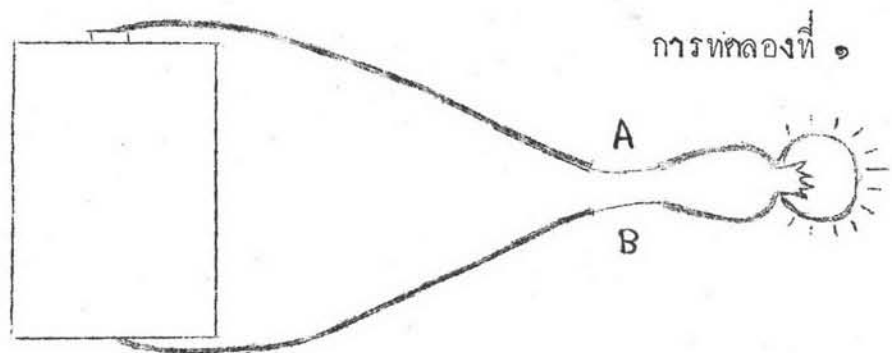
๒. ฟิวส์เป็นโลหะคีมุกผสมตะกั่ว ซึ่งหลอมเหลวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน ต่อไว้ในสวิตช์ใหญ่ (๒ ขา) เวลาที่ไฟไหลเข้ามาเป็นปกติ ฟิวส์จะเป็นทางให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ถ้าไฟฟ้าไหลเข้ามามากกว่าปกติ ฟิวส์จะร้อนและหลอมละลาย วงจรก็จะขาดทำให้ไฟฟ้าไหลเข้าในบ้านไม่ได้ ดังนั้นเวลาเกิดวงจรลัดหรือไฟชอร์ต ฟิวส์จะขาด จึงเป็นการป้องกันไม่ให้สายไฟฟ้าในบ้านร้อนจนเกิดไฟไหม้ขึ้น
๓. ข้อควรระวังในการใช้ไฟฟ้า
- ๓.๑ สายไฟต้องมีฉนวนหุ้มและไม่ชำรุด
  - ๓.๒ เมื่อแตะต้องเครื่องไฟฟ้า มือเท้า และร่างกายต้องไม่เปียก
  - ๓.๓ ระวังรักษาซ่อมเครื่องไฟฟ้าให้อยู่ในสภาพที่อยู่เสมอ
  - ๓.๔ เมื่อเลิกใช้ไฟฟ้า ต้องปิดสวิตช์ หรือถอดปลั๊ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อตัวไม่อยู่อย่าเสียบปลั๊กทิ้งไว้
  - ๓.๕ อย่าป็นเสาไฟฟ้า
  - ๓.๖ อย่าเข้าใกล้สายไฟที่ห้อยขาด
  - ๓.๗ อย่าแตะปลั๊กไฟเล่น
  - ๓.๘ ไม่ใช่ฟิวส์ผิดขนาด
  - ๓.๙ ไม่มีความรู้ยาแก้เครื่องไฟฟ้าเอง

### กิจกรรม .-

๑. ทบทวนประสบการณ์ของนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้โดยวิธีอภิปราย ตามตอบ
  - ๑.๑ วงจรไฟฟ้า
  - ๑.๒ การไหลของกระแสไฟฟ้า
  - ๑.๓ คุณสมบัติของคีมุกและตะกั่วในการหลอมละลาย

๒. ชั้นสอน ดำเนินตามลำดับขั้นดังนี้

๒.๑ ชั้นสังเกต แบ่งนักเรียนออกเป็น ๖ กลุ่ม ๆ ละ ๕ คน  
ให้ทำการทดลองเรื่อง "การเกิดวงจรลัด" ดังรูป ครู-  
แนะนำวิธีการทดลองและเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นสังเกต  
ซึ่งคำถามต่อไปนี้ ครูเราให้นักเรียนเป็นผู้ถาม และครู-  
เป็นผู้ตอบคำถามร่วมกับนักเรียน



การทดลองที่ ๑

- ไฟฟ้าทำให้หลอดไฟสว่างไหม ? (ใช่)
- ไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดทำให้ไฟสว่างไหม ? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าไหลจากขั้วบวกไปตามสายไฟเข้าไส้หลอดไหม ? (ใช่)

- จากไส้หลอดกระแสไฟฟ้าไหลตามสายไฟกลับเข้าขั้วลบของถ่านไฟใช้ใหม่ ? (ใช่)
- กระแสไหลครบวงจรใช้ใหม่ ? (ใช่)
- จุด A และ B ไม่มีฉนวนหุ้มใช้ใหม่ ? (ใช่)

### การทดลองที่ ๒

- กระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านไส้หลอดไฟใช้ใหม่ ? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าไหลเข้าไปไม่ถึงหลอดไฟใช้ใหม่ ? (ใช่)
- กระแสไฟฟ้าไหลลัดวงจรตรงจุด A และ B และกันใช้ใหม่ ? (ใช่)
- เรียกปรากฏการณ์อย่างนี้ว่าอะไร ?
- ไฟชอร์ตหรือวงจรลัดใช้ใหม่ ? (ใช่)
- บริเวณที่ A และ B และกันเกิดความร้อนใช้ใหม่ ? (ใช่)
- ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากไฟฟ้าไหลเข้ามากเกินไปใช้ใหม่ (ใช่)
- วงจรลัดหรือไฟชอร์ตทำให้เกิดความร้อนเสมอไปใช้ใหม่ ? (ใช่)
- วงจรไฟฟ้าภายในบ้าน เรามีอะไรต่อไว้ในสวิตช์ใหญ่ ?
- ฟิวส์ใช้ใหม่ ? (ใช่)
- ฟิวส์เป็นโลหะผสมระหว่าง ดีบุกกับตะกั่วใช้ใหม่ ? (ใช่)
- โลหะทั้ง ๒ นี้ ถูกความร้อนแล้วหลอมเหลวได้ง่ายใช้ใหม่ ? (ใช่)
- หลอมเหลวได้เร็วกว่าสายไฟทองแดงภายในบ้านใช้ใหม่ ? (ใช่)
- ฟิวส์มีคุณสมบัติเป็นคัตวาล์วไฟฟ้าใช้ใหม่ ? (ใช่)

- เวลาปกติฟิวส์จะเป็นทางให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าวงจรในบ้านใช่ไหม? (ใช่)
- เมื่อเกิดวงจรลัดในบ้านไฟฟ้าไหลเข้าวงจรมากกว่าปกติใช่ไหม? (ใช่)
- ความร้อนทำให้ฟิวส์หลอมละลายใช่ไหม? (ใช่)
- วงจรจะขาดไฟฟ้าไหลเข้าบ้านไม่ได้ใช่ไหม? (ใช่)
- ฟิวส์ช่วยป้องกันไม่ให้สายไฟฟ้าภายในบ้านร้อนจนเกิดไฟไหม้ใช่ไหม? (ใช่)
- เวลาเกิดไฟชอร์ต ฟิวส์ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดไฟไหม้ได้ใช่ไหม? (ใช่)

๒.๒ ชั้นอธิบาย ให้นักเรียนทำการทดลองซ้ำ ครูเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นอธิบายและช่วยกันตั้งสมมติฐาน หาเหตุผล อธิบายข้อสงสัยหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ

๑. ทำไมไฟฟ้าจึงไม่สว่างเมื่อนำ A และ B มาแตะกัน
  - เพราะกระแสไฟเกิดลัดวงจรไม่ไหลผ่านหลอดไฟใช่ไหม? (ใช่)
๒. ทำไมกระแสไฟจึงไหลลัดวงจรเมื่อ A และ B แตะกัน?
  - เพราะตรงจุด A และ B ไม่มีฉนวนหุ้มเป็นตัวนำไฟฟ้าใช่ไหม? (ใช่)
๓. ทำไมจึงเกิดความร้อนเมื่อเกิดวงจรลัด
  - เพราะกระแสไฟไหลในวงจรมากเกินปกติใช่ไหม? (ใช่)

๔. ทำไมเมื่อจับสายไฟตรงจุด A และ B ไฟจึงไม่ลุก  
- เพราะฉนวนไฟฉนวนให้กระแสไฟแรงค่าใช้ไหม ?  
(ใช่)
๕. ทำไมเมื่อจับสายไฟรั่วภายในบ้านจึงเป็นอันตราย  
- เพราะไฟฟ้าในบ้านมีแรงสูงใช้ไหม ? (ใช่)
๖. ไฟฟ้าชอร์ตภายในบ้านเกิดขึ้นได้อย่างไร ?  
- เกิดจากสายไฟรั่วมาแตะกันใช้ไหม ? (ใช่)

๒.๓ ชั้นท่านาย ครูเราให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามชั้นท่านาย  
รวมกับครู และช่วยกันหาคำตอบด้วยการตั้งสมมติฐานทำ-  
นาย ทดลอง อภิปรายและสรุปผล

๑. ถ้าเอาตะปูวางพาดที่ A และ B จะเกิดอะไรขึ้น  
- เกิดวงจรลัดขึ้นเช่นเดียวกันใช้ไหม ? (ใช่)
๒. ถ้าปกกฉนวนที่สายไฟตรงจุดอื่นแล้วนำมาแตะกันจะ-  
เกิดอะไรขึ้น  
- เกิดวงจรลัดขึ้นเช่นเดียวกันใช้ไหม ? (ใช่)
๓. ถ้าปกกฉนวนที่สายไฟข้างเคียงกับจุด B แล้วนำมา  
แตะกันจะเกิดวงจรลัดไหม ?  
- ไม่เกิดใช้ไหม ? (ใช่)
๔. ถ้าใช้ฟิวส์ ๒ เส้น เล็กและใหญ่ต่อในสวิตช์ เส้นไหน  
จะช่วยป้องกันอันตรายจากไฟชอร์ตได้ดีกว่ากัน  
- เส้นเล็กป้องกันอันตรายได้ดีกว่าเพราะหลอมละ-  
ลายได้เร็วกว่าเส้นใหญ่ใช้ไหม ? (ใช่)

๒.๔ ชื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์และการสร้างสรรค์ ครูเร้าให้นักเรียนตั้งคำถามชื่อนำไปใช้และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบ

๑. จงอธิบายประโยชน์ของฟิวส์
๒. เราใช้โลหะอย่างอื่นทำหน้าที่แทนฟิวส์ได้หรือไม่ ?
๓. จากความรู้ที่เรียนสามารถที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการรักษาความปลอดภัยในการใช้ไฟฟ้าได้อย่างไร?

๓. ชั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาทั้งหมด

๔. วัดและประเมินผล

๑. ทดสอบควยแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียน จำนวน ๑๐ ข้อ
๒. สังเกตดูความกระตือรือร้น และความสนใจของนักเรียนจากการ
  - ๒.๑ มีส่วนร่วมในการทดลอง
  - ๒.๒ ตั้งคำถามขึ้นต่าง ๆ
  - ๒.๓ อภิปรายแสดงความคิดเห็นในชั้นการนำไปใช้ประโยชน์

๕. อุปกรณ์

๑. สายไฟ
๒. มีคัท
๓. ตะปู
๔. หลอดไฟ
๕. ถ่านไฟฉาย

-----

## บทเรียนที่ ๔

## เรื่อง

## ไฟฟ้าสถิต

เวลา ๑ ชั่วโมง

ประสบการณ์เดิม :- นักเรียนต้องมีประสบการณ์ในเรื่องต่อไปนี้

๑. พลังงานชนิดต่าง ๆ
๒. ชนิดของไฟฟ้า
๓. คิวน์นำและฉนวนไฟฟ้า
๔. ความชื้นของอากาศ

ความมุ่งหมาย :- นักเรียนควรมีความสามารถที่จะ

๑. บอกได้ว่าไฟฟ้าสถิตคืออะไร และเกิดขึ้นได้อย่างไร
๒. บอกความแตกต่างระหว่างไฟฟ้ากระแสกับไฟฟ้าสถิตได้
๓. รู้จักจักและใช้เครื่องมือในการทดลอง
๔. อธิบาย และสรุปผลการทดลองได้
๕. ตั้งสมมติฐาน อธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ เช่น ฟารอง ฟาแลบ ฟาณา
๖. บอกและอธิบายวิธีการป้องกันฟ้าผ่า ค่ายสายล่อฟ้าได้

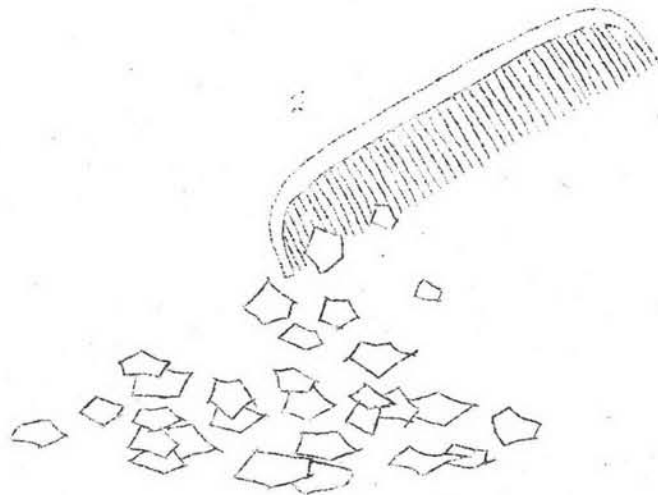
เนื้อเรื่อง :-

๑. ไฟฟ้าสถิตหมายถึงไฟฟ้าที่เกิดจากการขัดสีของฉนวน ๒ ชนิด
๒. ไฟฟ้าสถิตต่างกับไฟฟ้ากระแสตรงที่เป็นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแล้วก็จะสะสมอยู่บนวัตถุนั้นไม่ไหลเคลื่อนเป็นวงจรเหมือนไฟฟ้ากระแส

๓. ไฟฟ้าในบรรยากาศเป็นไฟฟ้าสถิตซึ่งเกิดจากการขัดสีของละอองน้ำกับอากาศและเป็นเหตุให้เกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง และฟ้าผ่า
๔. สายล่อฟ้าช่วยป้องกันไม่ให้เกิดฟ้าผ่าสิ่งก่อสร้างสูง ๆ

กิจกรรม :-

๑. ทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนในเรื่องควยวีธีอภิปราย ตาม-  
ตอบ
  - ๑.๑ พลังงานชนิดต่าง ๆ
  - ๑.๒ ชนิดของไฟฟ้า
  - ๑.๓ ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า
  - ๑.๔ ความชื้นของอากาศ
๒. ชินสอนดำเนินตามลำดับขั้นดังนี้
  - ๒.๑ ชั้นสังเกต แบ่งนักเรียนออกเป็น ๖ กลุ่ม ๆ ละ ๕ คน  
ใช้ทำการทดลองเรื่อง "ไฟฟ้าเกิดจากการขัดสี" ดังรูป  
ครูแนะนำวิธีการทดลองและเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นสังเกต  
ซึ่งคำถามต่อไปนี้ครูเราให้นักเรียนเป็นผู้ถาม และครู  
เป็นผู้ตอบคำถามร่วมกับนักเรียน





- หวี หลอดแก้ว ไม้บรรทัด พลาสติก ฌม ล้วนแต่เป็นอโลหะทั้งสิ้นใช่ไหม? (ใช่)
- อโลหะมีคุณสมบัติเป็นฉนวนทางไฟฟ้าใช่ไหม? (ใช่)
- ตามปกติ หวี และหลอดแก้วไม่คุณสมบัติพิเศษกระดาศใช่ไหม? (ใช่)
- การขัดสีกันทำให้เกิดอำนาจอย่างหนึ่งบนหวีและหลอดแก้วใช่ไหม? (ใช่)
- อำนาจนี้สามารถดึงดูดวัตถุเบา ๆ ได้ใช่ไหม? (ใช่)
- อำนาจดึงดูดนี้เป็นพลังงานอย่างหนึ่งใช่ไหม? (ใช่)
- เป็นพลังงานแม่เหล็กใช่ไหม? (ไม่ใช่)
- เป็นไฟฟ้าชนิดหนึ่งใช่ไหม? (ใช่)
- ไฟฟ้าที่เกิดจากการขัดสีนี้เรียกว่าไฟฟ้าอะไร?
- ไฟฟ้าสถิตใช่ไหม? (ใช่)
- ไฟฟ้าสถิตเกิดจากการขัดสีของฉนวน ๒ ชนิด ใช่ไหม? (ใช่)
- ไฟฟ้าสถิตไม่ไหลเคลื่อนเป็นวงจรใช่ไหม? (ใช่)
- การขัดสีของฉนวน ๒ ชนิด ทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตเสมอไปใช่ไหม? (ใช่)
- ไฟฟ้าในบรรยากาศก็เป็นไฟฟ้าสถิตด้วยใช่ไหม? (ใช่)
- เกิดจากการขัดสีระหว่างละอองน้ำกับอากาศใช่ไหม? (ใช่)
- ไฟฟ้าในบรรยากาศนี้ทำให้เกิดฟ้าแลบ ฟ้าร้อง ฟ้าผ่า ใช่ไหม? (ใช่)

๒.๒ ชั้นอธิบาย ครูเราให้นักเรียนถามคำถามชั้นอธิบาย และ  
ช่วยกันตั้งสมมติฐาน หาเหตุผล อธิบายข้อสงสัย หรือ  
ปรากฏการณ์นั้น ๆ

๑. เมื่อเอาหวีถูกับผมแรง ๆ แล้วทำไมหวีดูดเศษกระดาษได้

- เพราะเกิดไฟฟ้าสถิตบนหวีใช่ไหม ? (ใช่)

๒. ไฟฟ้าสถิตเกิดขึ้นได้อย่างไร ?

- เกิดขึ้นได้จากการขัดสีของฉนวน ๒ ชนิดใช่ไหม ?  
(ใช่)

๓. ทำไมไฟฟ้าสถิตจึงเกิดขึ้นได้เฉพาะวัตถุที่เป็นฉนวนเท่านั้น

- เพราะวัตถุที่เป็นฉนวนสามารถเก็บสะสมไฟฟ้าไว้ในตัวเองได้ไม่ยอมให้ไหลออกไปใช่ไหม ? (ใช่)

๔. ไฟฟ้าในบรรยากาศเกิดขึ้นได้อย่างไร ?

- เกิดจากการขัดสีของละอองน้ำกับอากาศใช่ไหม ?  
(ใช่)

๒.๓ ชั้นทำนาย ครูเราให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามชั้นทำนาย  
ร่วมกับครูและช่วยกันหาคำตอบด้วยการตั้งสมมติฐาน

ทำนาย ทดลอง อภิปราย และสรุปผล

๑. ถ้าเอาวัตถุที่เป็นตัวนำทางไฟฟ้ามาขัดสีกันจะเกิดผล-  
เช่นเดียวกันหรือไม่ ?

- ไม่เกิดเพราะไฟฟ้าที่เกิดขึ้นไหลไปหมดใช่ไหม ?  
(ใช่)

๒. ถ้าหากนำหิวไปยกนำไปชดสีกับผม จะเกิดบ้านจไฟฟ้าสถิตหรือไม่ ?
- ไม่เกิดเพราะน้ำเป็นตัวนำไฟฟ้าใช่หรือไม่ ?  
(ใช่)
๓. การทดลองนี้หากทำในฤดูร้อนกับฤดูหนาว เวลาใดจะได้อิทธิพลที่สุด
- ฤดูหนาวเพราะอากาศมีความชื้นน้อยใช่หรือไม่ ?  
(ใช่)
๔. การทดลองนี้หากเราเอามือจับที่หัวหรือหลอดแก้วก่อนนำไปจุดประกาย จะเกิดผลอย่างไร ?
- หัว และหลอดแก้วไม่สามารถจุดประกายได้ เพราะไฟฟ้าที่เกิดขึ้นถ่ายเทให้กับมือหาคือหรือไม ? (ใช่)

๒.๔ ชื่อนำมาไขประโยชน์และการสร้างสรรค์ ครูเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นนำไปไขและร่วมกันอภิปรายหาคำตอบ

๑. จงอธิบายความแตกต่างของไฟฟ้าสถิตกับไฟฟ้ากระแส
๒. เราจะมีวิธีป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าได้อย่างไร ?
๓. เราจะนำความรู้ที่ได้มาไขให้เป็นประโยชน์ในการระมัดระวังตัวในขณะที่ฝนตกฟ้าคะนองได้อย่างไร ?

๓. ขั้นสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนมาแล้วทั้งหมด

## ๔. วัดและประเมินผล

๑. ทดสอบควยแบบทดสอบวัดสัมฤทธิผลการเรียนรู้จำนวน ๑๐ ข้อ
๒. สังเกตดูความกระตือรือร้น และความสนใจของนักเรียนจากการ
  - ๒.๑ มีส่วนร่วมในการทดลอง
  - ๒.๒ ตั้งคำถามขึ้นต่าง ๆ
  - ๒.๓ อภิปรายแสดงความคิดเห็นในชั้นการนำไปใช้ประโยชน์

## ๕. อุปกรณ์

๑. ทีวี
๒. ผม
๓. ตะปู
๔. จุกคอรถ
๕. ขอนขอม
๖. ฉาชนสั้ว
๗. ผงกระดาษ
๘. หลอดแก้ว
๙. ลวดทองแดง
๑๐. ไมบรรทัดพลาสติก

-----

## บทเรียนที่ ๕

## เรื่อง

## คุณสมบัติและประโยชน์ของแม่เหล็ก

เวลา ๑ ชั่วโมง

ประสงค์การเรียนรู้ :- นักเรียนต้องมีประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องต่อไปนี้

๑. แม่เหล็กธรรมชาติ
๒. แม่เหล็กประดิษฐ์
๓. วิธีทำแม่เหล็กประดิษฐ์
๔. สารแม่เหล็ก
๕. ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก
๖. แม่เหล็กโลก

ความมุ่งหมาย :- นักเรียนควรมีความสามารถที่จะ

๑. สาธิตและทดลองได้ว่าแม่เหล็กสามารถดึงดูดสารแม่เหล็ก
๒. สาธิตและทดลองได้ว่าแม่เหล็กวางตัวในแนวเหนือ-ใต้
๓. สาธิตและทดลองได้ว่าแม่เหล็กสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดได้
๔. ตั้งสมมติฐาน อธิบาย และทำนายได้ว่า เหตุไร เหล็ก-ธรรมดาไม่สามารถถูกเหล็กได้
๕. บอก และอธิบายถึงประโยชน์ของแม่เหล็กที่เราได้รับในชีวิตประจำวันได้

เนื้อเรื่อง :-

๑. คุณสมบัติของแม่เหล็ก
  - ๑.๑ สามารถดึงดูดสารบางชนิด เช่น เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์ และแมงกานีส
  - ๑.๒ ถ้าผูกแฉวนให้แม่เหล็กหมุนได้โดยอิสระ เมื่อหยุดหมุน แรงแม่เหล็กจะทำให้ปลายแม่เหล็กชี้ในแนวเหนือ - ใต้
  - ๑.๓ ดึงดูดและผลักกันเองได้ โดยชี้เหมือนกันผลักกัน ชี้ต่างกันดูดกัน
  - ๑.๔ เหนียวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้
๒. ประโยชน์ของแม่เหล็ก
  - ๒.๑ ทำเข็มทิศ
  - ๒.๒ ทำแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับดูยกวัตถุที่ทำด้วยเหล็กหนัก ๆ
  - ๒.๓ ใช้ทำเครื่องมือแยกแร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะแร่เหล็ก
  - ๒.๔ ใช้ทำเครื่องมือสำรวจเรือดำน้ำ สำรวจแร่ และน้ำมัน
  - ๒.๕ ใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด เช่น โทรเลข โทรศัพท์ กระจกไฟฟ้า ฯลฯ

กิจกรรม :-

๑. ทบทวนประสบการณ์เดิมของนักเรียนในเรื่องต่อไปนี้โดยวิธีอภิปราย ถามตอบ
  - ๑.๑ แม่เหล็กธรรมชาติ
  - ๑.๒ แม่เหล็กประคิษฐ์
  - ๑.๓ วิธีทำแม่เหล็กประคิษฐ์
  - ๑.๔ สารแม่กเนติก

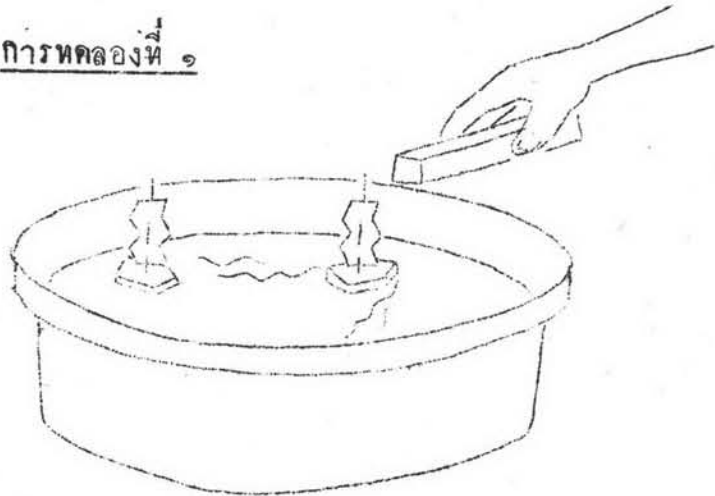
๑.๕ ทฤษฎีโมเลกุลของแม่เหล็ก

๑.๖ แม่เหล็กโลก

๒. ชั้นสอน ดำเนินตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

๒.๑ ชั้นสังเกต ตั้งเครื่องมือทดลองเรื่อง "สมบัติของแม่เหล็ก" ดังรูป ครูแนะนำวิธีให้นักเรียนออกมาทำการทดลองและเราให้นักเรียนตั้งคำถามชั้นสังเกตหลังการทดลองแต่ละครั้ง ซึ่งคำถามเหล่านี้ครูเราให้นักเรียนเป็นผู้ถามและครูเป็นผู้ตอบคำถามร่วมกับนักเรียน

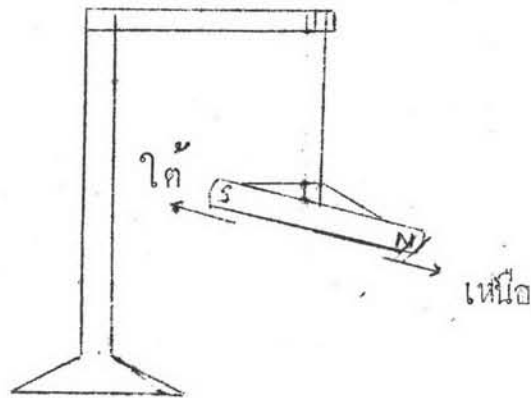
- การทดลองที่ ๑



- เข็มเย็บผ้าทำจากเหล็กไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กดูดเข็มเย็บผ้าไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กไม่ดูดกระดากไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กไม่ดูดไม้ไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กดูดเหล็กได้อย่างเดียวไหม ? (ไม่ใช่)
- แม่เหล็กยังดูดสารอะไรได้อีกบ้าง ?
- แม่เหล็กดูด นิกเกิล โคบอลต์ แมงกานีส ไหม ? (ใช่)

- สารที่แม่เหล็กดูดได้เรียกว่าอะไร ?
- สารแม่เหล็กชนิดไหน ? (ใช่)
- สารแม่เหล็กได้แก่พวก เหล็ก นิกเกิ้ล โคบอลต์ แมงกานีสชนิดไหน ? (ใช่)
- สารพวกนี้ทำเป็นแม่เหล็กได้ควยชนิดไหน ? (ใช่)

### การทดลองที่ ๒

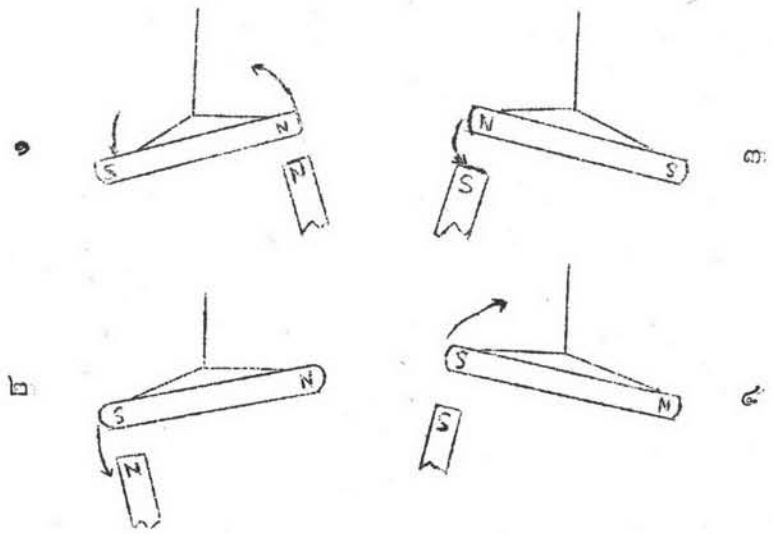


- แม่เหล็กหมุนได้โดยอิสระชนิดไหน ? (ใช่)
- เมื่อแม่เหล็กหยุดนิ่งจะวางตัวในแนวเดียวกันทุกครั้ง ชนิดไหน ? (ใช่)
- ขั้วเหนือและขั้วใต้ของแม่เหล็กชี้ในทิศทางเดียวกันทุกครั้ง ชนิดไหน ? (ใช่)
- ทิศที่ขั้วเหนือของแม่เหล็กชี้เป็นทิศเหนือใช่หรือไม่ ? (ใช่)
- ทิศที่ขั้วใต้ของแม่เหล็กชี้เป็นทิศใต้ ชนิดไหน ? (ใช่)



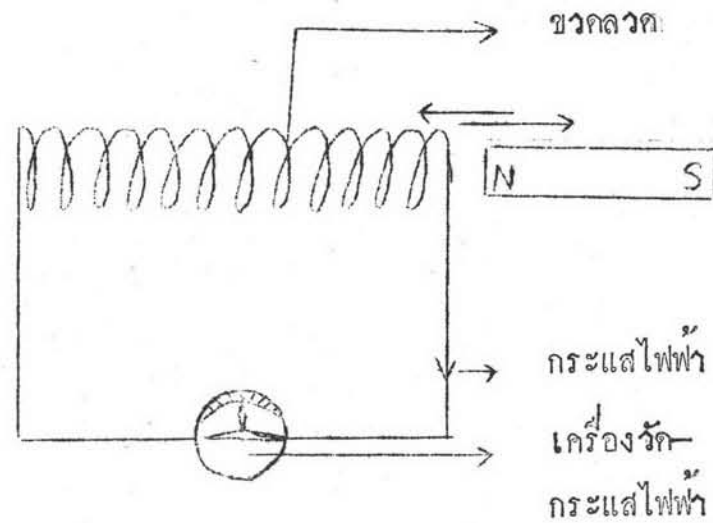
- แม่เหล็กจะวางตัวเองอยู่ในแนวเหนือ - ใต้ เสมอไป ไช้ไหม ? (ใช่)
- แนวเหนือใต้นี้เราเรียกว่าอะไร ?
- แนวเหนือ - ใต้ ภูมิศาสตร์ ไช้ไหม ? (ไม่ใช่)
- แนวเหนือใต้ของแม่เหล็ก ไช้ไหม ? (ใช่)
- แนวเหนือ-ใต้ทั้งสองนี้เป็นคนละแนว ไช้ไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ของแม่เหล็ก ไช้ไหม ? (ใช่)

การทดลองที่ ๓



- ขั้ว N กับขั้ว S วางใกล้กันดูดกัน ไช้ไหม ? (ใช่)
- ขั้ว N กับขั้ว N วางใกล้กันผลัดกัน ไช้ไหม ? (ใช่)
- ขั้ว S กับขั้ว S วางใกล้กันผลัดกัน ไช้ไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กดูดและผลัดกันเองได้ ไช้ไหม ? (ใช่)
- ขั้วเหมือนกันผลัดกัน ขั้วต่างกันดูดกัน ไช้ไหม ? (ใช่)

ให้นักเรียนดูภาพแม่เหล็กสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าแล้วกระตุ้นให้ตั้งคำถามขึ้นสังเกต



- ขดลวดเป็นตัวนำไฟฟ้าใช่ไหม ? (ใช่)
- ขดลวดต่อกับเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าใช่ไหม ? (ใช่)
- เชื่อมเครื่องวัดกระติกเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลใช่ไหม ? (ใช่)
- เชื่อมกระติกเมื่อเคลื่อนแม่เหล็กเข้าออกขดลวดใช่ไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กมีไคระพบกับขดลวดใช่ไหม ? (ใช่)
- ไฟฟ้าเกิดขึ้นจากแม่เหล็กใช่ไหม ? (ใช่)
- แม่เหล็กเหนี่ยวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าใช่ไหม ? (ใช่)

๒.๒ ชั้นอธิบาย ครูกระตุ้นให้นักเรียนตามคำถามในชั้นอธิบาย และร่วมกัน ตั้งสมมติฐาน หาเหตุผล อธิบาย ขอสงสัยนั้น ๆ

๑. เมื่อยืนแม่เหล็กเข้าใกล้เสาเรือใบทำไมเรือลอยตามแม่เหล็ก

- เพราะแรงแม่เหล็กดูดเข็มไชใหม่ ?  
(ไช)

๒. ทำไมแม่เหล็กจึงดูดแท่งสารแมกเนติก

- เพราะสารเหล่านั้นมีโมเลกุลเป็นแม่เหล็กอยู่แล้วไชใหม่ ? (ไช)

๓. ทำไมเหล็กธรรมดาจึงไม่ดูดตะปู

- เพราะโมเลกุลของเหล็กธรรมดาไม่เรียงตัวกันเป็นระเบียบไชใหม่ ? (ไช)

๔. ทำไมแม่เหล็กจึงวางตัวในแนวเหนือ - ใต้เสมอ

- เพราะแรงเหนี่ยวนำของแม่เหล็กโลกไชใหม่ ?  
(ไช)

๕. ทำไมบางครั้งแม่เหล็กจึงดูดและผลักกันเอง

- เพราะขั้วต่างกันอยู่ใกล้กัน และขั้วเหมือนกันอยู่ใกล้กันไชใหม่ ? (ไช)

๖. ทราบได้อย่างไรว่าแม่เหล็กแท่งหนึ่งมีขั้วใดเป็นขั้ว

N & S

- ทดสอบกับแม่เหล็กที่ทราบขั้วแล้วไชใหม่ หากผลักกันก็เป็นขั้วเหมือนกันดูดกันก็เป็นขั้วต่างกันไชใหม่ ? (ไช)

๗. แม่เหล็กกลายเป็นเหล็กธรรมดาได้อย่างไร
- แม่เหล็กกลายเป็นเหล็กธรรมดาได้ เมื่อโมเลกุลกลับมาเรียงตัวอย่างระเกะระกะอีกใช่ไหม ? (ใช่)

๒.๓ ชั้นทำนาย ครูกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันตั้งคำถามชั้นทำ-  
นายร่วมกับครู และช่วยกันหาคำตอบโดยการตั้ง สมมติฐาน

ทำนาย ทดลอง อภิปราย และสรุปผล

- ๗ ถ้าเปลี่ยนเสาไบเป็นสารอย่างอื่น เช่น นิเกิ้ล จะเกิดผลอย่างไร ?
- เรือก็จะเบนลอยตามแม่เหล็กอีกเพราะนิเกิ้ล ก็เป็นสารแม่เหล็กใช่ไหม ? (ใช่)

๒. ถ้าตัดแท่งแม่เหล็กออกเป็นหลายแท่งจะเกิดอะไรขึ้น
- เกิดเป็นแม่เหล็กแท่งเล็ก ๆ หลาย ๆ แท่งใช่ไหม ? (ใช่)

๓. แท่งแม่เหล็กเล็กที่เกิดขึ้นจะมีขั้ว N และ S  
ใช่ไหม ? (ใช่)

๔. ถ้าแม่เหล็กเป็ยกน้ำจะมีอะไรเปลี่ยนแปลงไหม ?
- ไม่มีอะไรเกิดขึ้นใช่ไหม ? (ใช่)

๕. ถ้าแขวนแม่เหล็กให้หมุนได้อย่างอิสระในที่ต่าง ๆ จะเกิดผลอย่างไรเกี่ยวกับหรือไม่ ?
- เกิดผลอย่างไรเกี่ยวกับ คือวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ใช่ไหม ? (ใช่)

- ๒.๔ ชี้นำไปใช้ประโยชน์และการสร้างสรรค์ ครูเร้าให้นักเรียน  
ตั้งคำถามชี้นำไปใช้ และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบ
๑. เรานำความรู้ที่ได้จากเรื่องคุณสมบัติแม่เหล็กไปใช้ให้เป็นประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง
  ๒. จงบอกชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่แม่เหล็กเป็นส่วนประกอบมาให้มากที่สุด
๓. ขอสรุป ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาที่เรียนทั้งหมด
๔. วัดและประเมินผล
๑. ทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ผลการเรียนจำนวน ๑๐ ข้อ
  ๒. สังเกตดูความกระตือรือร้น และความสนใจของนักเรียนจากการ
    - ๒.๑ มีส่วนร่วมในการทดลอง
    - ๒.๒ ตั้งคำถามขึ้นต่าง ๆ
    - ๒.๓ อภิปรายแสดงความคิดเห็นในชั้นการนำไปใช้ประโยชน์
๕. อุปกรณ์
๑. เข็ม
  ๒. เข็มอก
  ๓. ตะปู
  ๔. เหล็ก
  ๕. แม่เหล็ก
  ๖. แก้ว
  ๗. ไม้
  ๘. กระดาษ
  ๙. ภาพแสดงการเหนี่ยวนำทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า

-----

แบบทดสอบเรื่องแม่เหล็กและไฟฟ้า

คำชี้แจง    วิธีทำข้อสอบ

๑. ข้อสอบฉบับนี้มี ๕๐ ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด ๑ ชั่วโมง
๒. ห้ามขีดเขียนข้อความและเครื่องหมายใด ๆ ลงในกระดาษคำตอบนี้
๓. คำถามแต่ละข้อมีคำตอบให้เลือก ๔ คำตอบ ตามหัวข้อ ก. ข. ค และ ง

ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด เพียงคำตอบเดียว เมื่อได้คำตอบใดก็ให้ขีดเส้นหนา ๆ () ข้างตัวอักษรในกระดาษคำตอบ

ตัวอย่าง    ( ๐ ) -----  
                   ก. -----  
                   ข. -----  
                   ค. -----  
                   ง. -----

ข้อนี้ตอบ ข้อ ค จึ่งขีดในกระดาษคำตอบดังนี้

( ๐ ) ก. ---    ข. ---    ค. ~~---~~    ง. ---

๔. แต่ละคำถามให้ขีดคำตอบเดียว ถ้าต้องการเปลี่ยนข้อความให้ขีดกากบาท ( X ) ในข้อที่ไม่ต้องการเช่น จากข้อ ค เป็น ง ทำดังนี้

( ๐ ) ก. ---    ข. ---    ค. ~~---~~    ง. ~~---~~

๕. ข้อใดยังคิดไม่ใคร่ควรข้ามไปทำข้ออื่นต่อ แล้วยอนกลับมาทำเมื่อมีเวลาเหลือ
-

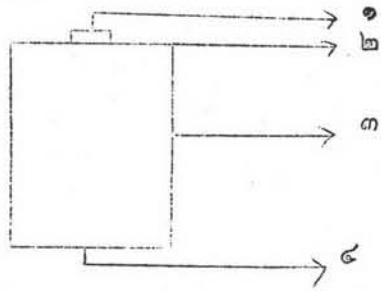
๑. ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านเรือนเป็นไฟฟ้าที่เกิดจากข้อใด
- ก. การขั้ดสี
  - ข. ปฏิกิริยาเคมี
  - ค. การสะสมไฟฟ้าในอากาศ
  - ง. การหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็ก
๒. ไฟฟ้าในข้อใดเกิดจากปฏิกิริยาเคมี
- ก. ไฟฟ้าที่ใช้ในรถยนต์
  - ข. ไฟฟ้าที่ใช้ในกระบอกไฟฉาย
  - ค. ไฟฟ้าที่ใช้ในวิทยุกระเป๋าหิ้ว
  - ง. ทั้งสามข้อ
๓. วัสดุใดเป็นตัวนำไฟฟ้า
- ก. เงิน
  - ข. แก้ว
  - ค. พลาสติก
  - ง. กระจก
๔. ไฟฟ้าเป็นพลังงานที่อยู่ใน
- ก. ดิน
  - ข. น้ำ
  - ค. อากาศ
  - ง. อตอมของสารทุกชนิด
๕. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้ปฏิกิริยาเคมี คือ
- ก. มอเตอร์
  - ข. ไดนาโม
  - ค. เซลล์ไฟฟ้า
  - ง. ทั้งสามข้อ

๖. สิ่งใดที่เป็นฉนวน

- ก. แก้ว
- ข. กิ่งไม้สด
- ค. น้ำประปา
- ง. ร่างกายคน

๗. จากรูปส่วนใดเป็นขั้วบวกของถ่านไฟฉาย

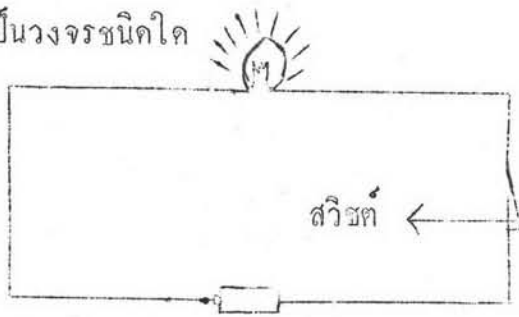
- ก. ๑
- ข. ๒
- ค. ๓
- ง. ๔



๘. การทำไฟฟ้าจากแม่เหล็กต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

- ก. ขดลวด
- ข. แม่เหล็ก
- ค. แรงสำหรับหมุนขดลวด
- ง. ทั้งสามข้อ

๙. จากรูปข้างล่างเป็นวงจรชนิดใด



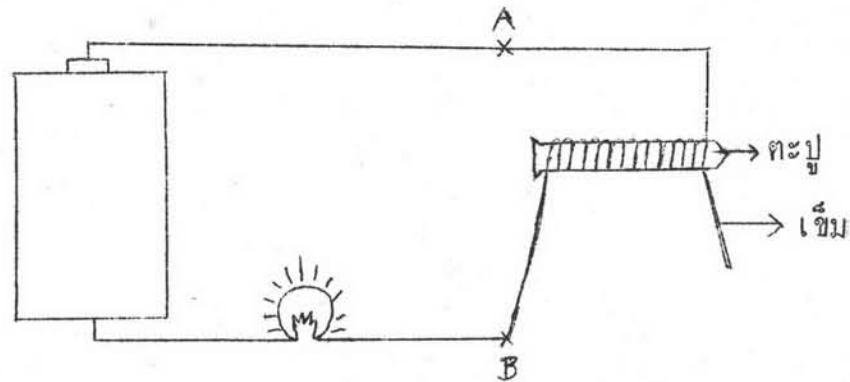
- ก. วงจรลัด
- ข. วงจรปิด
- ค. วงจรเปิด
- ง. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้



๑๐. ปลั๊กเสียบเป็นเครื่องมือสำหรับ
- ก. ปิดวงจรไฟฟ้า
  - ข. เปิดวงจรไฟฟ้า
  - ค. เป็นส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า
  - ง. ถูกทุกข้อยกเว้น ข้อ ค
๑๑. ไฟฟ้าทำให้เกิด
- ก. สวิตช์ ปลั๊ก ฟิวส์
  - ข. ความร้อน แสง เสียง
  - ค. เตารีด วิทยุ หลอดไฟฟ้า
  - ง. วงจรปิด วงจรเปิด วงจรลัด
๑๒. อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง
- ก. ทีวี
  - ข. พัดลม
  - ค. เตารีด
  - ง. เตาไฟฟ้า

๑๓. วงจรไฟฟ้าประกอบด้วย
- ก. สวิตช์
  - ข. ถ่านไฟ
  - ค. สายไฟฟ้า
  - ง. ทั้งสามข้อ
๑๔. วัสดุลวดไฟฟ้าควรทำด้วยโลหะที่มีคุณสมบัติเช่นไร
- ก. มีจุดหลอมเหลวต่ำ
  - ข. มีจุดหลอมเหลวสูง
  - ค. ราคาถูกและทนไฟ
  - ง. ทำเป็นเส้นเล็กโดยไมซาง่าย ๆ
๑๕. อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใดที่มีแม่เหล็กไฟฟ้าอยู่ภายใน
- ก. ตู้เย็น
  - ข. เตารีดไฟฟ้า
  - ค. เตาอบไฟฟ้า
  - ง. กระจกไฟฟ้า

๑๖. จากรูปข้างล่าง แสดงว่า



- ก. ไฟฟ้าดูดขี้ม  
 ข. ขี้มเกิดอำนาจแม่เหล็ก  
 ค. ไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก  
 ง. ตะปู้มีอำนาจแม่เหล็กในตัวเอง
๑๗. จากรูปในข้อ ๑๖ ถ้าชูคนวนตรง A และ B ออกแล้วจับชนกันจะเกิดอะไรขึ้น  
 ก. ไฟดับ  
 ข. ไฟสว่างขึ้นอีก  
 ค. ขี้มหมุนจะหล่น  
 ง. ลวดทองแดงขาด
๑๘. เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า  
 ก. มอเตอร์  
 ข. ไคโนโม  
 ค. เซลล์ไฟฟ้า  
 ง. หม้อแปลงไฟฟ้า

๑๙. เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล
- มอเตอร์
  - ไดนาโม
  - เซลล์ไฟฟ้า
  - แบตเตอรี่
๒๐. เครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า
- มอเตอร์
  - ไดนาโม
  - เซลล์ไฟฟ้า
  - แบตเตอรี่
๒๑. ฟิวส์เป็นเครื่องมือใช้สำหรับ
- ต่อวงจรไฟฟ้า
  - ปิดหรือเปิดวงจรไฟฟ้า
  - ตัดวงจรไฟฟ้าเมื่อกระแสไฟเข้าวงจรมากเกินไป
  - ลดหรือเพิ่มกำลังไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต้องการ
๒๒. การเดินสายไฟไว้ใต้พรมหนา ๆ
- ควรทำเพราะได้ซ่อนสายไฟฟ้า
  - ทำได้เพราะสายไฟทำมีฉนวนหุ้ม
  - ทำได้เพราะพรมไม่เป็นสื่อไฟฟ้า
  - ไม่ควรทำเพราะนานเข้าสายไฟอาจชำรุด
๒๓. วิธีป้องกันอันตรายจากการเกิดวงจรลัด
- ต่อปลั๊กกับวงจร
  - ต่อฟิวส์กับวงจร
  - ต่อสวิตช์กับวงจร
  - ต่อหลอดกับวงจร

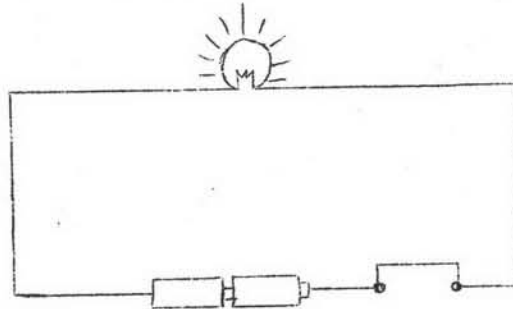
๒๔. ถ้าท่านเห็นคนถูกไฟฟ้าช็อต ท่านจะทำอย่างไรก่อน

- ก. รีบตามแพทย์
- ข. รีบยกสะพานไฟ
- ค. ช่วยฉวยปอดให้หายใจ
- ง. จับมือกระชากให้หลุดจากสายไฟ

๒๕. เมื่อไฟฟ้าช็อตสิ่งใดต้องเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

- ก. ไฟไหม้
- ข. ไฟไหม้
- ค. ฟิวส์ขาด
- ง. แสงสว่าง

๒๖. จากรูปข้างล่าง ถ้ากลับถ่านไฟฉายโดยเอาปลายข้างที่มีปุ่มชนกัน จะมีผลทำให้หลอดไฟ

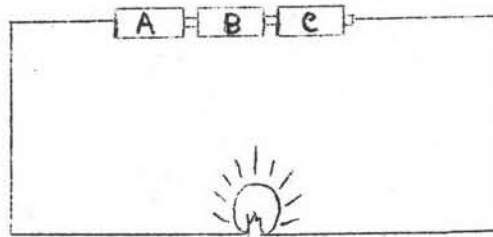


- ก. ไม่สว่าง
- ข. สว่างน้อยลง
- ค. สว่างเท่าเดิม
- ง. สว่างเป็น ๒ เท่า

๒๓. ถ้านำหลอดไฟฟ้าขนาด ๑๑๐ V ๑๐๐ W ไปใช้กับไฟฟ้าขนาด ๒๒๐ V ผลจะเป็น  
เช่นไร

- ก. ฟิวส์จะขาด
- ข. ใส้หลอดจะขาด
- ค. ให้ความสว่างน้อยลง
- ง. ให้ความสว่างมากขึ้น

๒๔. จากรูปข้างล่างผลจะเป็นอย่างไร ถ้ากลับให้ขั้วบวกของถ่าน B ชนกับขั้วบวกของ  
ถ่าน C



- ก. หลอดไฟไม่สว่าง
  - ข. หลอดไฟสว่างน้อยลง
  - ค. หลอดไฟสว่างเท่าเดิม
  - ง. หลอดไฟสว่างมากกว่าเดิม
๒๕. ก่อนเปลี่ยนฟิวส์ในบ้านควรปฏิบัติอย่างไร
- ก. ปิดสวิตช์ไฟฟ้า
  - ข. เช็ดมือให้แห้ง
  - ค. ใส่รองเท้ายาง
  - ง. ยกสะพานไฟขึ้น

๓๐. ลวดนิโครมมีคุณสมบัติอย่างไร จึงใช้เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดให้ความร้อน
- มีราคาสูง
  - เป็นสื่อไฟฟ้าที่ดี
  - มีความทนทานมาก
  - มีความต้านทานไฟฟ้าสูง
๓๑. ปรากฏการณ์ธรรมชาติชนิดใดเกิดขึ้นก่อน
- ฟ้าผ่า
  - ฟ้าร้อง
  - ฟ้าแลบ
  - การไหลของไฟฟ้าในอากาศ
๓๒. ถ้าเรานั่งอยู่ในรถเก๋งขณะฝนตกฟ้าคะนองจะป้องกันอันตรายที่เกิดจากฟ้าผ่าได้โดย
- ติดสายล่อฟ้าไว้ที่รถ
  - หลบรถเข้าไตรมาส
  - นั่งอยู่ในรถตามเค็ม
  - ลงจากรถและหลบเข้าที่ปลอดภัย
๓๓. วัตถุโดยทั่ว ๆ ไปมีประจุไฟฟ้า
- ลบ
  - บวก
  - ไม่มีประจุไฟฟ้าอยู่เลย
  - ลบและบวกจำนวนเท่ากัน
๓๔. ไฟฟ้าสถิตในก้อนเมฆเกิดจาก
- ละอองน้ำขัดสีกับอากาศ
  - ละอองน้ำในก้อนเมฆขัดสีกัน
  - ละอองน้ำในก้อนเมฆแตกกระจาย
  - ทั้งสามกรณี

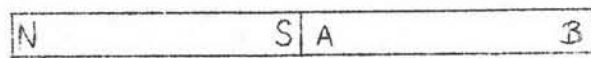
๓๕. อีเลคโตรสโคปเป็นเครื่องมือสำหรับ
- ก. ทำไฟฟ้าสถิต
  - ข. ลดอีเลคตรอน
  - ค. เพิ่มอีเลคตรอน
  - ง. ตรวจไฟฟ้าสถิต
๓๖. อนุภาคที่หมุนอยู่รอบแกนของอะตอมเรียกว่า
- ก. โปรตรอน
  - ข. นิวตรอน
  - ค. อีเลคตรอน
  - ง. ทั้งสามข้อ
๓๗. ลักษณะของสายล่อฟ้าที่ดี
- ก. มียอดแหลมอยู่บนอาคาร
  - ข. เป็นลวดทองแดงขนาดใหญ่เนื้อเดียวกันตลอด
  - ค. ทิศตรงตามอาคารลงมาเชื่อมกับแผ่นโลหะฝังอยู่ที่ดิน
  - ง. ทั้งสามข้อ
๓๘. อนุภาคชนิดใดมีประจุไฟฟ้าบวก
- ก. โปรตรอน
  - ข. นิวตรอน
  - ค. โปรซิตรอน
  - ง. อีเลคตรอน



๓๙. ฎไม้บรรทัดพลาสติกกับฉมแรง ๆ เมื่อนำไปจ่อที่เศษกระดาษเล็ก ๆ เศษกระดาษจะติดกับไม้บรรทัดเพราะเกิด
- ไฟฟ้าบวก
  - ไฟฟ้าสถิต
  - ไฟฟ้ากระแส
  - อำนาจแม่เหล็ก
๔๐. การทดลองตามข้อ ๓๙ จะไม่ค่อยได้ผลเมื่ออากาศ
- หนาว
  - แห้งมาก
  - มีไอน้ำน้อย
  - มีไอน้ำมาก
๔๑. ข้อใดเป็นสมบัติของแม่เหล็ก
- สามารถดูดเหล็ก
  - ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า
  - วางตัวในแนวเหนือใต้
  - ทั้งสามประการ
๔๒. ข้อใดที่อำนาจแม่เหล็กถูกทำลายมากที่สุด
- ทุบตี
  - เผาไฟ
  - ไม่มีเหล็กคุม
  - ทั้งสามข้อ

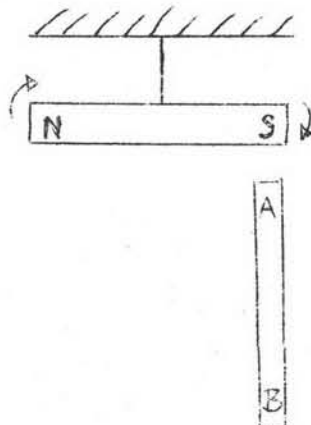
๔๓. แม่เหล็กให้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันแก่เรามากที่สุดในข้อใด
- ทำเข็มทิศ
  - ทำของเล่น
  - ทำเครื่องแยกแร่
  - ทำเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
๔๔. สารใดที่แม่เหล็กดูดได้
- อำพัน
  - นิกเกิล
  - ทองแดง
  - อลูมิเนียม
๔๕. สารใดใช่ทำเป็นแม่เหล็กได้
- นิกเกิล
  - เหล็ก
  - โคบอลต์
  - ทั้งสามข้อ
๔๖. เหตุที่เหล็กธรรมดาไม่สามารถดึงดูดเหล็กอื่นได้เพราะโมเลกุลของเหล็กธรรมดา
- เป็นฉนวน
  - ขนาดเล็กมาก
  - อยู่ห่างกันมาก
  - ไม่เรียงเป็นระเบียบ

๔๗. จากรูปข้างล่าง แสดงว่า AB เป็น



- ก. เหล็กธรรมดา
- ข. แม่เหล็กโดยปลาย A เป็นขั้วใต้
- ค. แม่เหล็กโดยปลาย A เป็นขั้วเหนือ
- ง. ทั้งข้อ ก และ ข้อ ค

๔๘. จากรูปข้างล่าง ถ้า AB ถูกกับแม่เหล็กแสดงว่า AB เป็น

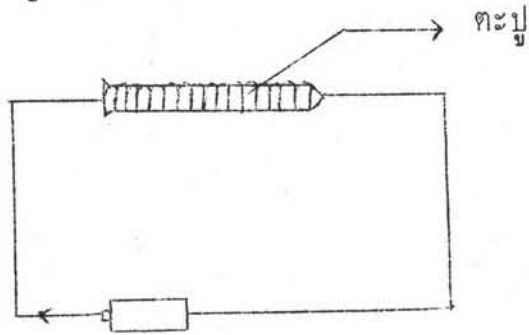


- ก. เหล็กธรรมดา
- ข. แม่เหล็กโดยมีปลาย B เป็นขั้วใต้
- ค. แม่เหล็กโดยมีปลาย B เป็นขั้วเหนือ
- ง. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

๔๙. จากข้อ ๔๘ เมื่อกลับเอาปลาย B แห่เข้าหาขั้วใต้ ปรากฏว่าถูกกันอีก แสดงว่า AB เป็น

- ก. เหล็กธรรมดา
- ข. แม่เหล็กมีปลาย B เป็นขั้วใต้
- ค. แม่เหล็กมีปลาย B เป็นขั้วเหนือ
- ง. ยังคงสรุปแน่นอนไม่ได้

๕๐. จากรูปข้างล่างเกิดผลอะไร



- ก. ไฟฟ้าไหลผ่านตะปู
- ข. ตะปูเกิดอำนาจไฟฟ้า
- ค. ไฟฟ้าทำให้ตะปูร้อนขึ้น
- ง. ไฟฟ้าทำให้ตะปูกลายเป็นแม่เหล็ก

## ประวัติการศึกษา

นายสมชัย โกมล ได้รับปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา ๒๕๑๒ ประกาศนียบัตรชั้นสูง  
สาขาประถมศึกษา แผนกวิชาประถมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปัจจุบันเป็นนิสิตบัณฑิตวิทยาลัย ชั้นปีที่ ๒ แผนกวิชาประถมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย