



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หนังสือ

ประคอง กรรณสูต . สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.ภาควิชาวิจัยการศึกษา :  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๒๔.

วิจิตร ศรีสะอ้าน . "เทคนิควิทยาทางการศึกษา". ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและ  
เทคโนโลยีทางการศึกษา.(พระนคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๑๗)

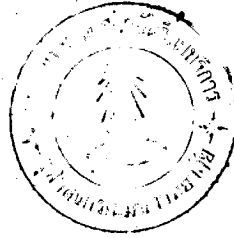
สุธรรม สุกระกาญจน์ . วิธีทำและใช้อุปกรณ์การสอน.(พระนคร:สำนักงานสถาพร, ๒๕๑๔)

สุภา สุจริตพงศ์ . "Programmed Instruction". ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและ  
เทคโนโลยีทางการศึกษา.(กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๑๗)

โสภี วงศ์ทองเหลือ. แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ประโยคมีอรรถาธิบาย  
อธิบาย.  
(กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๒๑)

อนันต์ ศรีโสภาก . หลักการวิจัยเบื้องต้น.(กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,  
๒๕๒๑)

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## วิทยานิพนธ์และเอกสารอื่น

- เกษม บุญส่ง . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ม.ศ.๑ โดยใช้สไลด์บรรยาย ประกอบเสียงคีย์ เทปอัด โนมิตี กับสไลด์ที่ครูบรรยายประกอบ" วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , ๒๕๑๗ .
- จิตติมา เหมกิตติวัฒน์ . "การศึกษา เปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องพืชและการขยายพันธุ์พืช ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ ๖ โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , ๒๕๑๙ .
- จันทร์เพ็ญ ไทยประยูร . " การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการสอนโดยใช้ภาพสีและภาพขาวดำ" วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ๒๕๑๑ .
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ . "ความหมายของบทเรียนแบบโปรแกรม" คำบรรยายวิชา Programmed Instruction แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคต้นปีการศึกษา ๒๕๑๖ .
- ทวีพร เนียมมาลัย . "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมี ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๘ .
- ธานี จันทร์ธา . " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เบื้องต้น เรื่องสิ่งมีชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ" วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , ๒๕๑๙ .
- นนท์ อินทรเพพ . " การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ระหว่างแบบเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๙ .
- นิรันดร์ แนบชิด . "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์บางหัวข้อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ" วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , ๒๕๑๘ .

- บรรชา รตนวัย . "การสร้างและทดลองใช้แบบเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔"  
 ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ , ๒๕๑๖ .
- ประภา ภาวณ . " การทดลองเปรียบเทียบผลของการเรียนรู้ข้อเท็จจริง(Factual learning)  
 ในวิชาวิทยาศาสตร์ จากการใช้สไลด์และรูปภาพประกอบการสอน". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม.  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๕
- ประสาร ไชยณรงค์." การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิชาแม่เหล็กไฟฟ้า ๑ ระดับประกาศนียบัตร  
 วิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม.  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๒๐ .
- ปราโมทย์ เทพพัลลภ . "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยวิธีเรียนด้วยตนเองจากเทปโทรทัศน์ สไลด์- เทป และ  
 การเรียนในชั้นตามปกติ". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๒๑ .
- ปรีชา คุณวัลลี . "การศึกษาเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์ ชั้น ประถมปีที่ ๕ โดยใช้แบบเรียน  
 โปรแกรมกับการสอนปกติ". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,  
 ๒๕๑๕ .
- จรรยา สุชะพัฒน์ . " การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้  
 เรื่องสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ (ม.๑) โดยใช้  
 บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย  
 ศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๒๒ .
- ปรีดา เพชรมิตร . " การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑  
 ในบางหัวข้อ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม.  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๘ .
- พรเพ็ญ ดุลารัตนพงษ์ . "การ เปรียบเทียบการสอน เรื่องสมมูลเคมีโดยการใช้แบบ เรียนโปรแกรม  
 กับการสอนแบบปกติ". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๒๑ .
- มณี เป็นสุข . " การศึกษา เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการ เรียนและความคงทนในการ เรียนรู้วิชา  
 วิทยาศาสตร์ชั้นม.๒ โดยใช้บทเรียนโปรแกรม การเรียนแบบศูนย์การเรียน และการ  
 สอนตามหลักสูตรสสวท". ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๒๒ .

- ละระออ เล็งประชา. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในการสอน  
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งมีชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการ  
สอนตามปกติ". ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๔
- วิวัฒน์ วัชรศิริญ . "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องทัศนอุปกรณ์อย่างง่าย  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ". ปรินญาณิพนธ์  
กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๔.
- สุนันท์ ปัทมาคม. "ทำความเข้าใจกับบทเรียนสำเร็จรูป". เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา  
Instruction Programmed แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๔.
- สุดา อุ่นสกุล . "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชา  
วิทยาศาสตร์ เรื่องสิ่งแวดล้อมชั้นประถมศึกษาปีที่ ๗ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอน  
ตามปกติ". ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๔.
- สุน ช่วยเกิด. "การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาเคมี ๑ บางหัวข้อในระดับชั้น ป.กศ.สูง  
โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ". ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๔.
- ลำอังก์ สังข์เงิน. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนทฤษฎีไฟฟ้าเบื้องต้นชั้น ป.กศ.สูง  
อุตสาหกรรมศิลป์ ปีที่ ๑ ระหว่างการใช้แบบเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ".  
ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๔.
- อรณพ บุญถนอม. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าและเชื้อเพลิง  
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โดยใช้แบบเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ". ปรินญาณิ-  
พนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๑๔.
- อัศนีย์ ศรีลูข. "การศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติและผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง  
สิ่งแวดล้อมด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๔" ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม.  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ๒๕๒๑.

Books

- Apter, Michael J. The New Technology of Education. London :Macmillan and Co., 1968.
- Ebel , Robert L. Essentials of Educational Measurment : Englewood Cliffs. New Jersey : Prentice - Hall , Inc., 1972.
- Garett , Henry E. Testing For Teachers. 2nd.ed New York: American Book Company., 1959.
- Glassman Jerrold. Programmed Reading Teacher's Guide. New York: Globe Book Co., 1966.
- Green, Edward J. Psychology of the Educational Process. New York : Mc Graw - Hill Book Co., 1970.
- Wittich,Walter Arno and Schuller, Charles Francis. Audio-Visual Materials . New York : Harper and Brothers, 1957 .
- Yamane , Taro . Statistics, An Introductory Analysis. 3rd.ed New York: Harper & Row Publishers Inc., 1973.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Articles

- Abramson , Bernard ."A Comparison of Two Method of Teaching Mechanics in High School". Science Education 36 (March 1952):96-106.
- Arnold ,Thomas C.,and Dwyer, F.M. "An Empirical Analysis of the Instructional Effectiveness in Visualized Instruction". The Journal of Experimental Education 4 (Summer 1976): 11-16.
- Bard,Eugene Dwight."Development of a Variable-Step Programmed System of Instruction For College Physical Science". Dissertation Abstracts. 35 (March 1975):5947-A
- Collagan,Robert B."The Construction and Evaluation of Programmed Course in Mathematic Necessary for Success in Collegiate Physical Science". Dissertation Abstracts 30 (1969): 1070-71A.
- Dutton,Sherman S."An Experimental Study in the Programming of Science Instruction for the 4th Grade". Dissertation Abstracts 24 (December 1963): 2882-A
- Francis, George Harold."An Experimental Study of the Effectiveness of Self Instruction Versus the lecture Demonstration Method of Teaching Phase of Eletricity", Dissertation Abstracts 27 (April 1967); 3338-A
- Gropper,George L. "Learning From Visuals : Some Behavioral Considerations.". AV Communication Review 1 (Spring 1966) :37-69.
- Moriber,George. "The Effects of Programmed Instruction in a College Physical Science Course for Non-Science Students". Journal of Research in Science Teaching 6 (1969):214-216.

- Parker, Eugene Gary. "The Relationship of Programmed Instruction to Test and Discussion Performance among Beginning College Biology Student." Dissertation Abstracts 34 (February 1976):4914-A
- Schramm Wilbur "Programmed Instruction Today and Tomorrow: the Fund for Advancement of Education." Library of Congress(November 1962) :128
- Strickland, Winfred Randolph. "A Comparison of A Programmed Course and A traditional lecture Course in General Biology." Dissertation Abstracts 32:(November 1971): 2510-A
- Travers, Robert M. "Transmission of Information to Human Recievers." Educational Psychology 2 (April 1964): 1-5 .
- Young, Jay A. "Programmed Instruction in Chemistry : An Invitation to Participate." Journal Chemistry Education 38 (1961) : 463-465.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

บทเรียนแบบโปรแกรมสไลด์-เทป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตอนที่ ๑ เรื่องแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า

### วัตถุประสงค์ทั่วไป

๑. เพื่อให้นักเรียนรู้จักแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ
๒. เพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงหลักการในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแหล่งต่างๆในแง่ของการเปลี่ยนแปลงพลังงาน

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

๑. บอกแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าได้อย่างน้อย ๔ ชนิด
๒. จำแนกได้ว่าแหล่งกำเนิดใดมีต้นกำเนิดจากพลังงานเคมี แสง หรือพลังงานกล
๓. บอกส่วนประกอบสำคัญของ เซลล์ไฟฟ้า เคมีอย่างง่ายได้ถูกต้อง
๔. บอกส่วนประกอบของถ่านไฟฉายได้ถูกต้อง
๕. อธิบายกระบวนการผลิต เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วได้ถูกต้อง
๖. บอกถึงอันตรายจากสารตะกั่วได้
๗. เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของ เซลล์ไฟฟ้า เคมีอย่างง่ายกับ เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วได้
๘. บอกส่วนประกอบของฟิวเอลเซลล์ได้ถูกต้อง
๙. บอกข้อดีของฟิวเอลเซลล์ซึ่งต่างจากเซลล์ ๒ แบบแรกได้อย่างน้อย ๒ ประการ
๑๐. อธิบายการทำงานของ เซลล์สุริยะได้
๑๑. บอกสาเหตุของการเกิดกระแสเหนี่ยวนำได้
๑๒. บอกส่วนประกอบสำคัญของ ไดนาโม ได้ถูกต้อง
๑๓. บอกความแตกต่างระหว่าง ไดนาโมกระแสสลับและกระแสตรงได้

สคริปบทเรียนแบบโปรแกรม

เรื่อง

แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า

ภาพ	คำบรรยาย
๑. ข้อความ	บทเรียนแบบโปรแกรม
๒. ข้อความ	เรื่อง
๓. ข้อความ	แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า
๔. ข้อความ	<p>ในบทเรียนต่อไปนี้ นักเรียนจะได้เรียนถึงแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าต่างๆ ๔ ชนิดด้วยกัน คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>๑. เซลไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย</li> <li>๒. เซลสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว</li> <li>๓. ฟิวเอลเซลล์</li> <li>๔. เซลสุริยะ และ</li> <li>๕. ไดนาโม</li> </ol> <p>(คนตรี F.I. 25 หน้าที่ F.O. )</p>
๕. ข้อความ	<p>ถ้าเราจะแบ่งตามพลังงานซึ่ง เป็นต้นกำเนิดของกระแสไฟฟ้าแล้ว ก็อาจแบ่งได้ดังนี้คือ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- พวกที่เกิดจากพลังงานเคมี ได้แก่ เซลไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย เซลสะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว และฟิวเอลเซลล์ ทั้งสามชนิดนี้เรียกรวมกันว่า "เซลไฟฟ้าเคมี"</li> </ul>

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>- พวกที่เกิดจากพลังงานแสง ได้แก่ เซลสุริยะ</p> <p>- พวกที่เกิดจากพลังงาน กลคือ ไคโนไม</p> <p>( คนตรี F.I. 25วินาที F.O. )</p>
<p>๖.</p> <p>ข้อความ</p>	<p><u>คำถามที่ ๑</u> กระแสไฟฟ้าจากข้อใดที่ไม่ได้เกิดจากปฏิกิริยาเคมี</p> <p>ก. ถ่านไฟฉาย</p> <p>ข. พิวเอลเซลล์</p> <p>ค. เซลสุริยะ</p> <p>(คนตรี F.I. 15วินาที F.O. สัญญา)</p>
<p>๗.</p> <p>ข้อความ</p>	<p>คำตอบคือข้อ ค. เซลสุริยะ</p>
<p>๘.</p> <p>ข้อความ</p>	<p>เซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย</p>
<p>๙. แผ่นทองแดงและสังกะสีจุ่มอยู่ในกรดกำมะถัน</p>	<p>ถ้าเรานำแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสีจุ่มลงในกรดกำมะถัน เมื่อต่อแผ่นทั้งสองด้วยแอมมิเตอร์เป็นวงจรไฟฟ้า เข็มของแอมมิเตอร์เบนไป แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าไหล</p>
<p>๑๐. เอาแผ่นทองแดงออก</p>	<p>ถ้าเรานำแผ่นทองแดงหรือแผ่นสังกะสี แผ่นใดแผ่นหนึ่งออกจากสารละลายกรดกำมะถัน กระแสจะหยุดไหล เข็มของแอมมิเตอร์ชี้ที่ ๐</p>

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>นั่นคือการที่จะมีกระแสไหล ต้องประกอบด้วย แผ่นทองแดง แผ่นกะสี และสารละลาย กรดกำมะถัน โดยแผ่นทองแดงและแผ่นสังกะสี ทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้า และสารละลายกรดกำมะถัน ทำหน้าที่เป็นสารละลายที่นำไฟฟ้าได้</p>
<p>๑๑. ข้อความ</p>	<p>นั่นคือเซลล์ไฟฟ้า เคมีจะต้องมีส่วนประกอบ อย่างน้อย ๒ ส่วนคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>๑. อิเล็กโทรด หรือขั้วบวก ขั้วลบ และ</li> <li>๒. อิเล็กโทรไลต์ หรือสารละลายที่นำไฟฟ้าได้ (คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )</li> </ol>
<p>๑๒. เซลล์นิวมาน</p>	<p>อิเล็กโทรดนั้นไม่จำเป็นต้องเป็นทองแดงกับสังกะสี เสมอไป และอิเล็กโทรไลต์ก็ไม่จำเป็นต้องเป็น กรดกำมะถัน ในภาพ เรานำแผ่นทองแดงและ แผ่นสังกะสีไปเสียบกับลูเมนาน พบว่ามีกระแส ไฟฟ้าไหล แสดงว่านิวมานก็เป็นอิเล็กโทรไลต์ ( คนตรี F.I. 15วินาที F.O. )</p>
<p>๑๓. ถ่านไฟฉาย</p>	<p>เซลล์ไฟฟ้า เคมีอย่างง่ายที่เรารู้จักและใช้กัน อย่างแพร่หลายคือถ่านไฟฉาย ซึ่งมีส่วนประกอบ ต่าง ๆ คือ</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๑๔. ส่วนประกอบของถ่านไฟฉาย	มีแท่งถ่านซึ่งอยู่ตรงกลาง เป็นขั้วบวก และมีกล่องสังกะสีเป็นขั้วลบ อิเล็กโทรไลต์คือขี้มอ เนียมโครไรต์ นอกจากนี้ยังมีมังกานีสไดออกไซด์ และผงถ่าน โดยมังกานีสไดออกไซด์ทำหน้าที่กำจัดกาซออกจากขั้ว เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดได้ดี และผงถ่านทำหน้าที่ลดความต้านทานภายในเซลล์ ( คนตรี F.I. 30วินาที F.O. )
๑๕. ข้อความ	<u>คำถามที่ ๒</u> มังกานีสไดออกไซด์ทำหน้าที่อะไร ( คนตรี F.I. 30 วินาที F.O. <u>สัณฐาน</u> )
๑๖. ข้อความ	<u>คำตอบ</u> มังกานีสไดออกไซด์ทำหน้าที่กำจัดกาซออกจากขั้ว
๑๗. ถ่านในตะกร้าหิ้งขยะ	ถ่านไฟฉายนี้เมื่อใช้หมดแล้วก็ไม่สามารถนำไปผ่านกรรมวิธีใดๆที่จะให้ดีขึ้นเหมือนเดิม จึงต้องทิ้งไป ซึ่ง เป็นการสูญเสียเปล่าและทำให้บ้านเมืองสกปรก ( คนตรี F.I. 5วินาที F.O. )
๑๘. ข้อความ	เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

ภาพ	คำบรรยาย
๑๙. แบตเตอรี่รถยนต์	<p>เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วหรือแบตเตอรี่รถยนต์ที่มักเรียนรู้จัก ที่เรียกว่า เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วก็เพราะว่าอิเล็กโทรดของ เซลล์แบบนี้ทำด้วยตะกั่ว และมีกรดกำมะถัน เป็นอิเล็กโทรไลต์ เซลล์แบบนี้เมื่อใช้ไฟหมดแล้วสามารถนำไปประจุไฟแล้วนำกลับมาใช้ได้อีก จึงมีอายุการใช้งานนานกว่าถ่านไฟฉายมาก กรรมวิธีในการผลิตมีดังนี้คือ</p>
๒๐. แผ่นกริด	<p>ตะกั่วบริสุทธิ์ส่วนหนึ่งจะถูกนำมาหลอมและหล่อเป็นโครงของแผ่นบวกและแผ่นลบ หรือที่เราเรียกว่า "แผ่นธาตุ" (ดนตรี F.I. 15วินาที F.O. )</p>
๒๑. การละ เลงแผ่นธาตุ	<p>ตะกั่วบริสุทธิ์อีกส่วนหนึ่งจะถูกนำไปอบเป็นผงและผสมกับส่วน ประกอบบางอย่าง จนมีลักษณะคล้ายดินเหนียว คนงานจะนำส่วนนี้มาละ เลงลงบนโครงของแผ่นธาตุเพื่อนำไปทำ เป็นแผ่นบวกและแผ่นลบต่อไป</p>
๒๒. คนงาน ปฏิบัติงาน	<p>ตะกั่ว เป็นธาตุหนักซึ่งไม่ละลายน้ำ ถ้าเข้าสู่ร่างกาย จะเกิดการสะสมและเป็นอันตรายได้ เรียกโรคนี้ว่า " โรคสารตะกั่วเป็นพิษ " พนักงานที่ทำงาน เกี่ยวข้องกับตะกั่วจึงต้องสวมถุงมือและมีผ้าปิดปากปิดจมูกทุกคน ( ดนตรี F.I. 25วินาที F.O. )</p>



ภาพ	คำบรรยาย
<p>๒๓. ข้อความ</p>	<p>คำถามที่ ๓ เพราะเหตุใดคนงานในโรงงาน แบตเตอรี่จึงต้องสวมถุงมือและหน้ากาก ก ( คนตรี F.I. 4 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
<p>๒๔. ข้อความ</p>	<p>คำตอบ เพราะตะกั่ว เป็นสารที่มีพิษต่อร่างกาย</p>
<p>๒๕. การทำแผ่นบวก-ลบ</p>	<p>แผ่นตะกั่วที่ละลายแล้วจะถูกนำมาผ่านกระแสไฟฟ้า เพื่อให้เกิดเป็นแผ่นบวกและแผ่นลบ การผ่านกระแส นี้เป็นการทำให้ศักย์ไฟฟ้าของแผ่นตะกั่วแตกต่างกัน โดยแผ่นที่ต่อกับขั้วบวกจะเป็นแผ่นบวก จะกลายเป็น ตะกั่วไดออกไซด์ ส่วนแผ่นลบซึ่งต่ออยู่กับ ขั้วลบจะยังคงเป็นตะกั่วบริสุทธิ์เหมือนเดิม และที่ แผ่นลบนี้จะมีฟองกาซไฮโดรเจนเกิดขึ้นด้วย</p>
<p>๒๖. การผลิตแผ่นธาตุ</p>	<p>ภาพนี้เป็นการผลิตแผ่นธาตุในโรงงาน ( คนตรี F.I. 3 วินาที F.O. )</p>
<p>๒๗. ข้อความ</p>	<p>คำถามที่ ๔ ในหม้อแบตเตอรี่ แผ่นบวกหรือ แผ่นลบที่เป็นตะกั่วไดออกไซด์ ( คนตรี F.I. 20 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
<p>๒๘. ข้อความ</p>	<p>คำตอบ แผ่นบวก</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๒๙. แผ่นธาตุและแผ่นฉนวน	<p>เมื่อผ่านกรรมวิธีดังกล่าวก็จะได้เป็นแผ่นบวกและแผ่นลบดังภาพ แผ่นทางด้านบนซ้ายคือแผ่นบวก มีสีน้ำตาลเข้ม และทางด้านบนขวาคือแผ่นลบสองแผ่นข้างล่างความจริงเป็นแผ่นเดียวกัน ด้านหนึ่งจะเป็นใยแก้วที่เห็นมีสีขาว ด้านนี้จะอยู่ชิดทางแผ่นบวก และอีกด้านเป็นยางสีน้ำตาลจะอยู่ชิดทางแผ่นลบ แผ่นกันนี้ทำหน้าที่เป็นฉนวนกันระหว่างแผ่นบวกและแผ่นลบ จะสังเกตเห็นว่าทางด้านบนของแผ่นธาตุจะทำเป็นแฉ่งขึ้นไป ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการรวมขั้วบวกหรือขั้วลบเข้าด้วยกัน ( คนตรี F.I.20 วินาที F.O. )</p>
๓๐. ชุดแผ่นธาตุ	<p>แผ่นบวก แผ่นฉนวน และแผ่นลบจะถูกนำมาเรียงกันเป็นชุด ๆ โดยแฉ่งของแผ่นบวกและแผ่นลบอยู่คนละด้านแล้วทำการเชื่อมขั้วแต่ละด้าน ดังนั้นแต่ละชุดจึงมีขั้วบวกอยู่ด้านหนึ่งและขั้วลบอยู่อีกด้านหนึ่ง ( คนตรี F.I.10 วินาที F.O. )</p>
๓๑. ภาชนะบรรจุ	<p>ชุดของแผ่นธาตุจะถูกนำมาบรรจุในภาชนะซึ่งมีลักษณะเป็นช่องๆ ดังภาพ</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๓๒. การ เชื่อมขั้ว	<p>ชุดของแผ่นธาตุจะวางสลับกัน แล้วทำการ เชื่อม ขั้วบวกและขั้วลบเข้าด้วยกันดังภาพ ผลสุดท้ายจะ เหลือขั้วบวก ๑ ขั้ว และขั้วลบ ๑ ขั้ว ที่เชื่อมของภาชนะ การ เชื่อมขั้วนี้ก็เหมือนกับการต่อเซลล์แบบอนุกรม ถ้าแต่ละชุดให้แรง เคลื่อน เท่ากับ ๒ โวลท์ เมื่อ ต่อกัน ๖ ชุดก็จะได้แรง เคลื่อนรวม เท่ากับ ๑๒ โวลท์ ( คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )</p>
๓๓. แบต เตอร์ที่ เชื่อมขั้วแล้ว	( คนตรี F.I. 5 วินาที F.O. )
๓๔. การ ปิดผนึก	<p>ขั้นสุดท้ายก็คือการ เอายางมะตอยราดและใช้ เครื่อง พ่นไฟพ่น เพื่ออุดรูรั่วต่างๆ เพื่อป้องกันมิให้น้ำกรด รั่วออกมา เวลา ใช้งาน แบต เตอร์นี้ เมื่อนำ ไปเติมน้ำ กรดที่มีความถ่วงจำเพาะที่เหมาะสมก็สามารถนำไป ใช้งานได้ ( คนตรี F.I. 15วินาที F.O. )</p>
๓๕. การ ประจุไฟ	<p>แบต เตอร์นี้ขณะจ่ายไฟจะ เกิดการ เปลี่ยนแปลงคือ แผ่นบวกและแผ่น ลบจะกลายเป็นตะกั่วซัลเฟต ที่ล้นน้อย และความถ่วงจำเพาะของน้ำกรดก็จะ เปลี่ยนไป เมื่อแผ่นบวกและแผ่นลบกลายเป็น ตะกั่วซัลเฟตหมดกระแสก็จะหยุดไหล เราต้องนำ แบต เตอร์ไป ประจุไฟ การ ประจุไฟ คือการผ่าน ไฟกระแสตรง เข้าทางขั้วบวกของแบต เตอร์ การ ประจุไฟนี้จะทำให้แผ่นบวกกลับ เป็นตะกั่วไดออกไซด์</p>

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>และแผ่นลบกัลป์เป็นตะกั่วธรรมดาตามเดิม สามารถนำกลับไปใช้ได้อีก แต่แผ่นธาตุทั้งสอง ก็มีการผุกร่อนและหมดสภาพไปในที่สุด จำเป็น ต้องทิ้งไปเช่นเดียวกับถ่านไฟฉาย ( คนตรี F.I.20 วินาที F.O. )</p>
<p>๓๖. ข้อความ</p>	<p>ฟิวเอลเซล คำว่าฟิวเอลแปลว่า เชื้อเพลิง ฟิวเอลเซลจึงหมายถึง เซลไฟฟ้าที่ต้องใส่เชื้อเพลิง เข้าไปด้วย</p>
<p>๓๗. ไดอะแกรมฟิวเอลเซล</p>	<p>ส่วนประกอบของฟิวเอลเซลอาจแสดงให้เห็น ได้ง่ายๆดังนี้ ในภาพ เป็นฟิวเอลแบบ ไฮโดรเจน-ออกซิเจน เชื้อเพลิงก็คือก๊าซ ไฮโดรเจน ชั่วทั้งสองทำด้วยแท่งคาร์บอนอัดด้วย พลาสติกนิ่มผง มีโพสิทีฟไฮดรอกไซด์เป็นอิเล็กโทรไลต์ ก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจนจะทำปฏิกิริยากันที่ความ ดันสูงมากได้กระแสไฟฟ้าออกมา นอกจากจะได้กระแส ไฟฟ้าแล้วยังได้น้ำออกมาอีกด้วย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ ต่อนักบินอวกาศที่เดินทางในอวกาศเป็นอย่างมาก ( คนตรี F.I.20 วินาที F.O. )</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๓๘. สมการเคมี	นอกจากจะใช้กาซไฮโดรเจนเป็นเชื้อเพลิงแล้วยังอาจใช้กาซธรรมชาติ ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่าง C กับ H ผลที่ได้นอกจากจะได้กระแสไฟฟ้าและน้ำแล้วยังได้กาซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พืชนำไปใช้ในการปรุงอาหารออกมาอีกด้วย ( คนตรี F.I.25 วินาที F.O. )
๓๙. ข้อความ	<u>คำถามที่ ๕</u> ผลพลอยได้ที่มีประโยชน์มากจากฟิวเอลเซลคืออะไร ( คนตรี F.I.20 วินาที <u>สี่วินาที</u> )
๔๐. ข้อความ	<u>คำตอบคือ</u> " น้ำ "
๔๑. ข้อความ	<u>คำถามที่ ๖</u> เซลไฟฟ้าเคมีแบบใดที่ไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเป็นพิษ ก. ถ่านไฟฉาย ข. แบตเตอรี่ ค. ฟิวเอลเซล ( คนตรี F.I. 15 วินาที F.O. <u>สี่วินาที</u> )
๔๒. ข้อความ	<u>คำตอบคือ</u> ข้อ ค. ฟิวเอลเซล

ภาพ	คำบรรยาย
<p>๔๓.</p> <p>ข้อความ</p>	<p>ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งพลังงานที่ใหญ่ที่สุดของโลก มนุษย์พยายามใช้ประโยชน์จากแสงอาทิตย์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วิธีหนึ่งก็คือประดิษฐ์เซลล์สุริยะซึ่งสามารถ เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์มา เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง</p>
<p>๔๔. แผ่น เซลล์สุริยะ</p>	<p>เซลล์สุริยะนี้ทำด้วยสารกึ่งตัวนำสองแผ่นประกบกัน เช่นซิลิกอน เจ็ดด้วย โบรอน เล็กน้อย แผ่นที่รับแสงจะอบด้วย ไอฟอสฟอรัส เมื่อมีแสงมากระทบแผ่นนี้ จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดไปได้ ซึ่ง เมื่อต่อครบวงจรก็จะเกิด เป็นกระแสไหล แผ่นที่รับแสงจึงทำหน้าที่เป็นขั้วลบ และแผ่นล่าง เป็นขั้วบวก นอกจากซิลิกอนแล้วยังอาจใช้สารกึ่งตัวนำอย่างอื่น เช่นเยอรมาเนียมแทนได้ ( คนตรี F.I.30 วินาที F.O. )</p>
<p>๔๕.</p> <p>ข้อความ</p>	<p>คำถามที่ ๗ นอกจากซิลิกอนแล้วยังอาจใช้อะไรมาทำ เป็น เซลล์สุริยะได้อีก</p> <p>ก. แบเรียม</p> <p>ข. ดีตาเรียม</p> <p>ค. เยอรมาเนียม</p> <p>( คนตรี F.I.20 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
<p>๔๖. ข้อความ</p>	<p>คำตอบคือข้อ ค เยอรมาเนียม</p>



ภาพ	คำบรรยาย
๔๗. แผงรับแสง	ถ้านำ เซลสุริยะหลายๆ เซลมาต่ออย่างอนุกรมกัน ก็จะได้กระแสไฟฟ้ามากขึ้น เซลสุริยะนี้เหมาะที่จะใช้กับยานอวกาศมากเพราะแหล่งพลังงานก็คือแสงอาทิตย์ซึ่งมีอยู่อย่างมากมาย ในภาพ นักวิทยาศาสตร์กำลังตรวจสอบความเรียบร้อยของ เซลสุริยะที่ติดตั้งกับยานอวกาศที่จะส่งขึ้นไป
๔๘. ข้อความ	<u>คำถามที่ ๘</u> เซลไฟฟ้าแบบใดที่ใช้กับดาวเทียม ก. เซลสุริยะ ข. พิวเอลเซลล์ ( คนตรี F.I.15 วินาที F.O. <u>สี่วินาที</u> )
๔๙. ข้อความ	คำตอบคือข้อ ก. เซลสุริยะ เพราะในดาวเทียม ไม่มีความจำเป็นต้องใช้น้ำ
๕๐. ข้อความ	ไคนาโม
๕๑. แม่เหล็กเคลื่อนในขดลวด	ถ้าเราเคลื่อนที่แม่เหล็กภายในขดลวด จะปรากฏว่ามีกระแสไหลในขดลวดนั้น และทิศทางของกระแสตามเคลื่อนที่เข้าและออก จะมีทิศกลับกัน กระแสที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าสนามแม่เหล็กภายในขดลวด เราเรียกกระแสที่เกิดโดยวิธีนี้ว่า " กระแสเหนี่ยวนำ " ( คนตรี F.I.20 วินาที F.O. )

ภาพ	คำบรรยาย
๕๒. ข้อความ	<p>คำถามที่ ๕ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าสนามแม่เหล็กภายในขดลวด เรียกว่าอะไร ( ทนตรี F.I.30 วินาที F.O. <u>ลัดยาน</u> )</p>
๕๓. ข้อความ	<p>คำตอบ เรียกว่ากระแสเหนี่ยวนำ</p>
๕๔. ไตนาโมกระแสสลับ	<p>ไตนาโมก็อาศัยหลักเดียวกัน แต่แทนที่จะเป็นแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่กลับเป็นขดลวดเคลื่อนที่ทิศทางของกระแสจะกลับทิศทุก ๆ ครั้งรอบของการหมุนจากรูป แขนทางด้าน AB สัมผัสอยู่กับวงแหวนตัวบนตลอดเวลา และแขนทางด้าน CD ก็สัมผัสอยู่กับวงแหวนตัวล่างตลอดเวลาเช่นกัน ในครั้งรอบแรกถ้ากระแสไหลจาก <math>A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D</math> หรือไหลเข้าทางวงแหวนตัวบน และออกทางวงแหวนตัวล่าง ในครั้งรอบหลังกระแสจะไหลจาก <math>D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A</math> หรือเข้าทางวงแหวนตัวล่างและออกทางวงแหวนตัวบน สลับกันแบบนี้ไปเรื่อย ๆ เราจึงเรียกไตนาโมชนิดนี้ว่าไตนาโมกระแสสลับ และเรียกวงแหวนสองวงนั้นว่าแหวนลื่น</p> <p>( ทนตรี F.I.20 วินาที F.O. )</p>



ภาพ	คำบรรยาย
๕๕. ไตนาโมกระแสตรง	<p>ถ้าแทนที่เราจะใช้วงแหวนสองวง เราใช้วงแหวนวง เดียวแต่ผ่าซีกหรือที่เรียกว่าแหวนแยกจากรูปร่างในเครื่องรอบแรกกระแสไหลจาก</p> <p><math>A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D</math> หรือเข้าทางซีกซ้ายและออกทางซีกขวา</p> <p>( ดนตรี F.I.10 วินาที F.O. )</p>
๕๖. ไตนาโมกระแสตรง	<p>ในเครื่องรอบหลังกระแสจะกลับทิศคือไหลจาก</p> <p><math>D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A</math> แต่ตอนนี้แขน AB มาสัมผัสกับซีกขวา และแขน CD สัมผัสกับแหวนซีกซ้าย</p> <p>กระแสจึงยังคงไหลเข้าทางซีกซ้ายและออกทางซีกขวาเหมือนเดิม จะเห็นว่าทิศทางของกระแสจากวงแหวนไม่มีการเปลี่ยนแปลง เราจึง เรียกไตนาโมแบบนี้ว่า</p> <p>ไตนาโมกระแสตรง ไตนาโมจึง เป็นแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าชนิดเดียวที่สามารถผลิตได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ</p>
๕๗. ข้อความ	<p><u>คำถามที่ ๑๐</u> ไตนาโมมีความสามารถเหนือกว่าแหล่งกำเนิดกระแสอื่นๆอย่างไร</p> <p>( ดนตรี F.I.30 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
๕๘. ข้อความ	<p><u>คำตอบ</u> ไตนาโมผลิตได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๕๘. รถยนต์ต่างๆ	รถทุกคันที่ใช้ น้ำมัน เป็น เชื้อเพลิงจะต้องมี ไคมาโมติดตั้งไว้ สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ขณะเดิน เครื่อง และทำหน้าที่ประจุไฟให้กับแบตเตอรี่ด้วย
๖๐. ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าต่างๆ	นอกจากใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในรถยนต์แล้ว การผลิตกระแสไฟฟ้าทุกระบบ ไม่ว่าจะเป็น ระบบพลังน้ำ พลังไอน้ำ ระบบกังหันก๊าซ ระบบดีเซล หรือระบบนิวเคลียร์ ก็ใช้ไคมาโมเป็นตัวผลิตขั้นสุดท้ายทั้งสิ้น ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ตอนที่ ๒ เรื่องระบบการผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า

### วัตถุประสงค์ทั่วไป

๑. เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าต่างๆ ในแง่ของพลังงานที่ใช้ในการผลิต
๒. เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการส่งพลังงานไฟฟ้าโดยการแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้า การคำนวณขนาดของกระแสไฟฟ้าที่จะใช้กับบ้านเรือน รวมทั้งการคิดค่าไฟฟ้า

### วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียนตอนนี้แล้วนักเรียนจะสามารถ

๑. จำแนกระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าออกเป็น ๒ ระบบใหญ่ๆ คือระบบพลังน้ำและระบบพลังความร้อน
๒. อธิบายขั้นตอนในการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังน้ำได้ถูกต้อง
๓. บอกข้อดีและข้อเสียของการสร้างเขื่อนได้ถูกต้องอย่างน้อย ๒ ประการ
๔. บอกชื่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าของไทยในปัจจุบันทั้งหมดได้
๕. อธิบายกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังไอน้ำ กังหันก๊าซ และดีเซลได้ถูกต้อง
๖. บอกความแตกต่างระหว่างการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบดีเซลกับระบบอื่นๆ ได้ถูกต้อง
๗. อธิบายถึงความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าได้
๘. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันได้อย่างคร่าวๆ
๙. อธิบายกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบนิวเคลียร์ได้ถูกต้อง
๑๐. บอกข้อดีข้อเสียของการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบนิวเคลียร์ได้ถูกต้อง
๑๑. บอกส่วนประกอบสำคัญของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
๑๒. คำนวณแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากหม้อแปลงได้เมื่อทราบจำนวนรอบของขดลวดทั้งสอง
๑๓. คำนวณขนาดของกระแสไฟฟ้าได้เมื่อทราบกำลังไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้า
๑๔. คำนวณหาจำนวนยูนิทและค่าไฟฟ้าได้ถูกต้อง

สกริปต์บทเรียนแบบโปรแกรม  
เรื่อง  
ระบบการผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า

ภาพ	คำบรรยาย
๑. ข้อความ	บทเรียนแบบโปรแกรม
๒. ข้อความ	เรื่อง
๓. ข้อความ	ระบบการผลิตและส่งกำลังไฟฟ้า
๔. หอประชุมจุฬาฯ	ในเวลากลางวันเราได้รับความร้อนและแสงสว่างจากดวงอาทิตย์
๕. ไฟประดับเวลากลางคืน	ส่วนในเวลากลางคืนเราก็ได้อาศัยแสงสว่างจากเทียนไข ตะเกียง หรือจากหลอดไฟฟ้า ซึ่งสามรถจัดให้มีสีสรรและความสว่างได้ตามต้องการอีกด้วย ( คนตรี F.I. 5 รินาที่ F.O.)
๖. เครื่องใช้ไฟฟ้า	ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า พลังงานไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะพลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ง่าย เช่น เปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานกล พลังงานแม่เหล็ก เป็นต้น จะเห็นได้ว่าเครื่อง

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ล้วนใช้ไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น ( คนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>
<p>๗. กราฟแสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าปีต่างๆ</p>	<p>ด้วยเหตุนี้เองทำให้อัตราการใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นทุกปี และมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ( คนตรี F.I. 5 วินาที F.O. )</p>
<p>๘. ข้อความ</p>	<p>คำถามที่ ๑ พลังงานไฟฟ้าดีกว่าพลังงานรูปอื่นๆ อย่างไร ( คนตรี F.I. 30 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
<p>๙. ข้อความ</p>	<p>ตอบ เพราะพลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ง่าย</p>
<p>๑๐. โรงไฟฟ้า</p>	<p>แหล่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้าก็คือโรงไฟฟ้า แต่สิ่งที่เป็นตัวผลิตหรือ เปลี่ยนพลังงานรูปอื่น ๆ มาเป็นพลังงานไฟฟ้านั้นก็คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือ ไดนาโมที่นักเรียนรู้จัก</p>
<p>๑๑. เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า</p>	<p>การผลิตกระแสไฟฟ้าทุกระบบจะต้องมีไดนาโมเป็นตัวผลิตในขั้นสุดท้ายเสมอ แตกต่างกันที่วิธีการในการหมุนแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งถ้าเราจะพิจารณาในแง่ของพลังงานที่เป็นต้นกำลังในการหมุนแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก็อาจแบ่งได้เป็นสองระบบใหญ่ๆ คือ ระบบพลังน้ำ และระบบพลังความร้อน ( คนตรี F.I. 20 วินาที F.O. )</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๑๒. ข้อความ	<p>คำถามที่ ๒ เราแบ่งระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าออกเป็น ๒ ระบบใหญ่ๆ อะไรบ้าง ( คนตรี F.I. 25 รินาที F.O. สัญญาณ )</p>
๑๓. ข้อความ	<p>ตอบ ระบบพลังน้ำและระบบพลังความร้อน</p>
๑๔. ข้อความ	<p>ระบบพลังน้ำ</p>
๑๕. น้ำตกจากผา	<p>นักเรียนทุกคนคงเคยไปเที่ยวชมน้ำตก และถ้าสังเกตให้ดีจะเห็นว่าถ้าปริมาณน้ำมากและหน้าผาที่น้ำตกลงมานั้นสูง แรงกระทบของน้ำกับหินเบื้องล่างจะแรงมาก นั่นคือแรงดันของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและความสูงของน้ำ ( คนตรี F.I. 15 รินาที F.O. )</p>
๑๖. ข้อความ	<p>คำถามที่ ๓ แรงดันของน้ำขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง ( คนตรี F.I. 25 รินาที F.O. สัญญาณ )</p>
๑๗. ข้อความ	<p>ตอบ แรงดันของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและระดับของน้ำ</p>
๑๘. น้ำพุ่งจากเขื่อน	<p>จากปรากฏการณ์ดังเช่นน้ำตกนี้ อธิบายโดยอาศัยหลักของพลังงานได้ว่า วัตถุซึ่งอยู่ในที่สูงจะมีพลังงานแฝงอยู่ในตัวเอง เรียกว่าพลังงานศักย์ ยิ่งสูงมากก็ยิ่งมีพลังงานศักย์มาก เมื่อวัตถุนั้นตกลงสู่ที่ต่ำ พลังงานศักย์ก็จะลดลง พลังงานศักย์นี้ได้หายไปไหนแต่จะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานจลน์ หรือพลังงานที่แฝงอยู่ในวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ ดังเช่น</p>

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>นำตกซึ่งตกจากที่สูง ยิ่งสูงเท่าไร ความเร็วและความแรงของน้ำก็ยิ่งมีมากเท่านั้น ความแรงของน้ำนี้เองที่เราสามารถนำไปใช้ในการหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ ( ดนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>
<p>๑๙. เชื่อนภูมิพล</p>	<p>แต่เนื่องจากเราไม่มีน้ำตกสูงๆที่มีน้ำไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดปี เราจึงต้องทำการกักเก็บน้ำไว้เป็นปริมาณมากๆ เพื่อให้เพียงพอสำหรับใช้ในแต่ละปีโดยการสร้างเขื่อน ( ดนตรี F.I. 10 วินาที F.O. )</p>
<p>๒๐. ระดับน้ำเหนือเขื่อน และท้ายเขื่อน</p>	<p>น้ำจะถูกกักอยู่ทางด้านเหนือเขื่อนจนมีระดับสูงกว่าทางด้านท้ายเขื่อนมาก</p>
<p>๒๑. ท่อส่งน้ำ</p>	<p>น้ำจะถูกปล่อยลงมาตามท่อเล็กๆเมื่อเทียบกับตัวเขื่อน ทำให้มีแรงดันสูง</p>
<p>๒๒. กังหัน</p>	<p>น้ำที่มีแรงดันสูงนี้จะพุ่งไปหมุนกังหันซึ่งมีแกนต่ออยู่กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p>
<p>๒๓. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p>	<p>เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าก็จะผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าออกมา</p>
<p>๒๔. กระบวนการผลิต ระบบพลังน้ำ</p>	<p>ภาพนี้เป็นกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังน้ำทุกขั้นตอน จะเห็นได้ว่าเราอาศัยแต่แรงดันของน้ำเท่านั้น มิได้ใช้เชื้อเพลิงอย่างใดเลยจึงไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเป็นพิษ ( ดนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๒๕. แผนภาพการเปรียบเทียบ การเปลี่ยนแปลงพลังงาน	ถ้าพิจารณาถึงในแง่การเปลี่ยนแปลงพลังงานก็จะเป็นไปตามลำดับคือ พลังงานศักย์ พลังงานจลน์ พลังงานกล และพลังงานไฟฟ้าตามลำดับ ( ดนตรี F.I. 25 วิชาที่ ๒.๐. )
๒๖. เรือกลสวน	นอกจากจะใช้ประโยชน์จากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้แล้ว เชื้อเพลิงยังให้ประโยชน์เราอีกหลายประการเช่น น้ำที่ผ่านกังหันมาแล้ว จะถูกนำมาใช้ในการชลประทานเพื่อการเกษตรได้ตลอดปี
๒๗. ชาวประมงจับปลา	ช่วยในการประมงโดยเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลา
๒๘. เรือในลำน้ำ	ใช้เป็นทางคมนาคมทางน้ำ และ
๒๙. นักท่องเที่ยวในเรือ	ใช้เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ แต่การสร้างเขื่อนก็มีข้อเสียอยู่บ้างคือ
๓๐. หมู่บ้านอพยพ	ต้องลงทุนมาก ทั้งในการสร้างตัวเขื่อน และจ่ายค่าทดแทนแก่ผู้อพยพจากบริเวณที่น้ำจะท่วมถึง
๓๑. ท้องน้ำ	นอกจากนี้ยังทำให้เสียพื้นที่ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก ( ดนตรี F.I. 20 วิชาที่ F.O. )
๓๒. ข้อความ	คำถามที่ ๔ ข้อเสียของการสร้างเขื่อนได้แก่อะไรบ้าง ( ดนตรี F.I. 30 วิชาที่ F.O. )



ภาพ	คำบรรยาย
๓๓. ข้อความ	<p>ตอบ ข้อเสียของการสร้างเขื่อนคือ ต้องลงทุนมาก และเสียพื้นที่ทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก</p>
๓๔. ข้อความ	<p>ระบบพลังความร้อน</p>
๓๕. ข้อความ	<p>การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังความร้อนนั้น แบ่งออกได้เป็น ๔ ระบบใหญ่ๆคือ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>๑. ระบบพลังไอน้ำ</li> <li>๒. ระบบกังหันก๊าซ</li> <li>๓. ระบบดีเซล</li> <li>๔. ระบบนิวเคลียร์</li> </ol> <p>สำหรับประเทศไทยนั้นยังไม่มีระบบนิวเคลียร์ใช้ แต่คาดว่าในอนาคตอันใกล้คงจะมีแน่นอน เนื่องจากวิกฤตการณ์ในด้านพลังงาน ( คนตรี F.I. 25 ไรนาดี F.O. )</p>
๓๖. ข้อความ	<p>คำถามที่ ๕ การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังความร้อนของไทยในปัจจุบัน มีกี่ระบบ(คนตรี F.I. 10 ไรนาดี F.O. )</p>
๓๗. ข้อความ	<p>ตอบ ๓ ระบบ</p>
๓๘. ข้อความ	<p>ระบบพลังไอน้ำ</p>
๓๙. กาน้ำกำลังเดือด	<p>นักเรียนคงเคยเห็นไอน้ำเดือดพุ่งออกมาทางพวยกา ไอน้ำเดือดนี้มีอุณหภูมิ ๑๐๐° C. และมีแรงดันสูง สามารถนำ</p>

ภาพ	คำบรรยาย
	ไปใช้ประโยชน์ เช่น หมุนกังหันของ เครื่องจักรกลได้
๔๐. กระบวนการผลิตระบบพลังไอน้ำ	การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังไอน้ำก็ใช้หลัก เดียวกันคือต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอ แล้วนำไอน้ำนี้ไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต่างกันที่ไอน้ำที่ใช้หมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นไอน้ำแห้ง ไอน้ำแห้งนี้คือไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงถึง ๕๐๐ และมีความดันสูงประมาณ ๒๐๐ ถึง ๒๕๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ( คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )
๔๑. ข้อความ	คำถามที่ ๖ ไอน้ำแห้งมีอุณหภูมิและความดันประมาณเท่าใด ( คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )
๔๒. ข้อความ	ตอบ ไอน้ำแห้งมีอุณหภูมิประมาณ ๕๐๐ และความดันประมาณ ๒๐๐ ถึง ๒๕๐ ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
๔๓. โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ	โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำนี้ใช้น้ำมันเตาและถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้อาจทำให้เกิดควันและฝุ่นผงปลิวออกมาในอากาศได้ ( คนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )
๔๔. ข้อความ	คำถามที่ ๗ โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำใช้อะไรเป็นเชื้อเพลิง ( คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )
๔๕. ข้อความ	ตอบ โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำใช้น้ำมันเตาและถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง

ภาพ	คำบรรยาย
๔๖. ข้อความ	ระบบกังหันก๊าซ
๔๗. กระบวนการผลิตระบบกังหันก๊าซ	<p>การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบกังหันก๊าซนี้ ใช้หลักการอัดอากาศแล้วทำให้ร้อน อากาศที่ถูกอัดแล้วทำให้ร้อนนี้จะมีแรงดันสูงสามารถนำไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าได้ ( ดนตรี F.I. 10 วินาที F.O. )</p>
๔๘. โรงไฟฟ้าระบบกังหันก๊าซ	<p>เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าระบบกังหันก๊าซนี้ สร้างขึ้นเพื่อใช้ในถิ่นที่ไม่สามารถสร้างเขื่อน หรือการลำเลียงเชื้อเพลิงเป็นไปโดยยากลำบาก และมักใช้เสริมกำลังผลิตในช่วงเวลาสั้นๆตามความจำเป็นที่เกิดขึ้น เช่นในตอนเย็นๆมีผู้ใช้ไฟมาก ถ้ากระแสไฟฟ้าจากเขื่อนไม่พอก็จะใช้ระบบกังหันก๊าซช่วยเสริมกำลังผลิตด้วย ระบบกังหันก๊าซนี้ติดตั้งได้รวดเร็ว มีอุปกรณ์น้อย การเดินเครื่องทำได้รวดเร็วสามารถผลิตได้เต็มกำลังภายในเวลา ๑๕ นาทีนับแต่เริ่มเดินเครื่อง แต่มีข้อเสียคือว่า ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าต่อหน่วยสูงกว่าทุกระบบ ( ดนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>
๔๙. ข้อความ	<p>คำถามที่ ๘ ทำไมจึงไม่นิยมใช้ระบบกังหันก๊าซ ( ดนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )</p>
๕๐. ข้อความ	ตอบ เพราะค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อหน่วยสูงกว่าระบบอื่นๆ
๕๑. ข้อความ	ระบบดีเซล

ภาพ	คำบรรยาย												
๕๒. ลูกสูบ	<p>การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบดีเซลนี้ก็คือการผลิตโดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลนั่นเอง โดยอัดอากาศภายในกระบอกสูบให้เล็กลงอย่างรวดเร็ว อากาศที่ถูกอัดให้เล็กลงอย่างรวดเร็วนี้จะมีอุณหภูมิสูงมาก เมื่อฉีดเชื้อเพลิงเข้าไปก็จะทำให้เกิดการสันดาปได้ ทำให้ลูกสูบของเครื่องยนต์เลื่อนขึ้นลง ซึ่งก้านสูบของเครื่องยนต์นี้ติดอยู่กับแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้แกนนั้นหมุนผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าออกมา จะเห็นว่าระบบดีเซลนี้ก้านของลูกสูบติดอยู่กับแกนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยตรง จึงไม่จำเป็นต้องมีกังหันเหมือนระบบอื่นๆ ( คนตรี F.I. 20 วินาที F.O. )</p>												
๕๓. โรงไฟฟ้าระบบดีเซล	<p>เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าระบบดีเซลนี้เป็นเครื่องขนาดเล็ก การเดินเครื่องทำได้เร็วพอๆกับแบบกังหันก๊าซ แต่ค่าใช้จ่ายถูกกว่าแบบกังหันก๊าซ เหมาะที่จะใช้กับชุมชนขนาดเล็กที่อยู่ห่างกัน หรือใช้ในงานก่อสร้างที่ระบบอื่นๆยังไม่ถึง นอกจากนี้ยังใช้ในการเสริมกำลังผลิตเช่นเดียวกับแบบกังหันก๊าซ ( คนตรี F.I. 8วินาที F.O. )</p>												
๕๔. ข้อความ	<p>กำลังผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของเรามีประมาณ</p> <p>๓๓๖๑.๑ เมกกะวัตต์ แบ่งเป็น</p> <table border="0" data-bbox="655 1632 1164 1874"> <tr> <td>ระบบพลังไอน้ำ</td> <td>๑๗๗๗.๕</td> <td>เมกกะวัตต์</td> </tr> <tr> <td>พลังน้ำ</td> <td>๑๒๖๙.๐</td> <td>เมกกะวัตต์</td> </tr> <tr> <td>กังหันก๊าซ</td> <td>๒๘๕.๐</td> <td>เมกกะวัตต์</td> </tr> <tr> <td>ดีเซล</td> <td>๒๙.๖</td> <td>เมกกะวัตต์</td> </tr> </table>	ระบบพลังไอน้ำ	๑๗๗๗.๕	เมกกะวัตต์	พลังน้ำ	๑๒๖๙.๐	เมกกะวัตต์	กังหันก๊าซ	๒๘๕.๐	เมกกะวัตต์	ดีเซล	๒๙.๖	เมกกะวัตต์
ระบบพลังไอน้ำ	๑๗๗๗.๕	เมกกะวัตต์											
พลังน้ำ	๑๒๖๙.๐	เมกกะวัตต์											
กังหันก๊าซ	๒๘๕.๐	เมกกะวัตต์											
ดีเซล	๒๙.๖	เมกกะวัตต์											

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>คำถามที่ ๔ จากระบบการผลิตทั้ง ๔ ระบบนี้นักเรียนคิดว่าระบบใดที่ไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเป็นพิษ ( คนตรี F.I. 15 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
๕๕. ข้อความ	ตอบระบบพลังงานน้ำ
๕๖. วัฏจักรของน้ำ	<p>จากระบบการผลิตที่กล่าวมาตั้งแต่ตอนต้น ไม่ว่าจะ จะเป็นพลังงานน้ำหรือใช้เชื้อเพลิงก็ตาม ล้วนมีต้นกำเนิด จากดวงอาทิตย์แทบทั้งสิ้น เพราะดวงอาทิตย์ทำให้เกิด วัฏจักรของน้ำ ทำให้พืชเจริญเติบโตเป็นอาหารของสัตว์ และเมื่อพืชและสัตว์ตายไปก็ทับถมกัน เป็นเวลานับล้านๆปี เกิดเป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติ ซึ่งก็ได้แก่ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมัน ดังนั้นดวงอาทิตย์จึงนับเป็นต้นกำเนิดของ พลังงานที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุด ( คนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>
๕๗. กราฟแสดงอัตราการใช้น้ำมันเตาในการผลิตกระแสไฟฟ้า	<p>การผลิตกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อ เพลิง เมื่อมีความต้องการกระแสไฟฟ้ามากขึ้นก็มีความจำเป็น ต้องใช้ใช้น้ำมันเตามากขึ้นตามลำดับ แต่น้ำมันเตามาจาก น้ำมันดิบซึ่ง เป็นเชื้อเพลิงธรรมชาติที่ใช้เวลาในการเกิด นับล้านปี เมื่ออัตราการใช้สูงปริมาณก็ย่อมลดลงอย่าง รวดเร็ว ในขณะที่เดียวกันราคาก็ย่อมสูงขึ้นด้วย เราจึงต้อง หาเชื้อเพลิงชนิดอื่นมาทดแทน จึงทำให้เกิดการผลิตกระแส ไฟฟ้าระบบนิวเคลียร์ขึ้น</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๕๘. ข้อความ	ระบบนิวเคลียร์
๕๙. ปฏิกริยานิวเคลียร์	<p>นักวิทยาศาสตร์พบว่าธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมมากๆ เช่น ยูเรเนียม เมื่อถูกยิงด้วยนิวตรอนจะแตกตัวออกเป็นธาตุที่มีน้ำหนักอะตอมปานกลาง ๒ ธาตุ และเกิดนิวตรอนใหม่อีก ๒-๓ ตัว นอกจากนี้ยังให้รังสีแกมมาและพลังงานความร้อนออกมาอีกด้วย นิวตรอนที่เกิดใหม่นี้จะวิ่งไปชนอะตอมของยูเรเนียมอะตอมอื่นๆต่อไปเรื่อยๆเพิ่มจำนวนขึ้นเป็นทวีคูณ เรียกว่าปฏิกริยาลูกโซ่ ปฏิกริยาลูกโซ่นี้เกิดขึ้นนับล้านครั้งในเวลา ๑ วินาที พลังงานความร้อนที่ได้จึงมากมาย ซึ่งถ้าไม่มีการควบคุมก็จะเป็นอันตรายได้ การควบคุมปฏิกริยานิวเคลียร์ ก็คือการควบคุมจำนวนนิวตรอนที่เกิดขึ้นโดยใช้วัสดุที่เหมาะสมไปกัน วัสดุที่เหมาะสมนั้นก็คือ กราไฟต์ ( คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. )</p>
๖๐. สมการนิวเคลียร์	<p>คำถามที่ ๑๐ จากสมการของปฏิกริยานิวเคลียร์นี้ นอกจากจะได้ธาตุใหม่ ๒ ธาตุแล้วยังได้อะไรอีก ( คนตรี F.I. 25 วินาที F.O. สัญญา )</p>
๖๑. ข้อความ	ตอบ รังสีแกมมาและพลังงานความร้อน
๖๒. เครื่องปฏิกรณ์	เครื่องควบคุมปฏิกริยานิวเคลียร์นี้เรียกว่าเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ ประกอบด้วยแท่งเชื้อเพลิงซึ่งมียูเรเนียมความเข้มข้น

ภาพ	คำบรรยาย
	<p>ชั้นเพียง ๒-๓% เท่านั้นแห้ง เชื้อเพลิงเหล่านี้จะถูกกักด้วยแท่งกราไฟท์ ซึ่งเรียกว่าแกนควบคุม ถ้าแท่งกราไฟท์เลื่อนลงมาจนหมดปฏิกิริยาจะหยุดทันที ความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกนำไปต้มน้ำจนเดือดกลายเป็นไอ ไปหมุนกังหันของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า การระบายความร้อนก็ใช้น้ำหมุนเวียน เพื่อให้ไอน้ำที่ไปหมุนกังหันแล้วควบแน่นกลับ เป็นน้ำอีกที</p> <p>( คนตรี F.I. 25 รุนาติ F.O. )</p>
๖๓. โรงไฟฟ้านิวเคลียร์	<p>การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบนิวเคลียร์นี้ใช้ต้นทุนในการผลิตถูกที่สุด แต่มีข้อเสียคืออาจเกิดการรั่วไหลของกัมมันภาพรังสีได้ และน้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนก็จะทำให้น้ำบริเวณนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม การสร้างโรงไฟฟ้าแบบนี้จึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมอย่างมาก แต่เมื่อดูจากสถานการณ์ทางด้านเชื้อเพลิงแล้วก็คาดได้ว่า ต่อไปเราคงจะหลีกเลี่ยงการสร้างโรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ไปไม่ได้อย่างแน่นอน</p> <p>( คนตรี F.I. 10 รุนาติ F.O. )</p>
๖๔. ข้อความ	<p><u>คำถามที่ ๑๑</u> ค่าใช้จ่ายในการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังความร้อนแบบไคสูงที่สุด แบบไคต่ำที่สุด</p> <p>( คนตรี F.I. 25 รุนาติ F.O. สัญญา )</p>
๖๕. ข้อความ	<p><u>ตอบ</u> ระบบกังหันก๊าซสูงที่สุด ระบบนิวเคลียร์ถูกที่สุด</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๒๖. เสาไฟแรงสูง	การส่งกำลังไฟฟ้า
๒๗. หม้อแปลงไฟฟ้า	<p>กระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้านั้นเป็นกระแสสลับ มีแรงเคลื่อนสูงถึงหมื่นกว่าโวลต์ ขณะที่กระแสไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านมีแรงเคลื่อนเพียง ๒๒๐ โวลต์ แสดงว่าจะต้องมีการแปลงแรงเคลื่อนระหว่างทางจากแหล่งผลิตมายังบ้านเรา เครื่องมือที่ใช้นี้เรียกว่า " หม้อแปลงไฟฟ้า "</p>
๒๘. แกนเหล็กและขดลวด	<p>ส่วนประกอบหลักของหม้อแปลงไฟฟ้าคือแกนเหล็กรูปสี่เหลี่ยมคล้ายรูปตัวยูประกบกัน มีขดลวดพันอยู่ข้างละขดขดที่เราให้กระแสไฟฟ้าเข้า เรียกว่าขดปฐมภูมิ และขดที่กระแสไฟฟ้าที่แปลงแล้วไหลออกมา เรียกว่าขดทุติยภูมิ แรงเคลื่อนของกระแสไฟฟ้าที่แปลงขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวดทั้งสองคือ</p>
๒๙. สมการการแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้า	<p>แรงเคลื่อนของขดปฐมภูมิ/แรงเคลื่อนของขดทุติยภูมิ เท่ากับ จำนวนรอบของขดปฐมภูมิ/จำนวนรอบของขดทุติยภูมิ</p> <p>หรือ <math>E_1 / E_2 = n_1 / n_2</math></p> <p>เมื่อ <math>E_1 =</math> แรงเคลื่อนของขดปฐมภูมิ</p> <p><math>E_2 =</math> แรงเคลื่อนของขดทุติยภูมิ</p> <p><math>n_1 =</math> จำนวนรอบของขดปฐมภูมิ</p> <p><math>n_2 =</math> จำนวนรอบของขดทุติยภูมิ</p>



๗๐. การคำนวณ	เช่นจำนวนรอบของขดปฐมภูมิเท่ากับ ๑๐๐ รอบ และของขดทุติยภูมิเท่ากับ ๓๐๐ รอบ ถ้าแรงเคลื่อนทางด้านขดปฐมภูมิเท่ากับ ๑๑๐ โวลต์ แรงเคลื่อนทางด้านขดทุติยภูมิจะมีค่าเท่ากับ ๓๓๐ โวลต์ ดังการคำนวณ ( คนตรี F.I. 30 รินาตี F.O. )
๗๑. หม้อแปลงขึ้นและหม้อแปลงลง	จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่าถ้าจะแปลงให้แรงเคลื่อนสูงขึ้นแล้ว จำนวนขดลวดทุติยภูมิจะต้องมากกว่าจำนวนขดปฐมภูมิ และในทางกลับกัน ถ้าต้องการแปลงแรงเคลื่อนให้ต่ำลง จำนวนรอบของขดทุติยภูมิก็ต้องน้อยกว่าจำนวนรอบของขดปฐมภูมิ หม้อแปลงจึงมี ๒ ชนิดคือ หม้อแปลงขึ้นกับ หม้อแปลงลง ( คนตรี F.I. 10 รินาตี F.O. )
๗๒. ข้อความ	คำถามที่ ๑๒ จากรูป จำนวนรอบของขดทุติยภูมิมีค่าเท่าไร ( คนตรี F.I. 40 รินาตี F.O. สัญญาน )
๗๓. ข้อความ	ตอบ ๕๐ รอบ
๗๔. เครื่องใช้ไฟฟ้า	การแปลงแรงเคลื่อนนี้ใช้ได้กับไฟกระแสสลับเท่านั้น ฉะนั้นจึงนิยมใช้ไฟกระแสสลับมากกว่ากระแสตรง เพราะสามารถแปลงแรงเคลื่อนให้สูงต่ำตามความต้องการได้ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆที่ผลิตขึ้นส่วนมากก็ใช้กับไฟกระแสสลับแทบทั้งสิ้น ( คนตรี F.I. 10 รินาตี F.O. )
๗๕. ข้อความ	คำถามที่ ๑๓ ทำไมกระแสไฟฟ้าที่จ่ายไปตามบ้านเรือนจึงเป็นกระแสสลับ(คนตรี F.I. 30 รินาตี F.O. สัญญาน)

ภาพ	คำบรรยาย
๗๖. ข้อความ	ตอบ เพราะกระแสสลับสามารถแปลงแรงเคลื่อนให้สูงต่ำตามความต้องการได้
๗๗. สายไฟแรงสูง	ในการส่งกระแสไฟฟ้าจากแหล่งผลิตมายังบ้าน เรือน นั้น มิได้แปลงแรงเคลื่อนให้ลดลงอย่างเดียว แต่จะแปลงแรงเคลื่อนให้สูงขึ้นเสียก่อน เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าไปเป็นระยะทางไกลๆนั้นถ้าส่งด้วยแรงเคลื่อนสูงจะเสียพลังงานในการส่งน้อยกว่าการส่งด้วยแรงเคลื่อนต่ำดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแหล่งผลิตจึงต้องถูกแปลงให้มีแรงเคลื่อนสูงขึ้นเสียก่อน
๗๘. สถานีจ่ายไฟย่อย	เมื่อถึงตัวเมืองแรงเคลื่อนจึงจะถูกแปลงให้ลดลงครึ่งหนึ่งก่อน ที่สถานีจ่ายไฟย่อย
๗๙. หม้อแปลงริมถนน	และก่อนที่จะจ่ายเข้าตามบ้านเรือน แรงเคลื่อนก็จะถูกลดลงอีกจนเหลือ ๒๒๐ โวลต์ โดยหม้อแปลงที่ติดอยู่ริมถนน ( คนตรี F.I. 15 รันาที่ F.O. )
๘๐. ข้อความ	คำถามที่ ๑๔ แรงเคลื่อนจากโรงไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ก หรือ ข (คนตรี F.I. 20รันาที่ F.O. )
๘๑. ข้อความ	ตอบ ข้อ ข

ภาพ	คำบรรยาย
๘๒. ไหม้บรรทัด	การวัดพลังงานไฟฟ้า
๘๓. สมการ	<p>กำลังไฟฟ้า = กระแสไฟฟ้า x แรงเคลื่อนไฟฟ้า</p> <p>หน่วยของกำลังไฟฟ้าคือวัตต์ ใช้สัญลักษณ์</p> <p>เพราะฉะนั้น วัตต์ = แอมแปร์ x โวลต์</p>
๘๔. สมการกฎของโอห์ม	<p>จากกฎของโอห์มที่ว่า ความต้านทานมีค่าเท่ากับ</p> <p>อัตราส่วนระหว่างความต่างศักย์หารด้วยกระแส</p>
๘๕. สมการ	<p>ดังนั้นกำลังไฟฟ้าจึงอาจมีค่าเท่ากับ กระแสไฟฟ้า</p> <p>กำลังสองคูณด้วยความต้านทาน หรือ เท่ากับความต่างศักย์</p> <p>หรือแรงเคลื่อนยกกำลังสองหารด้วยความต้านทาน.</p> <p>( ดนตรี F.I. 20 วินาที F.O. )</p>
๘๖. หลอดไฟฟ้า	<p>เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดทางโรงงานจะบอกขนาดของ</p> <p>กำลังไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้ากำกับไว้เสมอ กำลังไฟฟ้า</p> <p>ของเครื่องก็คือพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปกับเครื่องใช้ไฟฟ้า</p> <p>นั้น เช่นหลอดไฟฟ้า ๖๐ วัตต์ ๒๒๐ โวลต์ หมายความว่า</p> <p>หลอดไฟนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า ๖๐ วัตต์ และใช้กับแรงเคลื่อน</p> <p>๒๒๐ โวลต์ ( ดนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>
๘๗. เตารีด	<p>คำถามที่ ๑๕ เตารีด ๗๕๐ วัตต์ ๑๑๐ โวลต์ หมาย</p> <p>ความว่าอย่างไร ( ดนตรี F.I. 25 วินาที F.O. สัญญา )</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๘๘. ข้อความ	ตอบ หมายความว่าเตาชนิดนี้ใช้พลังงานไฟฟ้า ๗๕๐ วัตต์ และใช้กับแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๑๑๐ โวลต์
๘๙. บ้าน	ถ้าเราสร้างบ้านใหม่และต้องการใช้ไฟฟ้า เราต้องยื่นเรื่องราวขอใช้ไฟฟ้าต่อการไฟฟ้าฯ และจะต้องระบุจำนวนและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ทุกชนิดภายในบ้าน เพื่อเจ้าหน้าที่จะได้ใช้ในการพิจารณาถึงขนาดของกระแสไฟฟ้าที่จะใช้ เช่น
๙๐. การคำนวณ	กำลังไฟฟ้ารวมทั้งบ้านเท่ากับ ๓๐๐๐วัตต์ และแรงเคลื่อนเท่ากับ ๒๐๐ โวลต์ จาก กระแสเท่ากับกำลังไฟฟ้าหารด้วยแรงเคลื่อนไฟฟ้า ดังนั้นบ้านหลังนี้ควรใช้ไฟขนาด ๑๕ แอมแปร์ ( คนตรี F.I. 25      รินาที F.O. )
๙๑. รายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน	คำถามที่ ๑๖ บ้านหลังหนึ่งมีเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ตามรายการ ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชิ้นใช้กับแรงเคลื่อน ๓๐๐ โวลต์ บ้านหลังนี้ควรใช้ไฟขนาดกี่แอมแปร์ ( คนตรี F.I. 20      รินาที F.O. สัณญาณ )
๙๒. ข้อความ	ตอบ ๑๐ แอมแปร์

ภาพ	คำบรรยาย
๔๓. สมการ	<p>หน่วยใหญ่ของวัตต์คือกิโลวัตต์</p> <p>๑ กิโลวัตต์ เท่ากับ ๑,๐๐๐ วัตต์</p> <p>ในการคิดค่าไฟฟ้าเราคิดเป็นหน่วยที่เรียกว่ายูนิต</p> <p>๑ ยูนิต มีค่าเท่ากับ ๑ กิโลวัตต์-ชั่วโมง</p> <p>หมายความว่าใช้ไฟ ๑,๐๐๐ วัตต์เป็นเวลานาน ๑ ชั่วโมง</p>
๔๔. สมการ	<p>หรือ จำนวนยูนิตเท่ากับจำนวนวัตต์คูณชั่วโมงหารด้วยพัน</p> <p>( ดนตรี F.I. 10 วินาที F.O.)</p>
๔๕. ข้อความ	<p>คำถามที่ ๑๗ ใช้เตาขีดขนาด ๗๕๐ วัตต์ เป็นเวลานาน ๔ ชั่วโมง คิดเป็นกี่ยูนิต</p> <p>( ดนตรี F.I. 15 วินาที F.O. สัญญาณ )</p>
๔๖. ข้อความ	<p>ตอบ ๓ ยูนิต</p>
๔๗. มิเตอร์ไฟฟ้า	<p>เพื่อความสะดวกในการคิดค่าไฟฟ้าทางการไฟฟ้าจึงได้ติดตั้งมิเตอร์ไว้ก่อนที่จะจ่ายไฟเข้าบ้าน มิเตอร์นี้จะบอกจำนวนยูนิตที่ใช้เป็นตัวเลขทศนิยม ๑ ตำแหน่ง ตัวเลขนี้จะเพิ่มขึ้นตลอดเวลา จะเพิ่มช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่เราใช้ ถ้าเราไม่ใช้กระแสไฟฟ้าเลยมิเตอร์ก็จะหยุดเดิน</p>

ภาพ	คำบรรยาย
๔๘. การคิดค่าไฟฟ้า	<p>ในการคิดค่าไฟฟ้าพนักงานไฟฟ้าจะจดตัวเลขบนมิเตอร์          ต่างกันประมาณ ๑ เดือน เมื่อนำไปคูณกับราคาค่าไฟฟ้าต่อ          ๑ ยูนิต ก็จะเป็นค่าไฟฟ้าที่เราจะต้องเสียในเดือนนั้น          ( คนตรี F.I. 15 วินาที F.O. )</p>
๔๙. บิลค่าไฟฟ้า	<p>คำถามที่ ๑๘ จากบิลค่าไฟฟ้านี้ ถ้าจำนวนยูนิตที่ใช้          ในการจด ๒ ครั้งเท่ากับ ๑๕๕ ยูนิต เจ้าของบ้านนี้จะ          ต้องเสียค่าไฟฟ้าในเดือนนี้เท่าใด          ( คนตรี F.I. 20 วินาที F.O. )</p>
๑๐๐. ข้อความ	<p>ตอบ ๓๕๐ บาท</p>

ศูนย์วิทยพัชกร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

การแสดงการหาประสิทธิภาพของโปรแกรมสไลด์- เทป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 คะแนนการหาประสิทธิภาพครั้งที่ 1

เลขที่	แบบฝึกหัด	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้า
1	19.0	11	29	18
2	19.5	15	30	15
3	21.0	8	23	15
4	22.0	15	25	19
5	20.0	7	18	11
6	22.5	19	30	11
7	20.0	18	22	4
8	22.0	18	26	8
9	23.5	16	28	12
10	22.5	12	32	20
11	23.0	11	23	12
12	23.5	21	25	4
13	23.5	11	30	19
14	23.0	9	30	21
15	23.0	11	30	19
16	23.0	10	28	18
17	21.5	10	25	15
18	25.5	13	30	17
19	27.0	9	28	19
20	27.0	11	30	19
21	26.0	10	23	13
22	26.0	7	25	18



## ตารางที่ 3 (ต่อ)

เลขที่	แบบฝึกหัด	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้า
23	26.5	14	24	10
24	28.0	13	27	14
25	28.0	12	26	14
26	27.0	14	21	7
27	25.5	8	29	21
28	24.0	13	26	13
29	24.0	14	19	5
30	25.0	19	32	13
รวม	713.0		794.0	
คะแนนเต็ม	28.0		32.0	
เฉลี่ย	23.8		26.5	
คิดเป็นร้อยละ	84.9		67.9	

ประสิทธิภาพของโปรแกรม = 85 / 68

ศูนย์วิทยพัฒน์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 คะแนนการหาประสิทธิภาพครั้งที่ 2

เลขที่	แบบฝึกหัด	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้า
1	26.5	17	29	12
2	27.0	12	24	12
3	27.0	12	28	16
4	24.5	21	28	7
5	24.5	14	30	16
6	25.0	11	30	19
7	25.5	21	35	14
8	25.5	15	33	18
9	24.0	25	32	7
10	24.0	15	32	17
11	25.0	3	24	21
12	28.0	15	34	19
13	25.0	8	26	18
14	27.0	14	25	11
15	19.0	11	25	14
16	22.0	17	31	14
17	24.5	10	25	15
18	23.0	14	28	14
19	23.5	12	28	16
20	22.5	15	23	8
21	24.5	10	32	22
22	22.0	16	30	14
23	26.0	12	32	20

## ตารางที่ 4 (ต่อ)

เลขที่	แบบฝึกหัด	ทดสอบก่อนเรียน	ทดสอบหลังเรียน	ความก้าวหน้า
24	26.5	16	23	7
25	26.0	15	23	8
26	23.5	12	33	21
27	22.0	13	28	15
28	26.0	15	32	17
29	23.0	17	31	14
30	24.0	9	29	20
31	26.5	10	30	20
32	23.0	11	30	19
33	21.5	12	25	13
รวม	807.5		948.0	
คะแนนเต็ม	28.0		39.0	
เฉลี่ย	24.5		28.7	
คิดเป็นร้อยละ	87.4		73.7	

ประสิทธิภาพของโปรแกรม = 87 / 74

ภาคผนวก ค

คะแนนการวัดพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๕ คะแนนการวัดพื้นฐานของกลุ่มควบคุม

คะแนน(X)	ความถี่(f)	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
9	1	9	81	81
12	1	12	144	144
14	2	28	196	392
15	4	60	225	900
16	4	64	256	1,024
17	3	51	289	867
18	4	72	324	1,296
20	2	40	400	800
21	3	63	441	1,323
22	3	66	484	1,452
23	2	46	529	1,058
24	3	72	576	1,728
25	1	25	625	625
26	3	78	676	2,028
27	1	27	729	729
28	1	28	784	784
	38	741		15,231

$$\bar{X} = 19.50$$

$$s^2 = 21.13$$

ตารางที่ ๖ คะแนนการวัดพื้นฐานของกลุ่มทดลอง

คะแนน(X)	ความถี่(f)	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
11	2	22	121	242
12	1	12	144	144
13	2	26	169	338
14	1	14	196	196
15	2	30	225	450
17	1	17	289	289
18	3	54	324	972
19	2	38	361	722
20	5	100	400	2,000
21	3	63	441	1,323
22	3	66	484	1,452
23	1	23	529	529
24	1	24	576	576
25	1	25	625	625
26	3	78	676	2,028
27	1	27	729	729
28	2	56	784	1,568
	34	675		14,183

$$\bar{X} = 19.85$$

$$s^2 = 23.71$$

ตารางที่ 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของกุ่มควบคุม

คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
4	1	4	16	16
6	1	6	36	36
7	1	7	49	49
8	1	8	64	64
9	3	27	81	243
10	2	20	100	200
11	9	99	121	1,089
12	5	60	144	720
13	3	39	169	507
14	2	28	196	392
15	2	30	225	450
16	4	64	256	1,024
17	3	51	289	867
20	1	20	400	400
	33	463		6,057

$$\bar{X} = 12.18$$

$$s^2 = 11.23$$

ตารางที่ 8 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง

คะแนน(X)	ความถี่(f)	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
8	2	16	64	128
9	2	18	81	162
10	2	20	100	200
11	5	55	121	605
12	2	24	144	288
13	5	65	169	845
14	5	70	196	980
15	2	30	225	450
16	3	48	256	768
18	2	36	324	648
19	1	19	361	361
20	1	20	400	400
21	1	21	441	441
25	1	25	625	625
	34	467		6,901

$$\bar{X} = 13.74$$

$$s^2 = 14.74$$



ตารางที่ ๑ คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มควบคุม

คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
9	1	9	81	81
10	1	10	100	100
11	2	22	121	242
13	3	39	169	507
14	3	42	196	588
15	1	15	225	225
16	4	64	256	1,024
17	3	51	289	867
18	2	36	324	648
19	5	95	361	1,805
20	4	80	400	1,600
21	3	63	441	1,323
23	3	69	529	1,587
24	1	24	576	576
28	1	28	784	784
31	1	31	961	961
	38	678		12,918

$$\bar{X} = 17.84$$

$$s^2 = 22.20$$

ตารางที่ 10 คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง

คะแนน(X)	ความถี่(f)	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
15	1	15	225	225
18	1	18	324	324
19	2	38	361	722
20	1	20	400	400
21	3	63	441	1,323
22	1	22	484	484
23	1	23	529	529
24	4	96	576	2,304
25	2	50	625	1,250
26	1	26	676	676
27	5	135	729	3,645
28	3	84	784	2,352
29	1	29	841	841
31	2	62	961	1,922
32	1	32	1,024	1,024
33	2	66	1,089	2,178
34	2	68	1,156	2,312
35	1	35	1,225	1,225
	34	882		23,736

$$\bar{X} = 25.94$$

$$S^2 = 25.93$$

ตารางที่ 11 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความแตกต่าง (d)	$X_d = d - Md$	$X_d^2$
1	14	14	0	-5.66	32.03
2	20	17	-3	-8.66	74.99
3	8	11	3	-2.66	7.08
4	16	10	-6	-11.66	135.96
5	17	19	2	-3.66	13.40
6	16	9	-7	-12.66	160.28
7	4	21	17	11.34	128.60
8	11	16	5	-0.66	0.44
9	12	31	19	13.34	177.96
10	11	24	13	7.34	53.88
11	11	20	9	3.34	11.16
12	10	17	7	1.34	1.80
13	14	19	5	-0.66	0.44
14	7	23	16	10.34	106.92
15	12	16	4	-1.66	2.76
16	15	19	4	-1.66	2.76
17	11	19	8	2.34	5.48
18	9	19	10	4.34	18.84
19	12	14	2	-3.66	13.40
20	13	16	3	-2.66	7.08
21	17	28	11	5.34	28.52
22	11	13	2	-3.66	13.40
23	9	11	2	-3.66	13.40

ตารางที่ 11 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความแตกต่าง(d)	$X_d = d - M_d$	$X_d^2$
24	10	17	7	1.34	1.80
25	13	16	3	-2.66	7.08
26	12	15	3	-2.66	7.08
27	12	23	11	5.34	28.52
28	9	14	5	-0.66	0.44
29	17	23	6	0.34	0.12
30	15	21	6	0.34	0.12
31	16	20	4	-1.66	2.76
32	11	20	9	3.34	11.16
33	16	21	5	-0.66	0.44
34	11	18	7	1.34	1.80
35	11	13	2	-3.66	13.40
36	6	13	7	1.34	1.80
37	11	20	9	3.34	11.16
38	13	18	5	-0.66	0.44
			215		1098.70

$$\begin{aligned}
 M_d &= \frac{\sum d}{N} \\
 &= \frac{215}{38} \\
 &= 5.66
 \end{aligned}$$

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความแตกต่าง (d)	$X_d = d - Md$	$X_d^2$
1	15	33	18	5.79	33.52
2	13	15	2	-10.21	104.24
3	13	19	6	-6.21	38.56
4	11	19	8	-4.21	17.72
5	20	21	1	-11.21	125.66
6	15	21	6	-6.21	38.56
7	16	32	16	5.79	14.36
8	21	31	10	-2.21	4.88
9	12	31	19	6.79	59.20
10	25	33	8	-4.21	17.72
11	14	28	14	1.79	3.20
12	12	28	16	3.79	14.36
13	9	21	12	-0.21	0.04
14	10	20	10	-2.21	4.88
15	14	23	9	-3.21	10.30
16	19	24	5	-7.21	51.98
17	8	24	16	3.79	14.36
18	13	27	14	1.79	3.20
19	16	35	19	6.79	46.10
20	11	34	23	10.79	116.42
21	14	34	20	7.79	60.68
22	18	22	4	-8.21	67.40
23	16	26	10	-2.21	4.88

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความแตกต่าง (d)	$X_d = d - Md$	$X_d^2$
24	14	27	13	0.79	0.62
25	14	28	14	1.79	3.20
26	18	27	9	-3.21	10.30
27	11	24	13	0.79	0.62
28	9	25	16	3.79	14.36
29	13	24	11	-1.21	1.46
30	10	25	15	2.79	7.78
31	11	27	16	3.79	14.36
32	8	27	19	6.79	46.10
33	11	29	18	5.79	33.52
34	13	18	5	-7.21	51.98
			415		1,023.42

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

$$= \frac{415}{34}$$

$$= 12.21$$

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง

การทดสอบความมีนัยสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัธยัม เลขคณิต ที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง "ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก" ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\hat{\sigma}} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_1, \bar{X}_2 &= \text{มัธยัม เลขคณิตของแต่ละกลุ่ม} \\ \hat{\sigma} &= \text{ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่ม} \\ &= 4.96 \end{aligned}$$

$$n_1 : n_2 = \text{จำนวนนักเรียนในแต่ละห้อง}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{25.94 - 17.84}{4.96} \sqrt{\frac{34 \times 38}{72}} \\ &= 6.9178 \end{aligned}$$

$$\text{ก๊ิ่นแห่งความเป็นอิสระ } t_{0.01} = 2.390$$

$$\therefore \mu_1 > \mu_2$$

ดังนั้น ก๊ำมัธยัม เลขคณิตที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .๐๑



๒. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัธยิม เลขคณิตที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

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

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}}$$

$$\bar{X}_1, \bar{X}_2 = \text{มัธยิม เลขคณิตของแต่ละกลุ่ม}$$

$$\sqrt{\quad} = \text{ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่ม}$$

$$= 13.19$$

$$n_1 n_2 = \text{จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม}$$

$$t = \frac{13.74 - 12.16}{13.19} \sqrt{\frac{34 \times 38}{72}}$$

$$= .5010$$

ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระ 70 ค่า  $t_{.01} = 2.660$

$$\therefore \mu_1 = \mu_2$$

ดังนั้นค่ามัธยิม เลขคณิตที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. ศึกษาระดับความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum X_i^2}{n(n-1)}}}$$

$$Md = \begin{aligned} &= \text{คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างที่ได้จากการ} \\ &\quad \text{ทดสอบสอง ครั้ง} \\ &= 5.66 \end{aligned}$$

$$\sum X_i^2 = \begin{aligned} &= \text{ผลรวมกำลังสองของส่วน เบี่ยงเบนของคะแนน} \\ &\quad \text{ความแตกต่างที่เบี่ยงเบนไปจากค่าความแตกต่าง} \\ &\quad \text{เฉลี่ย} \\ &= 1098.70 \end{aligned}$$

$$n = \text{จำนวนนักเรียน}$$

$$t = \frac{5.66}{\sqrt{\frac{1,098.70}{38 \times 37}}}$$

$$= 6.432$$

$$t_{0.01} = 2.423$$

$$\therefore \mu_1 > \mu_2$$

ดังนั้นคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มควบคุมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

## ๔. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่ม

ทดลอง

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$t = \frac{Md}{\sqrt{\frac{\sum x_d^2}{n(n-1)}}}$$

$$Md = \text{คะแนนเฉลี่ยของความแตกต่างที่ได้จากการทดสอบสองครั้ง}$$

$$= 12.21$$

$$\sum x_d^2 = \text{ผลรวมกำลังสองของส่วน เบี่ยงเบนของคะแนนความแตกต่างที่เบนไปจากค่าความแตกต่างเฉลี่ย}$$

$$= 1,023.42$$

$$n = \text{จำนวนนักเรียน}$$

$$t = \frac{12.21}{\sqrt{\frac{1,023.42}{34 \times 33}}}$$

$$= 12.71$$

$$\text{ที่ขึ้นแห่งความเป็นอิสระ } 33, t_{.01} = 2.457$$

$$\mu_1 > \mu_2$$

ดังนั้นคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ระดับ .๐๑

๕. การทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัธยิม เลขคณิตที่ได้จากการทดสอบพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

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

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\hat{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}}$$

$$\bar{X}_1, \bar{X}_2 = \text{มัธยิม เลขคณิตของ แต่ละกลุ่ม}$$

$$\hat{s} = \text{ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานของทั้งสองกลุ่ม}$$

$$= 4.79$$

$$n_1, n_2 = \text{จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่ม}$$

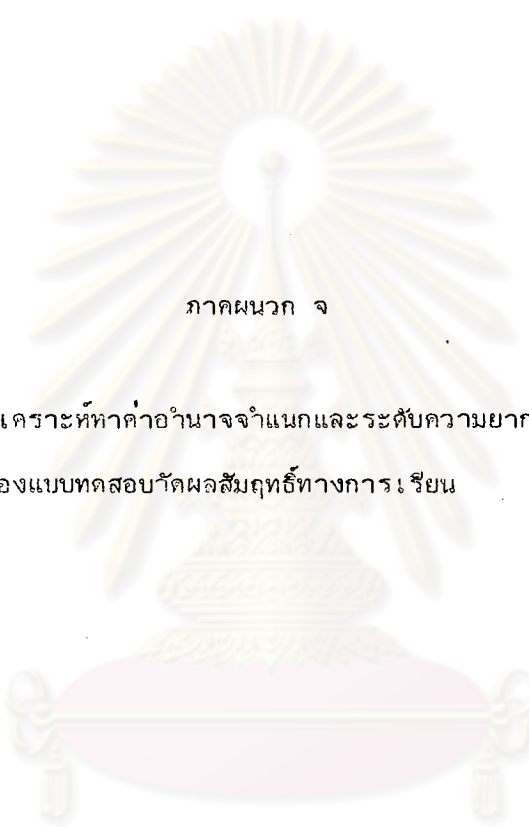
$$t = \frac{19.85 - 19.50}{4.79} \sqrt{\frac{34 \times 38}{72}}$$

$$= 0.309$$

ที่ชั้นแห่งความเป็นอิสระ 70 ค่า  $t_{.01} = 2.660$

$$\therefore \mu_1 = \mu_2$$

ดังนั้น ค่ามัธยิม เลขคณิตที่ได้จากการทดสอบพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01



ภาคผนวก จ

ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกและระดับความยากง่าย

ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 13. แสดงอำนาจจำแนกและระดับความยากง่ายของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	$R_H$	$R_L$	$R_H + R_L$	$R_H - R_L$	$V_i$	$D_i$
1	24	0	24	24	0.43	0.21
2	46	31	77	15	0.27	0.70
3	38	12	50	26	0.47	0.45
4	48	20	68	28	0.50	0.61
5	26	7	33	19	0.34	0.30
6	30	6	36	24	0.43	0.32
7	33	16	49	17	0.30	0.44
8	30	16	46	14	0.25	0.41
9	39	15	54	24	0.43	0.49
10	27	6	33	21	0.38	0.30
11	27	10	37	17	0.30	0.33
12	29	9	38	20	0.36	0.34
13	21	8	29	13	0.34	0.26
14	42	27	69	15	0.27	0.62
15	39	22	61	17	0.30	0.55
16	45	32	77	13	0.23	0.70
17	34	17	51	17	0.30	0.49
18	37	15	52	22	0.40	0.47
19	44	14	58	30	0.54	0.52
20	36	16	52	20	0.36	0.47
21	33	15	48	18	0.32	0.43
22	28	13	41	15	0.27	0.37
23	38	21	59	17	0.30	0.53

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	$R_H$	$R_L$	$R_H+R_L$	$R_H-R_L$	$V_i$	$D_i$
24	30	10	40	20	0.36	0.36
25	43	14	57	29	0.52	0.51
26	30	11	41	19	0.34	0.37
27	47	27	74	20	0.36	0.67
28	27	12	39	15	0.27	0.35
29	37	23	60	14	0.25	0.54
30	19	8	27	11	0.20	0.24
31	27	11	38	16	0.29	0.34
32	43	12	55	31	0.56	0.50
33	29	17	46	12	0.21	0.41
34	32	14	46	18	0.32	0.41
35	37	23	60	14	0.25	0.54
36	39	16	55	23	0.41	0.50
37	19	7	26	12	0.21	0.23
38	37	13	50	24	0.43	0.45
39	37	16	53	21	0.38	0.48

จากตารางจะเห็นว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายแตกต่างกัน ตั้งแต่ค่อนข้างง่าย(.70) จนถึงค่อนข้างยาก(.21) และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ถึง .56

ภาคผนวก ฉ

การหาสัมประสิทธิ์แห่งความ เชื่อถือได้ของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 14 คะแนนการวิเคราะห์แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

X	f	fX	X <sup>2</sup>	fX <sup>2</sup>
7	2	14	49	98
8	8	64	64	512
9	5	45	81	405
10	11	110	100	1,100
11	6	66	121	726
12	16	192	144	2,304
13	11	143	169	1,859
14	15	210	196	2,940
15	14	210	225	3,150
16	15	240	256	3,840
17	15	255	289	4,335
18	12	216	324	3,888
19	6	114	361	2,166
20	2	160	400	3,200
21	14	294	441	6,174
22	3	176	484	3,872
23	12	276	529	6,348
24	6	144	576	3,456
25	4	100	625	2,500
26	2	52	676	1,352
27	3	81	729	2,187
28	4	112	784	3,136
30	1	30	900	900
31	3	93	961	2,883
32	1	32	1,024	1,024
	202	3,429		64,355

$$\bar{X} = 16.98, S_x^2 = 30.27$$

ตารางที่ 15 แสดงค่า P และ Q ของข้อสอบแต่ละข้อ

ข้อที่	P	Q	PQ	ข้อที่	P	Q	PQ
1	0.16	0.84	0.13	21	0.43	0.57	0.25
2	0.68	0.32	0.22	22	0.38	0.62	0.23
3	0.39	0.61	0.24	23	0.52	0.48	0.25
4	0.55	0.45	0.25	24	0.34	0.66	0.19
5	0.25	0.75	0.19	25	0.48	0.52	0.25
6	0.29	0.71	0.21	26	0.40	0.60	0.24
7	0.41	0.59	0.24	27	0.68	0.32	0.22
8	0.41	0.59	0.24	28	0.36	0.64	0.23
9	0.53	0.47	0.25	29	0.54	0.46	0.25
10	0.27	0.73	0.20	30	0.19	0.81	0.16
11	0.34	0.66	0.22	31	0.33	0.67	0.22
12	0.33	0.67	0.22	32	0.47	0.53	0.25
13	0.25	0.75	0.19	33	0.44	0.56	0.25
14	0.66	0.34	0.22	34	0.46	0.54	0.25
15	0.57	0.43	0.25	35	0.58	0.42	0.24
16	0.71	0.29	0.21	36	0.42	0.58	0.24
17	0.48	0.52	0.25	37	0.18	0.82	0.15
18	0.48	0.52	0.25	38	0.46	0.54	0.25
19	0.57	0.43	0.25	39	0.49	0.51	0.25
20	0.51	0.49	0.25				

$$\Sigma PQ = 8.85$$

การหาสัมประสิทธิ์แห่งความเชื่อถือได้ของแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ซึ่งทดสอบกับตัวอย่างประชากรที่ ๗ ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน 20<sup>1</sup>  
(Kuder-Richardson Formula 20)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left( \frac{S_t^2 - \sum P^2 Q^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ  $r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

P = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก

Q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด

$S_t^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

n = จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

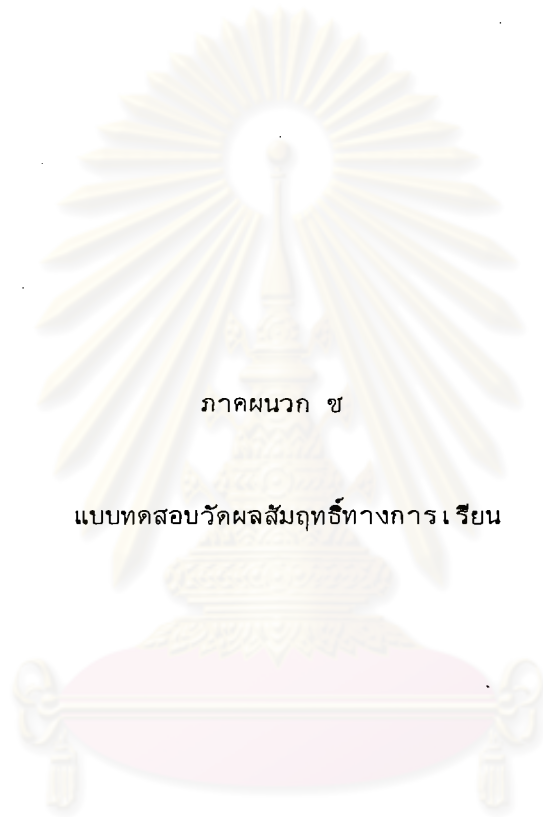
$\sum P^2 Q^2$  = ความแปรปรวนของข้อสอบทุกข้อ

$$r_{tt} = \frac{39}{38} \left( \frac{30.27 - 0.85}{30.27} \right)$$

$$= 0.73$$

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<sup>1</sup> อนันต์ ศรีโสภกา, หลักการวิจัยเบื้องต้น, พิมพ์ครั้งที่ ๒ (กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, ๒๕๒๑) หน้า ๒๒๒.



ภาคผนวก ช

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## แบบทดสอบ เรื่อง ไฟฟ้าและ เครื่องอำนวยความสะดวก

- คำสั่ง
๑. ข้อสอบทั้งหมดมี ๓๕ ข้อ เวลาทำ ๔๐ นาที
  ๒. ในแต่ละข้อ ให้นักเรียน เลือกคำตอบที่ถูกที่สุด เพียงคำตอบเดียว
  ๓. นักเรียนต้องส่งกระดาษคำตอบพร้อมกระดาษคำตอบ
  ๔. อย่าทำเครื่องหมายใดๆลงในกระดาษคำตอบ

๑. การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังความร้อนระบบใด ที่มีต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยถูกที่สุด
  - ก. ระบบพลังไอน้ำ
  - ข. ระบบกังหันก๊าซ
  - ค. ระบบดีเซล
  - ง. ระบบนิวเคลียร์
๒. การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังน้ำ มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร
  - ก. พลังงานจลน์ → พลังงานศักย์ → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า
  - ข. พลังงานศักย์ → พลังงานจลน์ → พลังงานกล → พลังงานไฟฟ้า
  - ค. พลังงานศักย์ → พลังงานกล → พลังงานจลน์ → พลังงานไฟฟ้า
  - ง. พลังงานจลน์ → พลังงานกล → พลังงานศักย์ → พลังงานไฟฟ้า
๓. ในบริเวณที่มีถ่านหินในปริมาณมาก ควรจะสร้างโรงผลิตกระแสไฟฟ้าระบบใด
  - ก. ระบบพลังไอน้ำ
  - ข. ระบบกังหันก๊าซ
  - ค. ระบบดีเซล
  - ง. ถูกทุกข้อ
๔. " ไอน้ำแห้ง " คืออะไร
  - ก. ไอน้ำที่มีความชื้นน้อยที่อุณหภูมิ ๑๐๐°C
  - ข. ไอน้ำที่มีความชื้นมากแต่อุณหภูมิสูงกว่า ๑๐๐°C
  - ค. ไอน้ำที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงกว่า ๑๐๐°C
  - ง. ไอน้ำที่มีความดันสูงที่อุณหภูมิ ๑๐๐°C
๕. การผลิตระบบใดที่อาจใช้ในการเสริมกำลังผลิตแก่ระบบอื่นๆ ในยามที่ต้องการกระแสไฟฟ้ามาก
  - ก. ระบบพลังไอน้ำ
  - ข. ระบบกังหันก๊าซ
  - ค. ระบบพลังน้ำ
  - ง. ระบบนิวเคลียร์
๖. สิ่งใดที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งแรกเมื่อมีการสร้างเขื่อน
  - ก. การชลประทาน
  - ข. การประมง
  - ค. การอพยพ
  - ง. การท่องเที่ยว
๗. เราใช้อะไรเป็นตัวควบคุมปริมาณของปฏิกิริยาดีเซลในเครื่องปฏิกรณ์
  - ก. นิวตรอน
  - ข. กราไฟต์
  - ค. คาร์บอน
  - ง. น้ำ
๘. กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้มีต้นกำเนิดจากอะไร
  - ก. พลังน้ำ
  - ข. น้ำมัน
  - ค. ถ่านหิน
  - ง. ดวงอาทิตย์
๙. บ้านหลังหนึ่งมีการใช้ไฟฟ้าดังนี้
 

ประเภทแสงสว่าง	๑,๐๐๐ วัตต์
วิทยุและโทรทัศน์	๓๕๐ วัตต์
พัดลม	๕๐๐ วัตต์
เตารีดไฟฟ้า	๗๕๐ วัตต์
เตาไฟฟ้า	๔๐๐ วัตต์

 ถ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชิ้นใช้กับแรงเคลื่อน ๒๒๐

- โวลต์ บ้านหลังนี้ควรใช้กระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์
- ก. ๗.๕ แอมแปร์      ข. ๑๒ แอมแปร์  
ค. ๑๕ แอมแปร์      ง. ๒๐ แอมแปร์
๑๐. เราใช้เชื้อเพลิงอะไรในการผลิตกระแสไฟฟ้ามากที่สุด
- ก. ถ่านลิกไนต์      ข. ก๊าซธรรมชาติ  
ค. น้ำมันดีเซล      ง. น้ำมันเตา
๑๑. บริเวณริมแม่น้ำใกล้แหล่งชุมชนใหญ่ ควรสร้างโรงไฟฟ้าระบบใด
- ก. ระบบพลังน้ำ      ข. ระบบพลังไอน้ำ  
ค. ระบบดีเซล      ง. ระบบกังหันก๊าซ
๑๒. บ้านหลังหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า ๘๐๐ วัตต์เป็นเวลานาน ๒ ชั่วโมงทุกวัน ใน ๑ เดือน (๓๐ วัน) เจ้าของบ้านจะเสียค่าไฟฟ้าเท่าใด ถ้าค่าไฟฟ้าราคาตามิตละ ๒ บาท
- ก. ๒๔ บาท      ข. ๔๘ บาท  
ค. ๗๒ บาท      ง. ๙๖ บาท
๑๓. การผลิตกระแสไฟฟ้าระบบใดที่ไม่ต้องมีกังหันเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
- ก. ระบบพลังน้ำ      ข. ระบบพลังไอน้ำ  
ค. ระบบดีเซล      ง. ระบบนิวเคลียร์
๑๔. ระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะของแหล่งพลังงาน ได้แก่อะไรบ้าง
- ก. ระบบเชื้อเพลิงธรรมชาติและเชื้อเพลิงนิวเคลียร์  
ข. ระบบพลังน้ำและระบบพลังไอน้ำ  
ค. ระบบพลังน้ำและระบบพลังก๊าซ  
ง. ระบบพลังน้ำและระบบพลังความร้อน
๑๕. สิ่งใดที่ไม่ใช่ผลผลิตของปฏิกิริยานิวเคลียร์
- ก. นิวตรอน      ข. คาร์บอน  
ค. รังสีแกมมา      ง. พลังงานความร้อน
๑๖. สิ่งใดที่เป็นตัวทำให้เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์
- ก. คริปทอน      ข. นิวตรอน  
ค. กราไฟต์      ง. น้ำ
๑๗. สาเหตุที่ต้องระงับโครงการสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูที่อำเภอไวก้อ้นคืออะไร
- ก. ค่าใช้จ่ายสูงเกินไป  
ข. หาเชื้อเพลิงได้ยาก  
ค. ความปลอดภัยยังไม่พอ  
ง. ยังไม่มีความจำเป็นต้องสร้าง
๑๘. เครื่องใช้ไฟฟ้าชิ้นหนึ่งมีตัวเลขกำกับไว้ดังนี้ ๕๐๐ W 100 V ตัวเลขนี้บอกให้เราทราบถึงอะไร
- ก. ความต้านทานของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น  
ข. ค่ากระแสที่ไหลผ่านขณะใช้เครื่องนี้  
ค. ค่ากำลังไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้า  
ง. ถูกทุกข้อ
๑๙. เหตุใดจึงนิยมใช้กระแสสลับมากกว่ากระแสตรง
- ก. กระแสสลับมีอันตรายน้อยกว่ากระแสตรง  
ข. กระแสสลับสามารถเปลี่ยนเป็นกระแสตรง แต่กระแสตรงไม่สามารถเปลี่ยนเป็นกระแสสลับ  
ค. กระแสสลับสามารถแปลงแรงเคลื่อนให้สูงต่ำตามความต้องการได้  
ง. เพราะเครื่องใช้ไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้กับไฟกระแสสลับ
๒๐. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้าคืออะไร
- ก. มอเตอร์      ข. กังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า  
ค. ไดนาโม      ง. ถูกทุกข้อ
๒๑. ข้อใดไม่จำเป็นต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าระบบพลังน้ำ
- ก. กังหัน      ข. ท่อส่งน้ำ  
ค. น้ำจากเขื่อน  
ง. ทางระบายน้ำจากเขื่อน

๒๒. (๑) แรงดันของน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำ  
และระดับของน้ำ

(๒) น้ำซึ่งอยู่ในอ่างที่มีระดับสูง จะมี  
พลังงานจลน์อยู่ในตัวเอง

ก. คำกล่าวที่ (๑) และ (๒) ถูก และ  
(๒) เป็นเหตุผลของ (๑)

ข. คำกล่าวที่ (๑) และ (๒) ถูก แต่  
(๒) ไม่ใช่เหตุผลของ (๑)

ค. คำกล่าวที่ (๑) ถูก แต่ (๒) ผิด

ง. คำกล่าวที่ (๑) และ (๒) ผิด

๒๓. หลอดไฟฟ้าขนาด ๔๐ วัตต์ ๑๐๐ โวลต์  
จะใช้กระแสไฟฟ้ากี่แอมแปร์

ก. ๐.๔๐ แอมแปร์ ข. ๑.๒๕ แอมแปร์

ค. ๑.๗๕ แอมแปร์ ง. ๒.๒๕ แอมแปร์

๒๔. จากข้อ ๒๓ หลอดไฟฟ้ามีความต้านทาน  
เท่าใด

ก. ๔๔ โอห์ม ข. ๕๗ โอห์ม

ค. ๔๐ โอห์ม ง. ๒๕๐ โอห์ม

๒๕. ส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตกระแส  
ไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย  
ได้แก่อะไร

ก. ขั้วไฟฟ้าและสารละลายที่นำไฟฟ้าได้

ข. ขั้วไฟฟ้า สายไฟฟ้า แอมมิเตอร์

ค. สารละลายที่นำไฟฟ้าได้และแอมมิเตอร์

ง. ขั้วไฟฟ้า สายไฟฟ้า โวลต์มิเตอร์

๒๖. ข้อใดแตกต่างจากข้ออื่นๆ

ก. เซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย

ข. เซลล์สุริยะ

ค. หม้อแปลงไฟฟ้า

ง. ซีวเอลเซลล์

๒๗. ลักษณะใดที่จัดว่าเป็นการ "ประจุไฟ"

ให้กับเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

ก. ต่อเข้ากับแอมมิเตอร์

ข. ต่อเข้ากับหลอดไฟฟ้า

ค. ต่อเข้ากับแบตเตอรี่

ง. ต่อเข้ากับไดนาโม

๒๘. ขั้วไฟฟ้าของเซลล์สุริยะทำจากอะไร

ก. โลหะ ข. โลหะกับโลหะผสม

ค. โลหะผสม ง. สารกึ่งตัวนำ

๒๙. แผ่นบวกของเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วคือข้อใด

ก. ตะกั่วบริสุทธิ์ ข. ตะกั่วซัลเฟต

ค. ตะกั่วไดออกไซด์ ง. ตะกั่วโครไรด์

๓๐. การที่เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วสามารถจ่ายไฟ  
ได้นั้น ขึ้นตอนใดสำคัญที่สุด

ก. ต้องมีการประจุไฟก่อน

ข. เซลล์นั้นต้องเคยจ่ายไฟมาแล้ว

ค. ต้องต่อเข้าด้วยกันหลายๆเซลล์

ง. ข้อ ก และ ค

๓๑. ข้อความต่อไปนี้เป็นข้อใดผิด

ก. การนำเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วหลายๆเซลล์  
มาต่ออนุกรมกัน เรียกว่า "แบตเตอรี่"

ข. ไดนาโม เป็นแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าที่  
ให้เฉพาะกระแสสลับ

ค. ไฟฟ้ากระแสตรงไม่สามารถทำให้เกิด  
กระแสเหนี่ยวนำ

ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

๓๒. ก๊าซธรรมชาติ → ออกซิเจน → น้ำ

คาร์บอนไดออกไซด์ → พลังงานไฟฟ้า

สมการข้างบนพบในแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า  
ประเภทใด

ก. เซลล์สุริยะ ข. ซีวเอลเซลล์

ค. เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว

ง. เซลล์ไฟฟ้าเคมีอย่างง่าย

๓๓. จากข้อ ๓๒ ก๊าซธรรมชาติทำหน้าที่อะไร

ก. เชื้อเพลิง ข. กระตะไลต์

ค. อิเล็กโทรด ง. อิเล็กโทรไลต์

๓๘. สารคู่ใดที่ทำหน้าที่เป็นอี เลกโทรดในถ่านไฟฉาย

- ก. แท่งถ่านและตะกั่ว
- ข. ทองแดงและสังกะสี
- ค. แท่งถ่านและสังกะสี
- ง. ทองแดงและแท่งถ่าน

๓๙. สารใดที่ไม่ใช่สื่ออิเล็กโทรไลต์

- ก. โปดัสเซียมไฮดรอกไซด์
- ข. กรดซัลฟูริก
- ค. น้ำบริสุทธิ์
- ง. อัมโมเนียมคลอไรด์

๔๐. ถ่านไฟฉาย แบบเตอร์ไรเดียนต์ และซีวเฮลเซล

เหมือนกันในข้อใด

- ก. เป็นเซลล์ไฟฟ้าเคมี
- ข. ให้กำลังไฟฟ้าสูงใกล้เคียงกัน
- ค. มีกระบวนการในการผลิตกระแสไฟฟ้าเหมือนกัน
- ง. ไม่มีค่าต่อปฏิกิริยา

๔๑. ปริมาณของกระแสเหนี่ยวนำจะมากหรือน้อย

ไม่ขึ้นกับปริมาณใด

- ก. แรงขั้วแม่เหล็ก
- ข. ความเร็วของการเคลื่อนที่ของขดลวด
- ค. จำนวนรอบของขดลวด
- ง. ขนาดของขดลวด

๔๒. ส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในไดนาโม คือข้อใด

- ก. แท่งเหล็ก ขดลวด
- ข. ขดลวด แอมมิเตอร์
- ค. ขดลวด แท่งแม่เหล็ก
- ง. แท่งแม่เหล็ก แอมมิเตอร์ ขดลวด

๔๓. หม้อแปลงอันหนึ่งมีจำนวนรอบของ

ขดปฐมภูมิเท่ากับ ๑๕๐ รอบ และ

ขดทุติยภูมิเท่ากับ ๓๐๐ รอบ ถ้า

แรงเคลื่อนทางขดปฐมภูมิเท่ากับ

๓๐๐ โวลต์ แรงเคลื่อนทางขด

ทุติยภูมิจะเป็นเท่าใด

- ก. ๓๖๐ โวลต์
- ข. ๔๐๐ โวลต์
- ค. ๕๐๐ โวลต์
- ง. ๖๐๐ โวลต์

ศูนย์วิทยพัชกร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ประวัติ

นายธีรชิต หอมโกศล เกิดเมื่อวันที่ ๑๘ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๖ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา ๒๕๑๘ เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์ สาขาการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา ๒๕๒๒

ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ ๑ ระดับ ๓ โรงเรียนชินโรสวิทยาลัย ถนนอิสรภาพ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยพัชร์พยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย