บรรณานุกรม

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาไทย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, ดร. "ศูนย์การเรียน แนวทางใหม่สำหรับการปฏิรูประบบห้องเรียน" วารสารครุศาสตร์, ๖ – ๗ (ตุลาคม – มกราคม, ๒๕๑๗), ๕๔ – ๕๕.

_____. "การปรับปรุงการสอนระดับมหาวิทยาลัยด้วย Chula Plan." วารสารศรีนครินทรวิโรฒ, ๑๐ (ธันวาคม, ๒๕๑๗), ๔.

นพเก้า สุนทรเกส. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์โดยวิธีสอนแบบการเรียนเป็นทีม กับการเรียนแบบบรรยายประกอบการสาธิตของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่สอง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๔.

นิมิตร มาศเกษม. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบระหว่างวิธีสาธิต และวิธีปฏิบัติการทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.

บุญสืบ พันธ์ดี. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระหว่างวิธีสอนโดยใช้ชุดการสอนและการบรรยาย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๑๘.

ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู, (พิมพ์ครั้งที่ ๓ พระนคร ไทยวัฒนาพานิช, ๒๕๑๕), ๔๐ – ๔๘.

พงษ์ศักดิ์ ปัญจพรผล. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์วิชาหัตถศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระหว่างวิธีสอนโดยใช้ชุดการสอนกับวิธีแบบบรรยาย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๒๕๑๘.

ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา, แผนกวิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๑๔๑ – ๑๔๗.

วิชัย มุนีอัญชุลีกุล. "การเปรียบเทียบการสอนวิธีทำหุ่นจำลองผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยใช้โปรแกรมฟิล์มลูพ และการสาธิต." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๒๕๑๖.

วนิดา นิ่มเสมอ. "การสอนชีววิทยาแก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ในห้องเรียนแบบศูนย์–การเรียน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๒๕๑๖.

วิจิตร ศรีสอ้าน. "เทคนิควิทยาทางการศึกษา." ศูนย์ศึกษา, ๙ – ๑๐, (กันยายน – ตุลาคม, ๒๕๑๒), ๒๑ – ๒๓.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. "การสอนแบบสืบสวนสอบสวน." วารสารครุศาสตร์, ๑ – ๒, (ธันวาคม – มีนาคม, ๒๕๑๕), ๑๐๗.

สิปปนนท์ เกตุทัต. "การวางพื้นฐานเพื่อปฏิรูปการศึกษา." วารสารครุศาสตร์, ๓, (สิงหาคม – ตุลาคม, ๒๕๑๗), ๗.

สุดา สินสกุล. "ระบบการผลิตชุดการสอนแผนจุฬา." วารสารครุศาสตร์, ๓, (กันยายน – ตุลาคม, ๒๕๑๔), ๓๖ – ๔๕.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, ๒๕๑๗, ๑๓๕ – ๑๔๐.

เสริมแสง พันธุมสุต. ม.ล. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิผลในการเรียนราชาศัพท์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลาง และแบบศูนย์การเรียน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๒๕๑๘.

แสงอรุณ โปร่งธุระ. "ประสิทธิภาพการสอนวิชาสังคมศึกษาในห้องเรียน แบบศูนย์การเรียน และห้องเรียนระบบธรรมดาในระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกมัธยมศึกษา จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, ๒๕๑๗.

อัจฉรา ประไพตระกูล. "การสอนเป็นคณะ." วารสารครุศาสตร์, ๒, (กุมภาพันธ์ – มีนาคม, ๒๕๑๖), ๓๖.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Bruner, Jerome S. "The Act of Discovery," Inquiry Techniques for Teaching Science. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1968, pp. 342.

Bishop, Lloyd K. Individualizing Educational Systems. New York: Harper & Row, Publisher, 1971, pp. 35.

Davidson, Dennis. "Learning Mathematics in a Group Situation," Mathematics Teachers. Vol. 21, No. 1 (February, 1964), pp. 101.

Entwistle, Harold. Child Centered Education. London: Methuen & Co., Ltd. 1970, pp. 143.

Freeman, Kenneth, and Others. Helping Children Understand Science. Philadelphia: The John C. Winston Company, 1954, pp. 5.

Gerlach, Vernon S. and Ely, Donald P. Teaching and Media: A Systematic Approach. New Jersey: Englewood Cliffs, Prentice Hall, Inc., 1921, pp. 287 - 289.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Meeks, Elija B. "Learning Package Versus Conventional Methods of Instruction," Dissertation Abstracts International, Vol. 32, No. 8, (February, 1972), pp. 4295 A - 4296 A.

Schwab, Joseph J. "The Teaching of Science as Inquiry," The Teaching of Science. Cambridge : Harvard University Press, 1962, pp. 102.

Sund, Robert B. and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry in the Secondary School. Ohio : Charles E. Merril Publishing Co., 1967, pp. 117.

Whittier, Robert H. "Relationship of a Learning Center Experience to Change in Attitude and Achievement of Girls and Boys," Dissertation Abstracts. Vol. 34, No. 1, 1973 pp. 216 A.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

แผนการสอน และชุดการสอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

หน่วยที่ ๑ เรื่อง ไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวก

หัวเรื่อง

๑. การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า
๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือไดนาโม
๓. เครื่องยนต์ไฟฟ้า หรือมอเตอร์
๔. หม้อแปลง หรือทรานส์ฟอร์เมอร์
๕. วิธีตรวจขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากการผ่านกระแสไฟฟ้าไปที่แท่งเหล็กอ่อน

มโนทัศน์

๑. กระแสไฟฟ้าทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็ก และเมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก หรือเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดกับขดลวด จะเกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น

๒. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือไดนาโม คือเครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า ไดนาโม มี ๒ ชนิด คือ

(ก) ไดนาโมกระแสตรง
(ข) ไดนาโมกระแสสลับ

๓. เครื่องยนต์ไฟฟ้าหรือมอเตอร์ คือเครื่องมือที่เปลี่ยนผลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์มี ๒ ชนิด คือ

(ก) มอเตอร์กระแสตรง
(ข) มอเตอร์กระแสสลับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๔. หม้อแปลง หรือทรานส์ฟอร์เมอร์ คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกระแสสลับให้สูงขึ้นหรือต่ำลง หม้อแปลงมี ๒ ชนิด คือ

(ก) หม้อแปลงขึ้น

(ข) หม้อแปลงลง

๕. เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังแท่งเหล็กอ่อนจะทำให้ปลายทั้งสองของแท่งเหล็กอ่อนเกิดเป็นขั้วเหนือและขั้วใต้

<u>จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม</u>

๑. นักเรียนสามารถ

๑.๑ บอกวิธีทดลองการทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำ โดยเคลื่อนขดลวดในสนามแม่เหล็ก หรือเคลื่อนแม่เหล็กผ่านขดลวด

๑.๒ บอกได้ว่า แม้จะมีขดลวดและแม่เหล็ก แต่ไม่มีการเคลื่อนที่ก็จะไม่มีกระแสเหนี่ยวนำเกิดขึ้น

๑.๓ สรุปได้ว่า กระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนรอบของขดลวด แรงขั้วของแม่เหล็ก และการเคลื่อนที่เร็วหรือช้าของแม่เหล็ก หรือของขดลวด

๒. นักเรียนสามารถอธิบาย

๒.๑ วิธีทำให้เกิดกระแสตรง และกระแสสลับ โดยการหมุนขดลวดตัดสนามแม่เหล็ก

๒.๒ ความแตกต่างของกระแสตรงและกระแสสลับได้

๒.๓ คำจำกัดความของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๓. นักเรียนสามารถบอก

๓.๑ คำจำกัดความของเครื่องยนต์ไฟฟ้าได้

๓.๒ ความแตกต่างของมอเตอร์กระแสตรง และมอเตอร์กระแสสลับได้

๔. นักเรียนสามารถบอก

๔.๑ คำจำกัดความของหม้อแปลงได้

๔.๒ ความแตกต่างของหม้อแปลงขึ้นและหม้อแปลงลงได้

๕. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า

๕.๑ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเหล็กอ่อน จะทำให้เหล็กอ่อนเป็นแม่เหล็ก

๕.๒ ขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเป็นขั้วเหนือ หรือขั้วใต้

บันทึกการสอน

เนื้อหา	สื่อการสอน	กิจกรรมการเรียน	การประเมินผล
	๑. ขั้นนำ รวมชั้น		ให้นักศึกษาทำ Pretest

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหา	สื่อการสอน	กิจกรรมการเรียน	การประเมินผล
การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	๒. ขั้นประกอบกิจกรรม (๑) สายไฟเบอร์ ๒๓ ยาว ๒.๕๐ เมตร ๒ เส้น (๒) สายไฟพร้อมคลิปปากจรเข้ ๒ ชุด (๓) มิลลิแอมมีเตอร์ ๒ อัน (๔) แม่เหล็กทรงกระบอก ๔ แท่ง (๕) ใบมีด ๑ อัน ตะปูตัวเล็ก เทปใส (๖) บัตรคำสั่ง แผ่นคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือไดนาโม	(๑) แม่เหล็ก ๒ แท่ง ต่อ ๑ กลุ่ม (๒) แผ่นเหล็กรูปตัวยู ๑ อัน (๓) แผ่นไม้ขนาด ๔.๕ x ๑๐ ซ.ม. ๑ แผ่น (๔) แท่งไม้สี่เหลี่ยม ขนาด ๒.๕ x ๓.๗ ซ.ม. ๑ แท่ง (๕) แกนอลูมีเนียมยาว ๑๐ ซ.ม. ๑ อัน (๖) แกนโลหะสำหรับยึดแกนอลูมีเนียม ๒ อัน		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหา	สื่อการสอน	กิจกรรมการเรียน	การประเมินผล
	(๗) สายไฟอ่อนขนาดเล็กยาว ๑.๕ ม. ๑ เส้น (๘) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ ๒ ชุด (๙) มิลลิแอมมีเตอร์, เทปใส (๑๐) บัตรคำสั่ง แผ่นคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
เครื่องยนต์ไฟฟ้า หรือมอเตอร์	(๑) แม่เหล็กแท่งตรงมีขั้วอยู่ด้านข้าง ๒ แท่ง ต่อ ๑ กลุ่ม (๒) เสียบหมุดสำหรับสอดแกน ๒ ข้าง บนฐานไม้ (๓) แผ่นไม้ขนาด ๒.๕ + ๓.๗๕ ซ.ม. สำหรับพันลวด (๔) แผ่นไม้ฐานสอดเข้าไปในแผ่นเหล็กรูปตัวยู (๕) แผ่นทองเหลืองติดกับชิ้นไม้เล็ก ๆ เสียบลงบนฐานไม้ (๖) ลวดอลูมีเนียมสำหรับเป็นแกนหมุนของขดลวด (๗) สายไฟ หม้อแปลง เทปใส (๘) บัตรคำสั่ง แผ่นคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อหา	สื่อการสอน	กิจกรรมการเรียน	การประเมินผล
หม้อแปลงหรือทรานส์ฟอร์เมอร์	(๑) เหล็กอ่อนรูปตัวยู ๓ อัน พันสายไฟ ๕๐ รอบ ๒ อัน พัน ๑๐๐ รอบ ๑ อัน (๒) สายไฟขนาดเล็ก (๓) หลอดไฟขนาดเล็ก ๑.๕ โวลต์ (๔) หม้อแปลงไฟจ่ายกระแสสลับ ๒ โวลต์ (๕) กล่องพร้อมฐานไฟฉาย ๒ ก้อน (๖) บัตรคำสั่ง แผ่นคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
วิธีตรวจขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากการผ่านกระแสไฟฟ้าไปที่แท่งเหล็กอ่อน	(๑) ตะปู ๑ ตัว ต่อ ๑ กลุ่ม (๒) สายไฟ (๓) กล่องพร้อมฐานไฟฉาย ๒ ก้อน (๔) เข็มหมุด (๕) เข็มทิศ (๖) บัตรคำสั่ง แผ่นคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
	๓. ขั้นสรุปรวมชั้น	นักศึกษาช่วยกันสรุปบทเรียน	ทำ Post-tes

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา

หน่วยที่ ๖ เรื่อง แสง

หัวเรื่อง

๑. ลักษณะของลำแสงเมื่อผ่านเลนส์นูน และเลนส์เว้า
๒. ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน
๓. สมบัติของแว่นขยาย
๔. ส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา
๕. สายตาสั้น สายตายาว และการแก้ไข

มโนทัศน์

๑. เลนส์นูนรวมแสงผ่านจุดโฟกัส จุดโฟกัสของเลนส์นูนเกิดจากลำแสงไปรวมกันจริง ๆ ทางเดินของลำแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนจะลู่เข้า

เลนส์เว้า กระจายแสง ทางเดินของลำแสงเมื่อผ่านเลนส์เว้าจะถ่างออก เสมือนว่าถ่างออกมาจากจุดโฟกัส

๒. ภาพ คือสิ่งที่ปรากฏแก่นัยน์ตา โดยพู่กันรังสีแสงที่เปล่งจากวัตถุได้เปลี่ยนทิศทางแล้วเข้าสู่นัยน์ตา ทำให้ประสาทนัยน์ตาเกิดความรู้สึกว่า พู่กันรังสีแสงมาจากจุดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่จุดบนผิววัตถุเดิมจุดต่าง ๆ นั้น คือภาพ

ภาพจริง คือภาพที่เกิดขึ้นเพราะรังสีแสงได้เปลี่ยนทิศทางที่เปล่งจากผิววัตถุแล้วรวมตัวตัดกันจริง ณ จุดที่เกิดภาพ แล้วรังสีของแสงจากจุดนั้นเข้ามาสู่นัยน์ตาจริง ๆ ภาพชนิดนี้ใช้ฉากรับได้ ภาพจริงจะมีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ อาจมีขนาดเล็กกว่า เท่ากับ หรือใหญ่กว่าวัตถุก็ได้ ตัวอย่างเช่น ภาพจริงที่เกิดจากกระจกเว้าหรือเลนส์นูน

ภาพเสมือน คือภาพที่ไม่ได้เกิดจากรังสีของแสง (จริง) ไปตัดกันจริง ๆ แต่มีรังสีเสมือนซึ่งเป็นเส้นสมมุติที่ลากต่อจากแนวรังสีจริงไปตัดกัน ณ จุดที่เกิดภาพเสมือน ภาพชนิดนี้เอาฉากรับไม่ได้ ส่วนมากหัวตั้งอาจมีขนาดเล็กกว่า หรือใหญ่กว่าวัตถุก็ได้ ตัวอย่างเช่น ภาพเสมือนที่เกิดจากกระจกนูน เลนส์เว้า และเลนส์นูนที่วัตถุอยู่ภายในทางยาวโฟกัส

๓. แว่นขยาย คือเลนส์นูนอันเดียว ที่วางวัตถุไว้ภายในทางยาวโฟกัส

ทางยาวโฟกัส คือระยะทางจากจุดโฟกัสถึงจักษุศูนย์หรือจุดกึ่งกลางของเลนส์

ภาพที่เกิดจากแว่นขยาย คือภาพเสมือน หัวตั้ง ขนาดขยาย

๔. ส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา

๕. สายตาสั้น คือความสามารถของนัยน์ตาที่มองเห็นชัดแต่สิ่งที่อยู่ใกล้ตา ส่วนสิ่งที่อยู่ไกลจะเห็นไม่ชัดเจน

สายตายาว คือความสามารถของนัยน์ตาที่มองเห็นชัดแต่สิ่งที่อยู่ไกล ส่วนสิ่งที่อยู่ใกล้จะมองเห็นไม่ชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม</u> สามารถบอก

๑. วิธีทดลอง และสรุปได้ว่า ลำแสงขนานที่ผ่านเลนส์นูนจะลู่เข้ามารวมกันที่จุดโฟกัส ส่วนลำแสงขนานที่ผ่านเลนส์เว้าจะถ่างออก และเมื่อต่อแนวลำแสงนั้นจะเสมือนว่าถ่างออกมาจากจุดโฟกัส

๒. วิธีทดลอง และสรุปได้ว่า ภาพของวัตถุที่อยู่ห่างจากเลนส์นูนมีขนาดเล็กกว่า เท่ากับ หรือใหญ่กว่าวัตถุ และสามารถบอกความแตกต่างระหว่างภาพจริงและภาพเสมือน

๓. ความหมายของทางยาวโฟกัส และทดลองหาทางยาวโฟกัสของเลนส์นูนได้

๔. ส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตาได้อย่างถูกต้อง

๕. สาเหตุของสายตาสั้น สายตายาว และวิธีแก้ไขได้

บันทึกการสอน

เนื้อหา	สื่อการสอน	กิจกรรมการเรียน	การประเมินผล
	๑. ขั้นนำ รวมชั้น		ให้นักศึกษาทำ Pretest
ลักษณะของแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า	๒. ขั้นประกอบกิจกรรม (๑) กระดาษขาวขนาด ๑๕×๑๕ ซ.ม. ๑ แผน ต่อ ๑ คน (๒) ดินสอ ไม้บรรทัด (๓) เลนส์นูน เลนส์เว้า (๔) หม้อแปลงไฟฟ้า (๕) กล่องแสง สายไฟพร้อมที่เสียบแผ่นกั้นแสงที่มี ๓ ช่อง (๖) บัตรคำสั่ง แผ่นคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		

เนื้อหา	สื่อการสอน	กิจกรรมการเรียน	การประเมินผล
ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน	(๑) Optical bench ๑ ชุดต่อ ๑ กลุ่ม (๒) วัตถุ เลนส์นูน ฉากรับภาพ (๓) บัตรคำสั่ง แผนคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
สมบัติของแวนขยาย	(๑) กระดาษขาวขนาด ๑๕×๑๕ ซ.ม. (๒) ไม้บรรทัด (๓) แวนขยาย (๔) บัตรคำสั่ง แผนคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
ส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา	บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา	(๑) ศึกษาเรื่องส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา (๒) ตอบคำถามในแบบฝึกหัด	
สายตาสั้น สายตายาว และการแก้ไข	(๑) แผ่นทดสอบสายตาของกองอนามัย โรงเรียน กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข (๒) บัตรคำสั่ง แผนคำบรรยาย บัตรกิจกรรม แบบฝึกหัด		
	๓. ขั้นสรุปรวมยอด		ให้นักศึกษาทำ Post-test

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสอนโดยวิธีสาธิต

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน ต่อจากนั้นครูทดลองให้นักศึกษาสังเกตบนโต๊ะสาธิตการทดลอง ในขณะที่ครูสาธิตการทดลองครูจะป้อนคำถามแก่นักศึกษา ถ้านักศึกษาสงสัยอาจถามครูได้ เมื่อครูสาธิตบทเรียนแต่ละบทจบแล้ว นำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายเพื่อหาข้อสรุป ให้นักศึกษาแต่ละคนอ่านเนื้อหาแต่ละบทเรียน จากเนื้อหาที่ครูแจกให้ แล้วตอบคำถามในแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทีละบท จนครบบทเรียนทั้ง ๒ หน่วย แล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ ๑

กิจกรรมการเรียน

๑. นักศึกษาอ่านบัตรคำสั่ง
๒. ทดลองตามบัตรกิจกรรม
๓. อ่านแผนคำบรรยาย
๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด

การประเมินผล

๑. สังเกตจากความสนใจ
๒. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม
๓. สังเกตจากการทำแบบฝึกหัด

บัตรคำสั่ง

๑. นักศึกษารับแผ่นบรรยายคนละ ๑ ชุด
๒. อ่านเนื้อเรื่องจากแผ่นบรรยายโดยละเอียด
๓. จัดเครื่องมือทดลองตามบัตรกิจกรรม แล้วบันทึกผลการทดลอง
๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
๕. ทดลองแล้วเก็บเครื่องมือด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ ๑

ศูนย์ที่ ๑

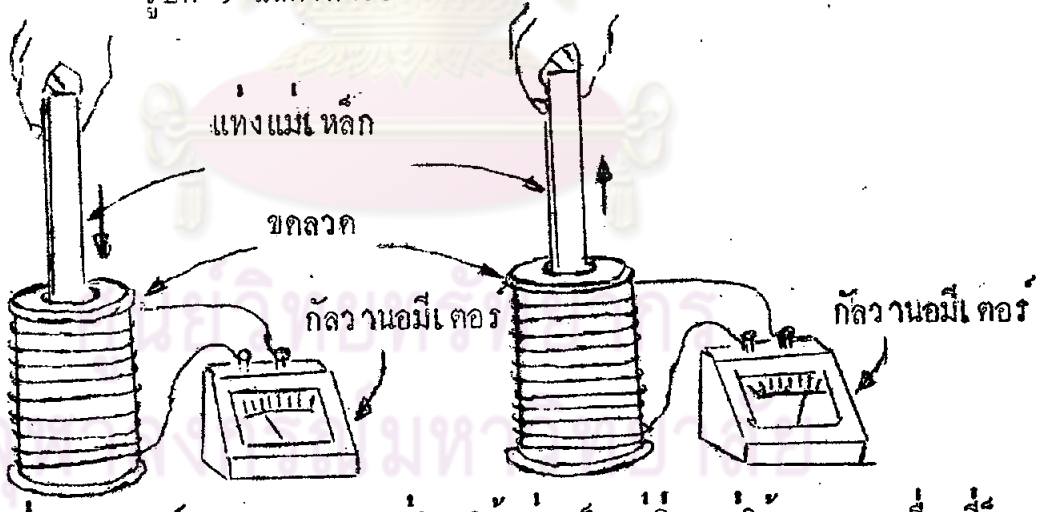
แผนบรรยาย

เรื่อง การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

(Electromagnetic induction)

ไมเคิล ฟาราเดย์ (ค.ศ. ๑๗๙๑ – ๑๘๖๗) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้นำเอาแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าหาขดลวดที่ต่อไว้กับกัลวานอมิเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า เขาสังเกตเห็นว่าเข็มของกัลวานอมิเตอร์เบนไป แสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นในขดลวดนั้น เมื่อเขาดึงแม่เหล็กออกจากขดลวด เข็มของกัลวานอมิเตอร์จะเบนไปในทางตรงกันข้าม แสดงว่าไฟฟ้าเกิดขึ้นเฉพาะเวลาที่แม่เหล็กหรือขดลวดกำลังเคลื่อนที่เท่านั้น ถ้าวางแม่เหล็กไว้เฉย ๆ ในขดลวดเข็มของกัลวานอมิเตอร์จะชี้ที่เลขศูนย์ แสดงว่าไม่มีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น

รูปที่ ๑ แสดงการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า



เมื่อฟาราเดย์ทำการทดลองใหม่โดยให้แม่เหล็กอยู่นิ่ง แต่ให้ขดลวดเคลื่อนที่ก็จะได้ผลเหมือนเดิม คือ เมื่อเลื่อนขดลวดเข้าหาแม่เหล็กจะเกิดไฟฟ้าไหลไปทางหนึ่ง และเมื่อ

เคลื่อนออกมาจากแท่งแม่เหล็กก็จะเกิดไฟฟ้าไหลไปอีกทางหนึ่ง ทั้งนี้สังเกตได้จากการที่เข็มของกัลวานอมิเตอร์เบนไปคนละทาง สรุปได้ว่า เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก หรือเส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดขดลวดก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในขดลวดนั้น ทิศทางที่กระแสไฟฟ้าไหลนั้นขึ้นอยู่กับทิศทางที่ขดลวดเคลื่อนที่ กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กเรียกว่า กระแสเหนี่ยวนำ (induced current) และเรียกวิธีการที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำนี้ว่า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic induction)

หลักการของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า คือ "ไม่ว่าจะมีแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เข้าออกระหว่างขดลวดที่เป็นวงจรปิด หรือมีขดลวดที่เป็นวงจรปิดเคลื่อนที่อยู่ในสนามแม่เหล็กก็ตาม ถ้ามีการเคลื่อนที่ตัดกันระหว่างขดลวดที่เป็นวงจรปิด กับกลุ่มเส้นแรงแม่เหล็กแล้ว ในขณะที่มีการตัดกันดังกล่าว จะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (induced E.M.F.) เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้มีกระแสเหนี่ยวนำไหลอยู่ในวงจรขดลวดนั้น"

ขนาดของกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นกับ

๑. ขนาดของสนามแม่เหล็ก

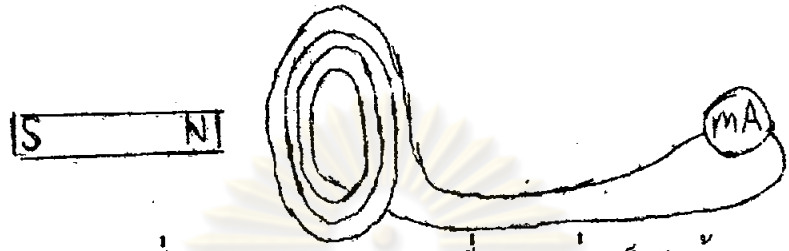
๒. อัตราเร็วในการหมุนขดลวด

๓. จำนวนรอบของขดลวด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๑

บัตรกิจกรรม



รูปที่ ๒ การทดลองการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

การเกิดกระแสไฟฟ้าจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า

๑. ใช้ขดลวดที่มีลวดสายไฟฟ้าพัน ๑๕ รอบ ต่อปลายทั้งสองของขดลวดนี้เข้ากับปลายทั้งสองของ มิลลิแอมมีเตอร์

๒. สอดแท่งแม่เหล็กที่มีกำลังขั้วอ่อนเข้าไปในขดลวดจนเกือบสุดแท่ง แล้วดึงออก สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

๓. ทำการทดลองซ้ำข้อ ๒ อีก โดยให้แท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่เร็วขึ้น สังเกตและบันทึกผล

๔. สอดแท่งแม่เหล็กเข้าไปในขดลวดแล้วหยุดนิ่ง สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์ แล้วบันทึกผล

๕. กลับขั้วแม่เหล็กที่สอดเข้าไปในขดลวด แล้วทดลองดังข้อ ๒, ๓ และ ๔

๖. เปลี่ยนแม่เหล็กเป็นแท่งที่มีกำลังขั้วสูงขึ้น แล้วทดลองดังข้อ ๒

๗. ใช้ขดลวดที่มีสายไฟฟ้าพัน ๒๕ รอบ โดยพันเพิ่มของเดิม แล้วทดลองดังข้อ ๒

๘. ถือแท่งแม่เหล็กที่มีกำลังขั้วสูงไว้ให้นิ่ง แล้วเคลื่อนขดลวดแทน แล้วบันทึกผลที่สังเกตเห็น

๙. เคลื่อนแม่เหล็ก หรือขดลวดอย่างใดอย่างหนึ่งโดยใช้ความเร็วไม่สม่ำเสมอ สังเกตการเบนของเข็มมิลลิแอมมีเตอร์ แล้วบันทึกผล

ศูนย์ที่ ๑ ชื่อ.....ชั้น.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะการทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
๑. สอดแท่งแม่เหล็กเข้าไปในขดลวด ๒. ดึงแท่งแม่เหล็กออกจากขดลวด ๓. เคลื่อนแท่งแม่เหล็กเร็วขึ้น ๔. แม่เหล็กหยุดนิ่งในขดลวด ๕. กลับขั้วแม่เหล็กที่สอดเข้าไปในขดลวด ๖. ใช้แท่งแม่เหล็กที่มีแรงขั้วสูงสอดเข้าไปในขดลวด ๗. เพิ่มจำนวนรอบของลวด ๘. เคลื่อนขดลวดสวมแท่งแม่เหล็กที่หยุดนิ่ง ๙. เคลื่อนแท่งแม่เหล็กหรือขดลวดด้วยความเร็วไม่สม่ำเสมอ	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๑ ชื่อ.....ชั้น.....

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. ถ้ามีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นจะทำให้เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์..... (เบนไป, อยู่กับที่)

๒. ถ้าเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สอดเข้าไปในขดลวด จะทำให้กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น..... (เปลี่ยนทิศทาง, ไม่เปลี่ยนทิศทาง)

๓. ในขณะที่ขดลวดเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก หรือแท่งแม่เหล็กเคลื่อนที่ตัดกับขดลวดจะ ..... (เกิด, ไม่เกิด) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

๔. ขณะที่ขดลวดและแท่งแม่เหล็กอยู่นิ่งจะ ..... (เกิด, ไม่เกิด) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

๕. ถ้าเพิ่มแรงขั้วของแท่งแม่เหล็ก เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์จะเบน ..... (มากขึ้น, น้อยลง)

๖. ถ้าเพิ่มจำนวนรอบของขดลวด เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์จะเบน ..... (มากขึ้น, น้อยลง)

๗. ถ้าอัตราการเคลื่อนที่ของขดลวดหรือแม่เหล็กมากขึ้น เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์จะเบน ..... (มากขึ้น, น้อยลง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๒

แผนบรรยาย

เรื่อง เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือไดนาโม

(Generator หรือ Dynamo)

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือไดนาโม คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

ส่วนประกอบของไดนาโม

๑. สนามแม่เหล็ก

๒. ขดลวดซึ่งเรียกว่า อาร์เมเจอร์

๓. วงแหวน

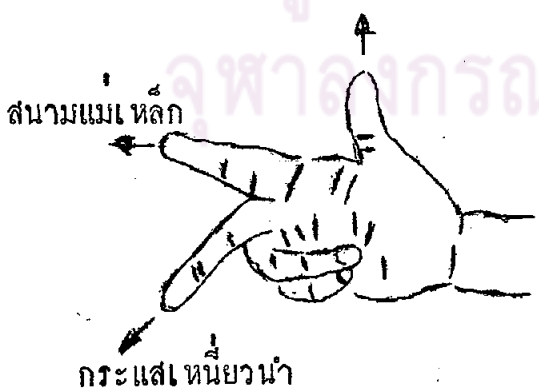
ไดนาโมมี ๒ ชนิด คือ

๑. ไดนาโมกระแสสลับ

๒. ไดนาโมกระแสตรง

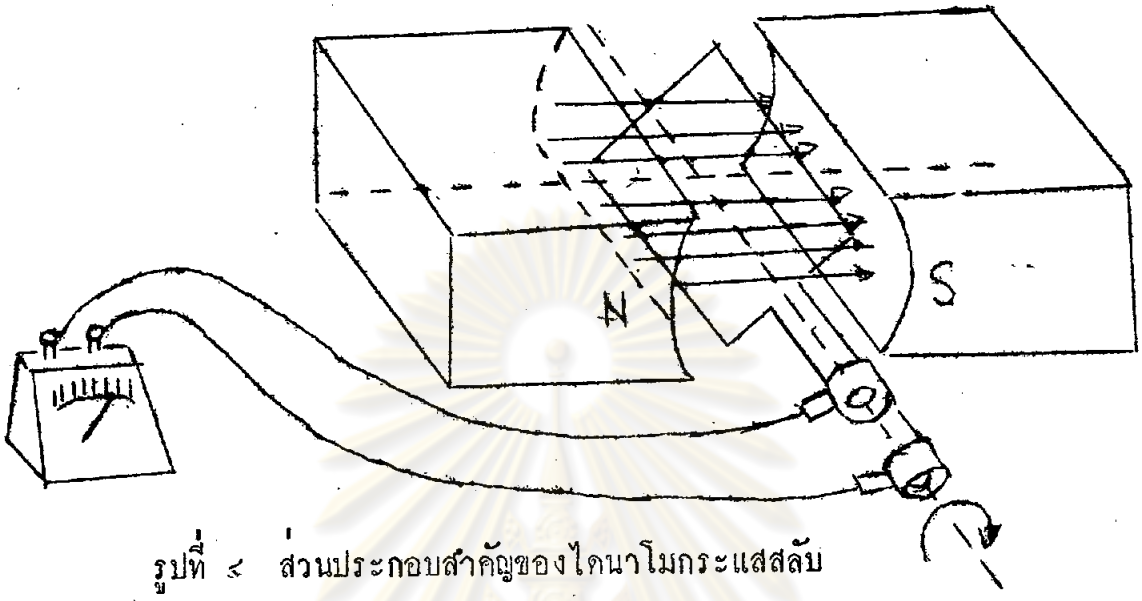
เราใช้กฎมือขวาของ เฟลมมิง หาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของขดลวด สนามแม่เหล็ก และกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ซึ่งมีใจความดังนี้.-

"ให้กางนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และนิ้วกลางของมือขวา ให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน นิ้วหัวแม่มือแสดงทิศการเคลื่อนที่ของตัวนำ นิ้วชี้แสดงทิศของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางจะแสดงทิศของกระแสเหนี่ยวนำในตัวนำนั้น"

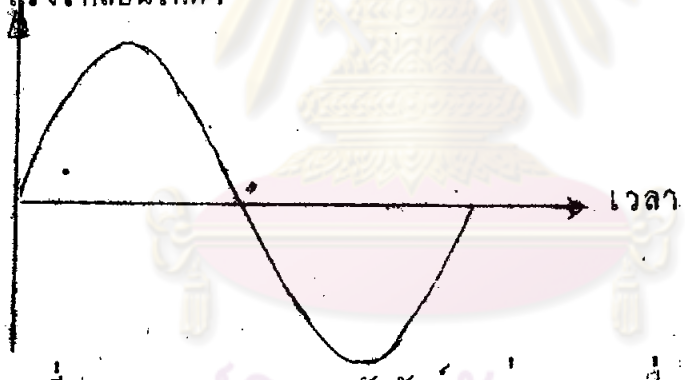


รูปที่ ๓ กฎมือขวาของ เฟลมมิง

๑. ไดนาโมกระแสสลับ



รูปที่ ๔ ส่วนประกอบสำคัญของไดนาโมกระแสสลับ



รูปที่ ๕ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับเวลาของไดนาโมกระแสสลับ

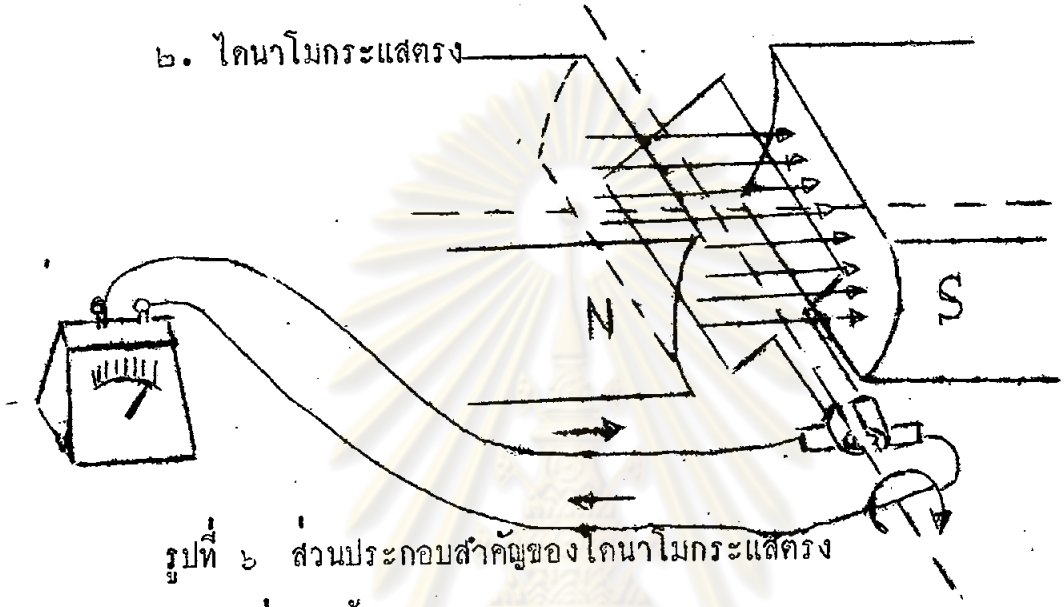
เมื่อหมุนขดลวดตัดเส้นแรงแม่เหล็กในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวด ถ้าต่อขดลวดกับวงจรภายนอกก็จะมีกระแสไฟฟ้าไหลสู่วงจรภายนอก เราอาจใช้กฎมือขวาของเฟลมมิงหาทิศของกระแสเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นได้

จากรูปที่ ๔ จะพบว่า กระแสในขดลวดจะกลับทิศทุกครั้งที่ระนาบของขดลวดอยู่ในแนวดิ่ง จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดจะมีค่าสูงสุดเมื่อขดลวดอยู่ในแนวดิ่ง

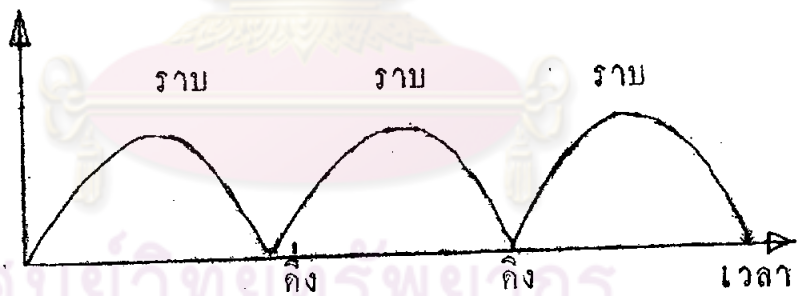
และเป็นขณะที่แรงเคลื่อนไฟฟ้าในกราฟของรูป ๕ เป็นศูนย์ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดเป็นศูนย์ เมื่อขดลวดอยู่ในแนวราบและเป็นขณะที่แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าสูงสุด

วงแหวนที่กระแสเข้าหรือออก เรียกว่า วงแหวนลื่น (Slip ring)

๒. ไดนาโมกระแสตรง



รูปที่ ๖ ส่วนประกอบสำคัญของไดนาโมกระแสตรง



รูปที่ ๗ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าของไดนาโมกระแสตรง กับเวลา

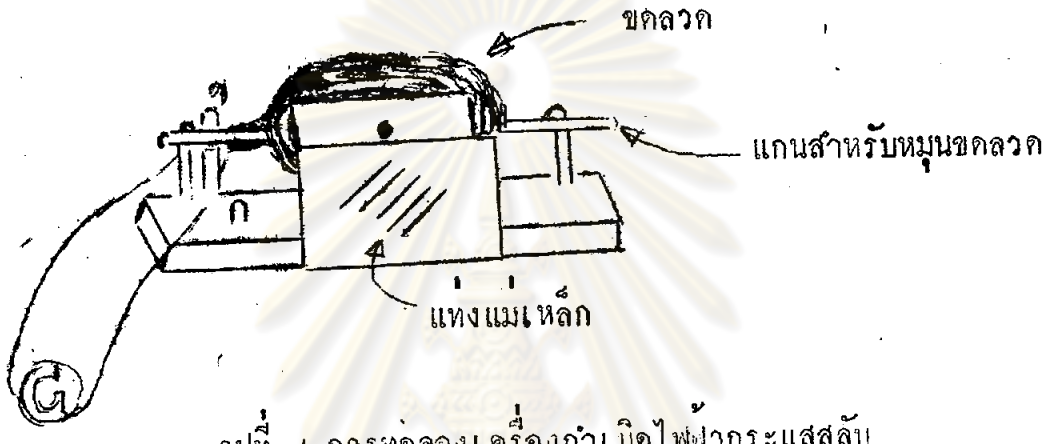
รูปที่ ๖ แสดงไดนาโมกระแสตรง ซึ่งดัดแปลงจากไดนาโมกระแสสลับ ขดลวดหมุนในสนามแม่เหล็กแบบเดียวกัน ดังนี้กระแสเหนี่ยวนำที่ไหลในขดลวดจะกลับทิศทุก ๆ ครึ่งรอบ แต่เราใช้วงแหวนผ่าซีก (split ring) หรือคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) แทน ทำให้เราได้กระแสไฟฟ้าไหลสู่วงจรภายนอกในทิศเดียวกันเสมอ

ตามรูปที่ ๗ แสดงว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีค่าสูงสุดเมื่อระนาบของขดลวดอยู่ในแนวราบ เมื่อขดลวดหมุนไป ๙๐° และไปอยู่ในแนวดิ่ง แรงเคลื่อนไฟฟ้าเป็นศูนย์ต่อไปเรื่อย ๆ ถ้าเราใช้คอมมิวเตเตอร์กระแสจะไม่กลับทิศ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๒

บัตรกิจกรรม



รูปที่ ๘ การทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ และกระแสตรง

๑. จัดเครื่องมือดังรูป จากปุ่ม ก. และ ข. ต่อสายไฟไปยังกัลวานอมิเตอร์

๒. หมุนขดลวดทีละครึ่งรอบ (หรือ ๑๘๐) ด้วยความเร็วสม่ำเสมอจนครบ ๑ รอบ (หรือ ๓๖๐) บันทึกทิศทางที่เข็มเบนในครึ่งรอบแรก และครึ่งรอบหลังลงในช่องบันทึกผลการทดลองไม่สลับปลายขดลวด พร้อมทั้งสังเกตการเบนของเข็มกัลวานอมิเตอร์ว่าเบนไปมากที่สุด และน้อยที่สุดเมื่อขดลวดอยู่ในแนวราบ หรือในแนวดิ่ง

๓. หมุนขดลวดอีกครึ่งรอบ บันทึกทิศทางที่เข็มเบนลงในช่องครึ่งรอบแรกของสลับปลายขดลวด แล้วสลับปลายสายไฟที่ต่อไปยังกัลวานอมิเตอร์จากปุ่ม ก. มายังปุ่ม ข. และปุ่ม ข. มายังปุ่ม ก. หมุนขดลวดอีกครึ่งรอบหลังแล้วบันทึกทิศทางที่เข็มเบนในช่องครึ่งรอบหลังของสลับปลายขดลวด

ศูนย์ที่ ๒ ชื่อ.....ชั้น.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะการทดลอง	การเบนของเข็มมิลลิแอมมีเตอร์	
	ครั้งรอบแรก	ครั้งรอบหลัง
ไม่สลับปลายขดลวด		
สลับปลายขดลวด		

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์จะเบนไปมากที่สุดเมื่อขดลวดอยู่ในแนว ..... (ราบ, ดิ่ง) ระหว่างขั้วเหนือ และขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก

๒. เข็มของมิลลิแอมมีเตอร์จะเบนไปน้อยที่สุด เมื่อขดลวดอยู่ในแนว ..... (ราบ, ดิ่ง) ระหว่างขั้วเหนือ และขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็ก

๓. ไฟฟ้าที่ไหลทางเดียวคือไฟฟ้ากระแส ..... (ตรง, สลับ)

๔. ไฟฟ้าที่ไหลกลับทาง คือไฟฟ้ากระแส ..... (ตรง, สลับ)

๕. เครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานกล เป็นพลังงานไฟฟ้าเรียกว่า ..... (ไดนาโม, มอเตอร์)

๖. วงแหวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงเรียกวงแหวน ..... (ลื่น, ผ่าซีก)

๗. วงแหวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ เรียกวงแหวน ..... (ลื่น, ผ่าซีก)

ศูนย์ที่ ๓

แผนบรรยาย

เรื่อง เครื่องยนต์ไฟฟ้า หรือมอเตอร์

๑ (Motor)

เครื่องยนต์ไฟฟ้า หรือมอเตอร์ คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล

ส่วนประกอบของมอเตอร์ มี

๑. สนามแม่เหล็ก

๒. ขดลวด ที่เรียกว่า อาร์เมเจอร์

๓. วงแหวน

๔. แปรง

มอเตอร์ มี ๒ ชนิด คือ

๑. มอเตอร์กระแสสลับ

๒. มอเตอร์กระแสตรง

หลักการของมอเตอร์กลับกันกับหลักของไดนาโม กล่าวคือ เราต้องใส่กระแสไฟฟ้าเข้าไปในมอเตอร์เพื่อให้เพลาของมอเตอร์หมุน แล้วนำแรงหมุนซึ่งเป็นพลังงานกลไปใช้งานต่าง ๆ

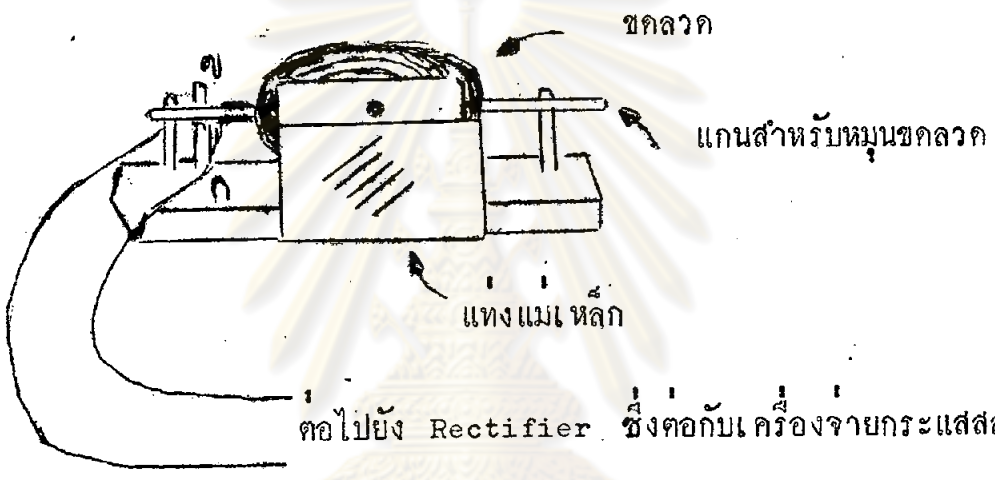
มอเตอร์กระแสสลับ ต่างกับ มอเตอร์กระแสตรงที่วงแหวน ถ้าเป็นวงแหวนผ่าซีกเป็นมอเตอร์ที่ใช้กับกระแสตรง เพราะวงแหวนผ่าซีกจะทำหน้าที่เป็นคอมมิวเตเตอร์เช่นเดียวกับไดนาโม ถ้าเป็นวงแหวนลื่นก็เป็นมอเตอร์ที่ใช้กับกระแสสลับ

มอเตอร์มักจะมีใช้กับไฟฟ้าทั้งสองแบบ คือบางเครื่องกำหนดไว้ให้ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง บางเครื่องก็กำหนดไว้ให้ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านที่มีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบ ได้แก่เครื่องดูดฝุ่น จักรเย็บผ้า พัดลม นาฬิกาไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ

ศูนย์ที่ ๓

บัตรกิจกรรม

รูปที่ ๔ การทดลองมอเตอร์กระแสตรง



มอเตอร์กระแสตรง

๑. จัดเครื่องมือตามรูป ต่อสายไฟจากปุ่มทองเหลือง ก. และ ข. เข้ากับ Rectifier (เครื่องมือเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง) ที่ต่อกับเครื่องจ่ายกระแสสลับความต่างศักย์ ๓ โวลต์ (เสียบช่องเลข ๒ กับเลข ๕

๒. สังเกตการหมุนของขดลวด (ถ้าขดลวดไม่หมุนให้ใช้มือช่วยหมุนที่แกนสำหรับหมุนขดลวดในตอนเริ่มต้น)

๓. เมื่อเห็นขดลวดหมุนแล้ว ปิดสวิตช์ และดึงปลั๊กออก

ศูนย์ที่ ๓ ชื่อ ..... ชั้น .....

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. เครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เรียกว่า .....
(ไดนาโม, มอเตอร์)

๒. มอเตอร์มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับ ..... (ไดนาโม, หม้อแปลง)

๓. มอเตอร์กระแสตรงใช้วงแหวน ..... (ลื่น, ผ่าซีก)

๔. มอเตอร์กระแสสลับใช้วงแหวน ..... (ลื่น, ผ่าซีก)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

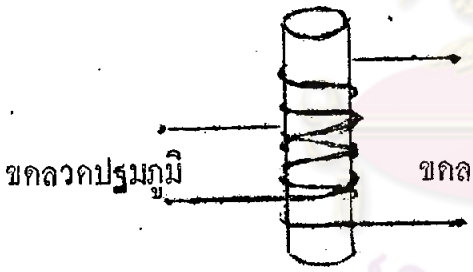
ศูนย์ที่ ๔

แผนบรรยาย

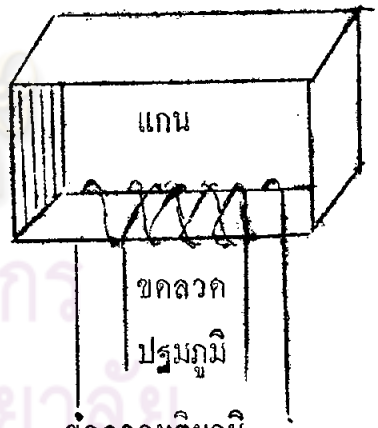
เรื่อง หม้อแปลง หรือทรานสฟอร์เมอร์

หม้อแปลงหรือทรานสฟอร์เมอร์ คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกระแสสลับให้สูงขึ้นหรือต่ำลง

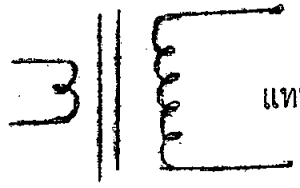
หม้อแปลง สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักที่ว่า "ถ้ามีกระแสสลับเดินอยู่ในขดลวดปฐมภูมิ (Primary coil) แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่แปรเปลี่ยนจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าที่แปรเปลี่ยนและเกิดสนามแม่เหล็กที่แปรเปลี่ยนรอบ ๆ ขดลวดนั้น ถ้าวางขดลวดทุติยภูมิ (Secondary coil) ไว้ใกล้เส้นแรงแม่เหล็กแปรเปลี่ยน เส้นแรงแม่เหล็กที่แปรเปลี่ยนจะตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและขดลวดทุติยภูมิ



หม้อแปลงแบบแกนเปิด



หม้อแปลงแบบแกนปิด

เราใช้เครื่องหมาย  แทนหม้อแปลง

รูปที่ ๑๐ หม้อแปลงแบบแกนเปิดและแกนปิด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

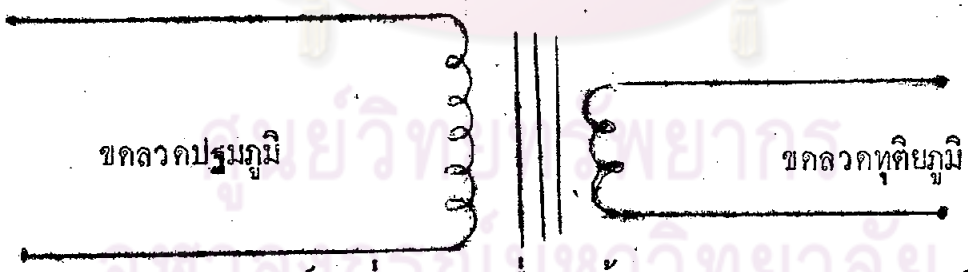
หม้อแปลงมี ๒ ชนิด คือ.-

๑. หม้อแปลงขึ้น (Step up transformer) คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกระแสสลับให้สูงขึ้น จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิมากกว่าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในขดลวดทุติยภูมิจะสูงขึ้น

รูปที่ ๑๑ หม้อแปลงขึ้น

๒. หม้อแปลงลง (Step down transformer) คือเครื่องมือที่ใช้เปลี่ยนแรงเคลื่อนไฟฟ้าของกระแสสลับให้ต่ำลง จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิน้อยกว่าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

รูปที่ ๑๒ หม้อแปลงลง



ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับจำนวนรอบของขดลวดในหม้อแปลงเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s} \quad \text{---------- (1)}$$

E_p = แรงเคลื่อนไฟฟ้าของขดลวดปฐมภูมิ

E_s = แรงเคลื่อนไฟฟ้าของขดลวดทุติยภูมิ

n_p = จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิ

n_s = จำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิ

หม้อแปลงจะแปลงแต่แรงเคลื่อนไฟฟ้า แต่ไม่แปลงกำลังไฟฟ้า คือ

กำลังไฟฟ้าของขดปฐมภูมิ = กำลังไฟฟ้าของขดทุติยภูมิ

$$P_p = P_s$$

$$I_p E_p = I_s E_s$$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad \text{- - - - - - - - (2)}$$

P_p = กำลังไฟฟ้าในขดปฐมภูมิ

P_s = กำลังไฟฟ้าในขดทุติยภูมิ

I_p = กระแสไฟฟ้าในขดปฐมภูมิ

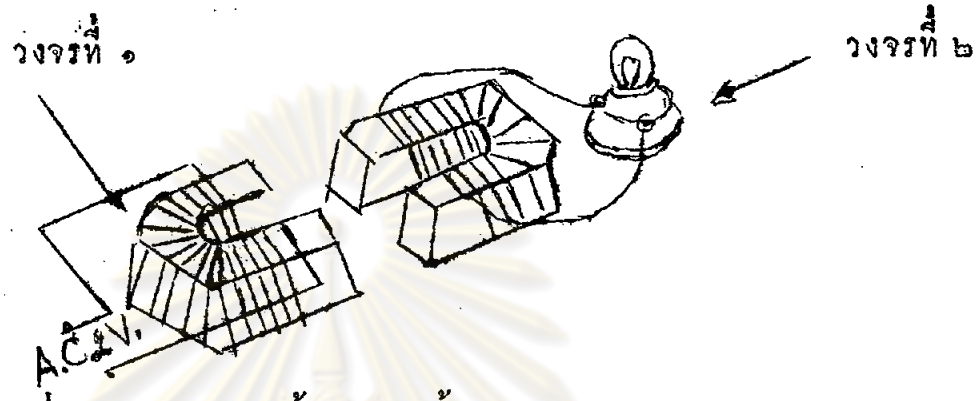
I_s = กระแสไฟฟ้าในขดทุติยภูมิ

จาก (๑) และ (๒), จะได้ $\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๔

บัตรกิจกรรม



รูปที่ ๑๓ การทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า

๑. ใช้แกนเหล็กรูปตัวยูที่มีสายไฟพัน ๕๐ รอบ ต่อปลายทั้งสองของสายไฟเข้ากับเครื่องจ่ายกระแสสลับ ๒ โวลต์ (เสียบช่องเลข ๐ กับเลข ๒) เรียกวงจรนี้ว่า วงจรที่ ๑

๒. ใช้แกนเหล็กรูปตัวยูที่มีสายไฟพัน ๕๐ รอบ อีกอันหนึ่ง ต่อปลายทั้งสองของสายไฟเข้ากับหลอดไฟฉาย เรียกว่าวงจรที่ ๒

๓. ให้กระแสสลับผ่านเข้าไปในขดลวดของวงจรที่ ๑ แล้วเลื่อนแกนเหล็กของวงจรที่ ๒ เข้ามาใกล้จนติดกับแกนเหล็กรูปตัวยูของวงจรที่ ๑ สังเกตความสว่างของหลอดไฟ แล้วบันทึกผล

๔. ให้จำนวนรอบของขดลวดในวงจรที่ ๑ คงเดิม คือเท่ากับ ๕๐ รอบ แต่ในวงจรที่ ๒ ซึ่งต่อกับหลอดไฟใช้แกนเหล็กที่มีขดลวดพัน ๑๐๐ รอบ เลื่อนแกนเหล็กรูปตัวยูของวงจรที่ ๒ เข้ามาใกล้จนติดกับแกนเหล็กรูปตัวยูของวงจรที่ ๑ สังเกตความสว่างของหลอดไฟ แล้วบันทึกผล

๕. ใช้แกนเหล็กรูปตัวยูที่มีสายไฟพัน ๑๐๐ รอบ เป็นวงจรที่ ๑ ใช้แกนเหล็กรูปตัวยูที่มีขดลวดพัน ๕๐ รอบ ต่อกับหลอดไฟเป็นวงจรที่ ๒ ทดลองซ้ำอย่างเดิมสังเกตความสว่างแล้วบันทึกผล

๖. ทำการทดลองซ้ำ ข้อ ๑. ถึงข้อ ๕. อีกครั้งหนึ่ง โดยต่อสายไฟในวงจรที่ ๑ เข้ากับถ่านไฟฉาย ๒ ก้อน

ศูนย์ที่ ๔ ชื่อ .....ชั้น.....

ตารางบันทึกผลการทดลอง

จำนวนรอบของขดลวดในวงจรที่ ๑	จำนวนรอบของขดลวดในวงจรที่ ๒	ความสว่างของหลอดไฟ	
		เมื่อต่อวงจรที่ ๑ กับกระแสสลับ ๒ โวลต์	เมื่อต่อวงจรที่ ๑ กับถ่านไฟฉาย ๒ ก้อน
๕๐	๕๐		
๕๐	๑๐๐		
๑๐๐	๕๐		

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. หม้อแปลงก็อเกรื่องมือที่ใช้แปลง..... (แรงเคลื่อนไฟฟ้า, ความต้านทานไฟฟ้า) ให้สูงขึ้นหรือต่ำลง

๒. หม้อแปลงประกอบด้วย ..... (ขดลวดปฐมภูมิ,ขดลวดทุติยภูมิ)

๓. ขณะที่หลอดไฟฟ้าส่วางแสดงว่ามีกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำเกิดขึ้นในวงจร .... (ปฐมภูมิ, ทุติยภูมิ)

๔. กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำในข้อ ๓ จะเกิดขึ้นได้เมื่อให้กระแส ..... (สลับ, ตรง) ไหลผ่าน

๕. ถ้าใช้ไฟฟ้ากระแสตรง จะ ..... (เกิด,ไม่เกิด) กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวน

๖. ถ้าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิมากกว่า จำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิเรา เรียกว่าหม้อแปลง ..... (ขึ้น, ลง)

๗. ถ้าจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิน้อยกว่าจำนวนรอบของขดลวดปฐมภูมิเรา เรียกว่าหม้อแปลง ..... (ขึ้น, ลง)

ศูนย์ที่ ๕

(ศูนย์สำรอง)

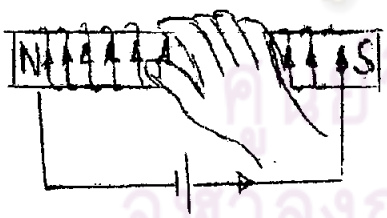
แผนบรรยาย

เรื่อง วิธีตรวจขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากการผ่านกระแสไฟฟ้าไปที่แท่งเหล็กอ่อน

เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังแท่งเหล็กอ่อน จะทำให้แท่งเหล็กอ่อนกลายเป็นแม่เหล็กทันที ถ้ากระแสไฟฟ้าหยุดไหลเมื่อใด อำนาจแม่เหล็กก็จะเสื่อมลง ถ้าจะให้เป็นแม่เหล็กใหม่ก็ปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปใหม่ ถ้าจะให้หมดอำนาจเมื่อใดก็หยุดกระแสไฟฟ้านั้นเสีย เครื่องรับส่งโทรเลข กระดิ่งไฟฟ้า และเครื่องมืออื่น ๆ อีกหลายชนิดใช้แม่เหล็กแบบนี้ทั้งสิ้น ในการยกของหนัก ๆ นั้น ก็ได้มีการนำเอาแม่เหล็กไฟฟ้าไปใช้ คือ มีเส้นลวดไฟฟ้าพันรอบแท่งเหล็กซึ่งแขวนอยู่ที่ปลายเสายกของขึ้นจั่น เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านลวดไฟฟ้า แท่งเหล็กจะมีอำนาจแม่เหล็กอย่างแรง เมื่อนำไปแตะกับแผ่นเหล็กอ่อน ซึ่งผูกติดไว้กับวัตถุที่จะยก แม่เหล็กไฟฟ้านั้นกับแผ่นเหล็กอ่อนก็จะดูดกัน ทำให้สามารถยกของนั้นไปไว้ที่อื่นได้ เมื่อวัตถุถึงที่แล้วก็ตัดกระแสไฟฟ้าออกเสียอำนาจแม่เหล็กหมดไป ยกแท่งแม่เหล็กนั้นออกไปได้จากแผ่นเหล็กอ่อน แม่เหล็กจะมีอำนาจแรงยิ่งขึ้น ถ้าพันลวดให้มากรอบและใช้กระแสไฟฟ้าที่มีกำลังมาก

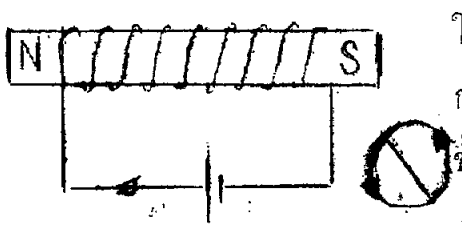
เรามีวิธีตรวจดูขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปที่แท่งเหล็กอ่อน โดยต้องทราบทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวด คือกระแสไหลจากขั้วบวกผ่านขดลวดไปเข้าทางขั้วลบ แล้วใช้กฎหาขั้วแม่เหล็ก ดังต่อไปนี้.-

ก. <u>กฎมือขวา</u> (Righthand rule) "ให้เอามือขวากำขดลวดโดยให้นิ้วทั้งสี่วนรอบขดลวดไปตามทิศทางของกระแสไฟฟ้า นิ้วหัวแม่มือที่ทาบไปตามแท่งแม่เหล็กจะชี้ขั้วเหนือ" หรือ



รูปที่ ๑๔ กฎมือขวา

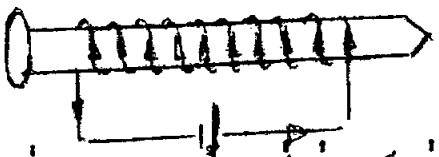
ข. <u>กฎของปลาย</u> (End rule) "ให้มองดูที่ปลายแท่งซึ่งมีลวดตัวนำพันอยู่ โดยหันปลายนั้นเข้าหาตัวผู้มองดู แล้วพิจารณาทิศที่กระแสไฟฟ้าไหลในขดลวด ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดวนทวนเข็มนาฬิกา ปลายนั้นจะเป็นขั้วเหนือ ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลในเส้นลวดตามเข็มนาฬิกา ปลายนั้นจะเป็นขั้วใต้"



รูปที่ ๑๕ กฎของปลาย

ศูนย์ที่ ๕

บัตรกิจกรรม



รูปที่ ๑๖ การผ่านกระแสไฟฟ้าไปที่แท่งเหล็กอ่อน

๑. ใช้ลวดสายไฟพันตะปู แล้วต่อปลายทั้งสองของลวดสายไฟเข้ากับขั้วบวก และขั้วลบของเซลไฟฟ้า

๒. ใช้เข็มหมุดล่อที่ปลายทั้งสองของตะปู สังเกตดูผลที่เกิดขึ้นระหว่างปลายทั้งสองของตะปูกับเข็มหมุด

๓. เอาเข็มหมุดออกแล้วใช้เข็มทิศไปล่อใกล้ ๆ ปลายทั้งสองของตะปูขณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน สังเกตดูปลายของเข็มทิศที่อยู่ใกล้กับปลายทั้งสองข้าง

๔. พันลวดสายไฟฟ้ากลับทางกับข้อ ๑ แล้วทดลองซ้ำตามข้อ ๒,๓ สังเกตดูผลที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

แบบฝึกหัด ชื่อ.....ชั้น.....

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งเหล็กอ่อน AB จะทำให้ AB กลายเป็น ..... (เหล็กธรรมดา, แม่เหล็ก)

๒. ถ้าใช้กฎมือขวาหาขั้วแม่เหล็กบนแท่งเหล็กอ่อน AB จะได้ว่า B เป็นขั้ว..... (เหนือ,ใต้)

๓. ถ้าตัดสายไฟออก AB จะกลายเป็น.....(เหล็กธรรมดา, แม่เหล็ก)

๔. ถ้าพันลวดสายไฟรอบแท่งเหล็กอ่อน AB ให้มากขึ้นแล้วผ่านกระแสไฟฟ้าอำนาจแม่เหล็กจะ.....(มากขึ้น,น้อยลง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบ หน่วยที่ ๑

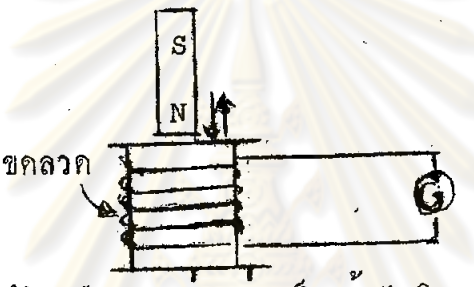
เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

คำสั่ง ๑. จงกาเครื่องหมาย X ทับอักษร ก. หรือ ข. หรือ ค. หรือ ง. ที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

๒. นักศึกษาต้องส่งกระดาษคำถามคืนพร้อมกระดาษคำตอบ

๓. อย่าทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในกระดาษคำถาม

๑. จากการทดลองตามรูป กระแสเหนี่ยวนำจะเกิดขึ้นในขดลวด ทำให้เข็มของกัลวานอมิเตอร์กระดิกได้เมื่อใด



ก. เมื่อเคลื่อนที่ขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กเข้าไปในระหว่างกลางของขดลวด

ข. เมื่อเคลื่อนที่ขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กเข้าไปในระหว่างกลางของขดลวด

ก. ทั้งข้อ ก. และ ข้อ ข.

ง. เมื่อวางแท่งแม่เหล็กไว้นิ่ง ๆ ระหว่างกลางขดลวดที่อยู่นิ่ง

๒. ผู้ที่ค้นพบกระแสไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดตัดกับเส้นแรงแม่เหล็ก คือใคร

ก. เออร์สเตด ข. ไมเคิล ฟาราเดย์

ค. โวลตา ง. เฟลมมิง

๓. วิธีการทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าโดยการเคลื่อนที่ขดลวดให้ตัดกับเส้นแรงแม่เหล็กเรียกว่าอะไร

ก. การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ข. การเหนี่ยวนำไฟฟ้า

ค. การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ง. ถูกทุกข้อ

๔. กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งใดบ้าง

ก. ความแรงของสนามแม่เหล็ก ข. จำนวนรอบของขดลวด

ค. ความเร็วในการหมุนขดลวด ง. ถูกทุกข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๕. ไดนาโม คืออะไร

ก. เครื่องมือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

ข. เครื่องมือเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

ค. เครื่องมือเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง

ง. เครื่องมือเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

๖. กฎมือขวาของเฟลมมิงใช้ประโยชน์ในข้อใด

ก. หาขนาดของกระแสเหนี่ยวนำ

ข. หาขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

ค. หาขนาดของความต้านทานไฟฟ้า

ง. หาทิศทางของกระแสเหนี่ยวนำ

๗. จากกฎในข้อ ๖ นิ้วใดใช้แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็ก

ก. นิ้วหัวแม่มือ

ข. นิ้วชี้

ค. นิ้วกลาง

ง. ทั้ง ๓ นิ้ว

๘. ไดนาโมกระแสสลับ และไดนาโมกระแสตรง มีส่วนประกอบแตกต่างกันที่ใด

ก. อาร์เมเจอร์

ข. ขั้วแม่เหล็ก

ค. แปรง

ง. วงแหวน

๙. อุปกรณ์ส่วนใดของไดนาโมที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าในวงจร

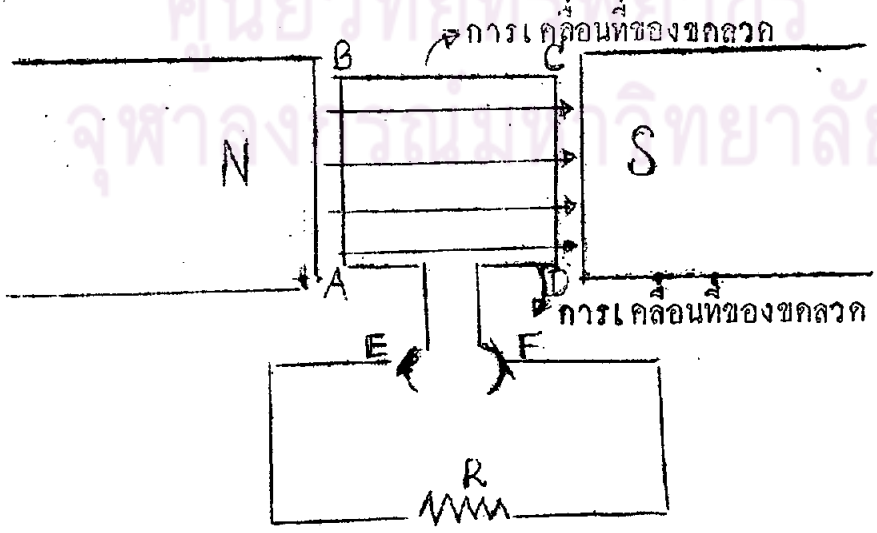
ก. วงแหวน

ข. อาร์เมเจอร์

ค. แปรง

ง. แมกนีโต

จากรูปข้างล่างนี้นำไปใช้ตอบคำถามในข้อ ๑๐ – ๑๓



๑๐. เมื่อหมุนขดลวดในทิศทางตามเข็มนาฬิกาตัดกับสนามแม่เหล็ก จะเกิดกระแสไฟฟ้าในขดลวดชีกใดก่อน

ก. BC ข. CD

ค. DA ง. AB

๑๑. จากผลที่ได้ในข้อ ๑๐ เหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

ก. BC ตัดเส้นแรงแม่เหล็กก่อน ข. CD ตัดเส้นแรงแม่เหล็กมากกว่า

ค. DA หมุนตามเข็มนาฬิกา ง. AB ตัดเส้นแรงแม่เหล็กก่อน

๑๒. ถ้าใช้กฎมือขวาของเฟลมมิ่ง หาทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในครึ่งรอบแรกจะไปทางใด

ก. C ไป D ข. D ไป C

ค. B ไป A ง. A ไป B

๑๓. รูปนี้เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดใด

ก. กระแสตรง ข. กระแสสลับ

ค. อะไรก็ได้ ง. ไม่มีข้อถูก

๑๔. มัดขดลวดที่หมุนอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กของไดนาโมเรียกว่าอะไร

ก. อาร์เมเจอร์ ข. แปรง

ค. แมกนีโต ง. วงแหวน

๑๕. วงแหวนของไดนาโมกระแสสลับมีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. วงแหวนลื่น ข. คอมมิวเตเตอร์

ค. อาร์เมเจอร์ ง. แมกนีโต

๑๖. วงแหวนของไดนาโมกระแสตรง มีชื่อเรียกว่าอะไร

ก. วงแหวนลื่น ข. คอมมิวเตเตอร์

ค. อาร์เมเจอร์ ง. แมกนีโต

๑๗. มอเตอร์คืออะไร

ก. เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสง

ข. เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า

ก. เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

ง. เครื่องมือที่เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑๔. เครื่องมือในข้อใดที่มีส่วนประกอบเหมือนกัน แต่การทำงานต่างกัน

ก. ไดนาโมและมอเตอร์ ข. โวลต์มีเตอร์และโอห์มมีเตอร์

ค. โวลต์มีเตอร์และแอมมีเตอร์ ง. ไดนาโมและกัลวานอมีเตอร์

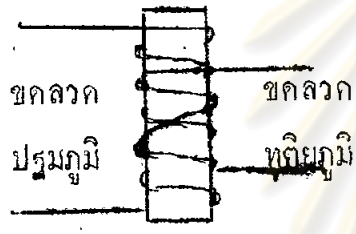
๑๕. หม้อแปลงเป็นเครื่องมือแปลงอะไร

ก. ความต้านทานของวงจร ข. แรงเคลื่อนไฟฟ้าของวงจร

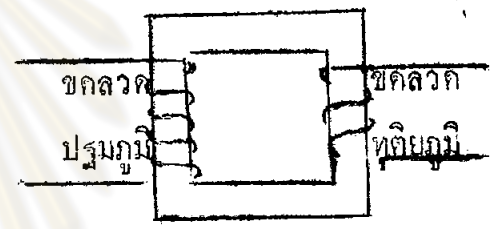
ค. กำลังไฟฟ้าของวงจร ง. กระแสไฟฟ้าของวงจร

จากรูปข้างล่างนี้นำไปใช้ตอบคำถามในข้อ ๒๐ – ๒๑

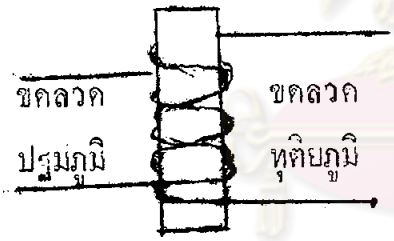
ก.



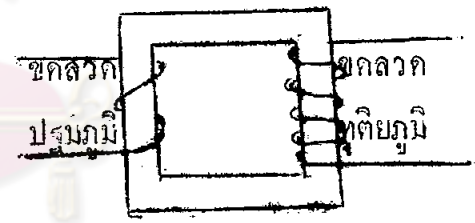
ข.



ค.



ง.



๒๐. หม้อแปลงแบบใด เป็นหม้อแปลงขึ้นแบบแกนเปิด

๒๑. หม้อแปลงแบบใด เป็นหม้อแปลงลงแบบแกนปิด

๒๒. หม้อแปลงขึ้น คือหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิเกี่ยวข้องกับขดลวดปฐมภูมิอย่างไร

ก. มากกว่า ข. เท่ากัน

ค. น้อยกว่า ง. เท่าไรก็ได้

๒๓. หม้อแปลงลง คือหม้อแปลงที่มีจำนวนรอบของขดลวดทุติยภูมิเกี่ยวข้องกับขดลวดปฐมภูมิอย่างไร

ก. มากกว่า ข. เท่ากัน

ค. น้อยกว่า ง. เท่าไรก็ได้

๒๔. หม้อแปลงอันหนึ่งขดปฐมภูมิพัน ๒๐๐ รอบ ขดทุติยภูมิพัน ๑๐ รอบ จะแปลงกระแสไฟฟ้าที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๔๐ โวลต์เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้ากี่โวลต์

ก. ๒ ข. ๔

ค. ๕ ง. ๒๐

๒๕. หม้อแปลงอันหนึ่งมีขดปฐมภูมิพันอยู่ ๒๕๐ รอบ จะต้องพันขดทุติยภูมิกี่รอบจึงจะแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้า ๕๐ โวลต์ให้เป็น ๑๐,๐๐๐ โวลต์ ได้

ก. ๑๐,๐๐๐ ข. ๑๒,๕๐๐

ก. ๕๐,๐๐๐ . ง. ๕๐๐,๐๐๐

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ ๒

กิจกรรมการเรียน

๑. นักศึกษาอ่านบัตรคำสั่ง

๒. ทดลองตามบัตรกิจกรรม

๓. อ่านแผนคำบรรยาย

๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด

การประเมินผล

๑. สังเกตจากความสนใจ

๒. สังเกตจากการร่วมกิจกรรม

๓. สังเกตจากการทำแบบฝึกหัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรกำสั่ง

ศูนย์ที่ ๑

๑. นักศึกษารับแผ่นบรรยายคนละ ๑ ชุด
๒. อ่านเนื้อหาจากแผ่นบรรยายโดยละเอียด
๓. จัดเครื่องมือทดลองตามบัตรกิจกรรม แล้วเขียนรูปจากการทดลอง
๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
๕. ทดลองเสร็จแล้วเก็บเครื่องมือด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน่วยที่ ๒

ศูนย์ที่ ๑

แผนบรรยาย

เรื่อง ลักษณะของลำแสงเมื่อผ่านเลนส์นูนและเลนส์เว้า

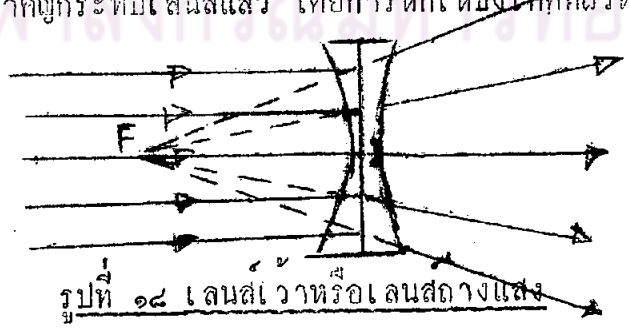
เลนส์ (Lens) คือ ตัวกลางโปร่งใสซึ่งมีผิวหน้าเป็นผิวโค้ง โดยทั่วไปเลนส์ธรรมดามักทำด้วยแก้ว หรือพลาสติค มีผิวหน้าทั้งสองข้างเป็นส่วนโค้งของทรงกลม เลนส์มี ๒ ชนิด คือ

๑. เลนส์นูน (Convex lens) หรือเลนส์ชนิดตีบแสง (Converging lens) โดยทั่วไปเป็นเลนส์ที่มีความหนาระหว่างผิวหน้าทั้งสองตรงกลางมากกว่าทางริม เลนส์ชนิดนี้เมื่อมีแสงขนานกับแกนมุขสำคัญกระทบเลนส์แล้วโดยการหักเหซึ่งเกิดจากผิวหน้าทั้งสองของเลนส์ –

รูปที่ ๑๗ เลนส์นูนหรือเลนส์ตีบแสง

จะทำให้รังสีขนานเดิมกลายเป็นพู่กันรังสีตีบเข้าหากัน และแสงไปตัดกันได้จริง ๆ ณ จุด ๆ หนึ่งบนเส้นแกนมุขสำคัญของเลนส์ คือจุดโฟกัส

๒. เลนส์เว้า (Concave lens) หรือเลนส์ชนิดถ่างแสง (Diverging lens) โดยทั่วไปเป็นเลนส์ที่มีความหนาระหว่างผิวหน้าทั้งสองน้อยกว่าทางริม เลนส์ชนิดนี้เมื่อมีพู่กันรังสีขนานกับแกนมุขสำคัญกระทบเลนส์แล้ว โดยการหักเหซึ่งเกิดที่ผิวหน้าทั้งสองของเลนส์ –



รูปที่ ๑๘ เลนส์เว้าหรือเลนส์ถ่างแสง

จะทำให้พู่กันรังสีขนานเดิมกลายเป็นพู่กันรังสีถ่าง บานออกจากกัน ถ้าต่อแนวรังสีที่ถ่างออกเหล่านั้นไปจะพบกัน ณ จุดหนึ่งบนแกนมุขสำคัญ ก็อจุดโฟกัส เสมือนว่ารังสีเหล่านั้นออกมาจากจุดตัดร่วมกันนั้น

ส่วนสำคัญของเลนส์

รูปที่ ๑๙ แสดงส่วนที่สำคัญของเลนส์นูน

รูปที่ ๒๐ แสดงส่วนที่สำคัญของเลนส์เว้า

๑. เส้นแกนมุขสำคัญของเลนส์ (เส้นตรง $C_1 C_2$) ก็อเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของผิวหน้าทั้งสองของเลนส์

๒. จุดโฟกัสมุขสำคัญของเลนส์ (จุด F_1, F_2) ก็อจุดตัดร่วมของแสงที่หักเหออกจากเลนส์แล้ว จุดนี้อยู่บนแกนมุขสำคัญของเลนส์

๓. (ก) สำหรับเลนส์นูน แสงขนานที่หักเหผ่านเลนส์แล้วไปตัดร่วมกันจริง ๆ ข้างหลังเลนส์ เราเรียกว่า จุดโฟกัสมุขสำคัญจริง อยู่ข้างหลังเลนส์ตามรูป

(ข) สำหรับเลนส์เว้า แสงขนานที่หักเหผ่านเลนส์แล้วกระจายถ่างจากกันไม่ตัดร่วมกันจริง ๆ แต่สามารถต่อแนวรังสีถ่างจากกันเหล่านี้ไปพบกันที่จุด ๆ หนึ่งข้างหน้าเลนส์ (ด้านเดียวกับทางที่แสงตกกระทบเลนส์) เสมือนว่าแสงที่หักเหออกจากเลนส์ไปตัดร่วมกันที่จุดต้นกำเนิดแสงนั้น เราเรียกว่าจุดโฟกัสมุขสำคัญเสมือน อยู่ข้างหน้าเลนส์ ตามรูป

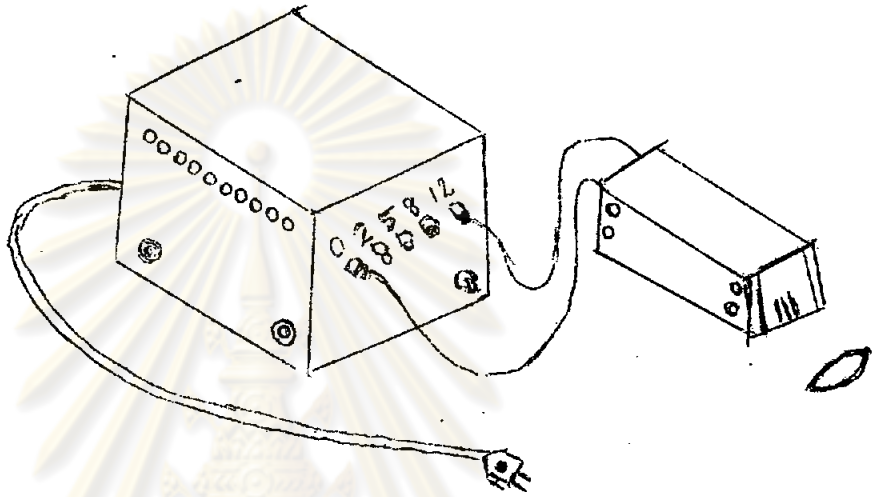
๔. จักษุศูนย์ของเลนส์ ก็อจุดกึ่งกลางของเลนส์

๕. เส้นแกนของเลนส์ก็อ เส้นที่ลากตั้งฉาก กับเส้นแกนมุขสำคัญตรงจักษุศูนย์

ศูนย์ที่ ๑

บัตรกิจกรรม

วิธีทดลองตอนที่ ๑



รูปที่ ๖๑ การใช้เลนส์นูนรับแสงจากกล่องแสง

๑. จัดเครื่องมือดังในรูป ใช้แผ่นกั้นแสงที่มีช่องแสง ๓ ช่อง

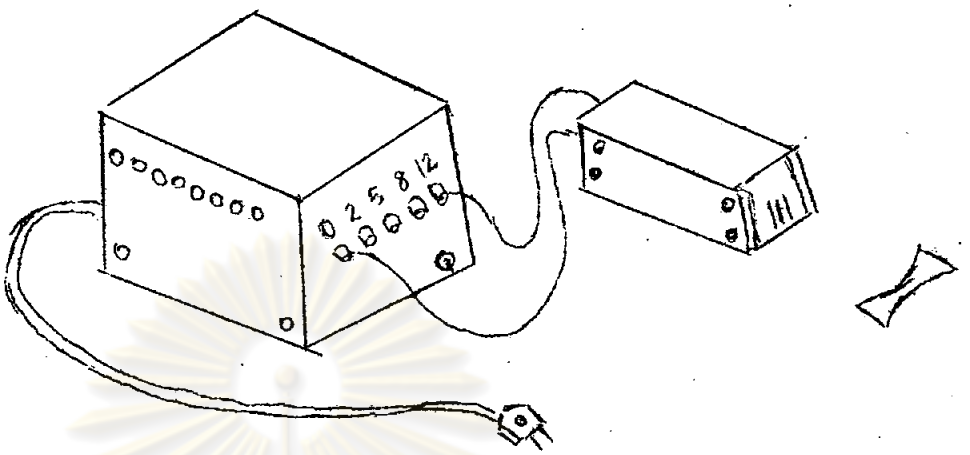
๒. วางเลนส์นูนบนกระดาษหน้ากล่องแสง เสียบปลั๊กไฟ เปิดสวิตช์สังเกตลำแสงก่อนและหลังผ่านเลนส์นูน

๓. เลื่อนเลนส์นูนไปมาจนกระทั่งได้ตำแหน่งที่แสงจากเลนส์มารวมกันที่จุดเดียว

๔. ลากเส้นล้อมรอบขอบเลนส์นูน แล้วใช้ดินสอจุดบนกระดาษตามแนวลำแสงก่อน และหลังผ่านเลนส์นูน แนวละ ๒ จุด ให้แต่ละจุดห่างกันเล็กน้อย

๕. ยกเลนส์นูนออก ลากเส้นแกนของเลนส์แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดที่ได้จุดไว้ในข้อ ๔ พร้อมทั้งเขียนลูกศรแสดงทิศทางของลำแสง

วิธีทดลองตอนที่ ๒



รูปที่ ๒๖ การใช้เลนส์เว้ารับแสงจากกล่องแสง

๑. จัดเครื่องมือเหมือนตอนที่ ๑ แต่ใช้เลนส์เว้าวางบนกระดาษขาวหน้ากล่องแสงแทนเลนส์นูน

๒. วางเลนส์เว้าบนกระดาษขาวหน้ากล่องแสง เสียบปลั๊กไฟเปิดสวิตช์สังเกตลำแสงก่อนและหลังผ่านเลนส์เว้า

๓. เลื่อนเลนส์เว้าไปมา

๔. ลากเส้นล้อมรอบขอบเลนส์เว้า แล้วใช้ดินสอจุดบนกระดาษตามแนวลำแสงก่อนและหลังผ่านเลนส์เว้า แนวละ ๒ จุด ให้แต่ละจุดห่างกันเล็กน้อย

๕. ยกเลนส์เว้าออก ลากเส้นตรงผ่านจุดที่ได้จุดไว้ในข้อ ๔ พร้อมทั้งเขียนลูกศรแสดงทิศทางของลำแสง ในกรณีของเลนส์เว้าให้ต่อแนวลำแสงจนกระทั่งไปพบกันที่จุดใดจุดหนึ่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๑ ชื่อ..... ชั้น .....

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมลงในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. เมื่อให้ลำแสงขนานผ่านเลนส์นูน ลำแสงจะ.....(ลู่เข้า, ถ่างออก) ไปรวมกันที่ ..... (จุดโฟกัส, ทางยาวโฟกัส)

๒. เลนส์นูน ..... (รวมแสง, กระจายแสง)

๓. เมื่อให้ลำแสงขนานผ่านเลนส์เว้า ลำแสงจะ ..... (ลู่เข้า, ถ่างออก) เสมือนว่าออกมาจาก ..... (จุดโฟกัส, ทางยาวโฟกัส)

๔. เลนส์เว้า ..... (รวมแสง, กระจายแสง)

๕. จุดโฟกัสของเลนส์นูนเกิดจากลำแสง .....(ไปรวมกันจริง, เสมือนไปรวมกัน)

๖. จุดโฟกัสของเลนส์เว้าเกิดจากลำแสง ..... (ไปรวมกันจริง, เสมือนไปรวมกัน)

๗. จุดโฟกัสของเลนส์นูนอยู่ ..... (ด้านเดียว, คนละด้าน) กับแหล่งกำเนิดแสง

๘. จุดโฟกัสของเลนส์เว้าอยู่ ..... (ด้านเดียว, คนละด้าน) กับแหล่งกำเนิดแสง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรคำสั่ง

ศูนย์ที่ ๒

๑. นักศึกษารับแผนผังรายกลุ่ม ๆ ชุด
๒. อ่านเนื้อเรื่องจากแผนผังรายโดยละเอียด
๓. จัดเครื่องมือทดลองตามบัตรกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกการทดลอง
๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
๕. ทดลองเสร็จแล้วเก็บเครื่องมือด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๒

แผนบรรยาย

เรื่อง ภาพที่เกิดจากเลนส์นูน

เราสามารถหาตำแหน่งภาพที่เกิดจากเลนส์นูนโดยการเขียนเส้นรังสี ๒ เส้น จากจุดใด ๆ บนวัตถุได้ดังนี้.–

๑. จากจุดปลายสุดของวัตถุลากรังสีตกใช้ขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญของเลนส์ ไปกระทบเลนส์ แล้วหักเหผ่าน (สำหรับเลนส์นูน) หรือเสมือนผ่าน (สำหรับเลนส์เว้า) จุดโฟกัส

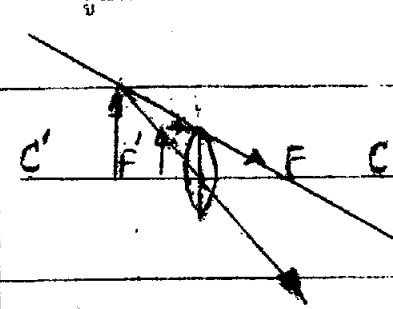
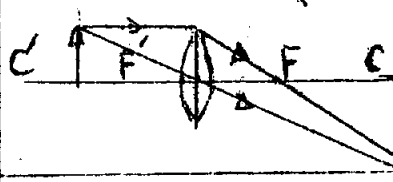
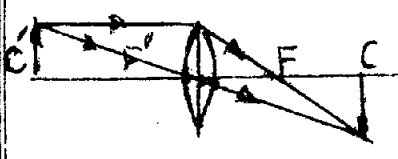
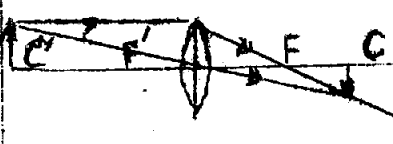
๒. จากจุดปลายสุดของวัตถุจุดเดียวกัน ลากรังสีตกผ่านจักษุศูนย์แล้วตรงออกไป

เส้นตรงทั้งสองตัดกันหรือเสมือนตัดกัน ณ จุดใด จุดนั้นเป็นตำแหน่งของภาพ

ภาพ คือสิ่งที่ปรากฏแก่นัยน์ตา โดยพู่กันรังสีแสงที่เปล่งจากวัตถุได้เปลี่ยนทิศทางแล้วเข้าสู่นัยน์ตา ทำให้ประสาทตาเกิดความรู้สึกว่า พู่กันรังสีแสงมาจากจุดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่จุดบนผิววัตถุเดิม จุดต่าง ๆ นั้น คือภาพ

ภาพจริง คือภาพที่เกิดจากรังสีของแสงพบหรือตัดกันจริง ๆ ภาพชนิดนี้ใช้ฉากรับได้ ภาพจริงจะมีลักษณะหัวกลับกับวัตถุ (นอกจากจะเกิดการสะท้อนหรือหักเหหลายครั้ง) อาจมีขนาดเล็กกว่า เท่ากับ หรือใหญ่กว่าวัตถุก็ได้ ภาพจริงเกิดจากเลนส์นูนหรือกระจกเว้า

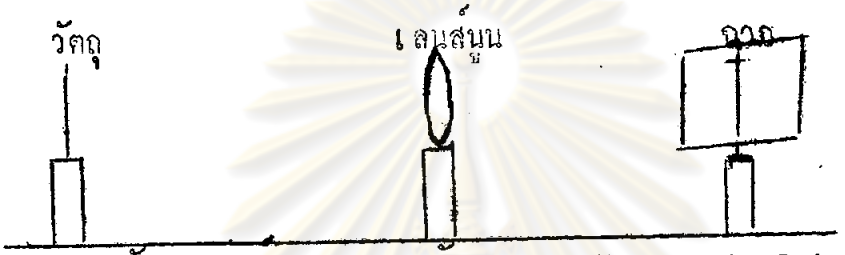
ภาพเสมือน คือภาพที่เกิดจากรังสีของแสงเสมือนหนึ่งพบหรือตัดกัน ภาพชนิดนี้เอาฉากรับไม่ได้ ส่วนมากหัวตั้ง (นอกจากจะเกิดการสะท้อนหรือหักเหหลายครั้ง) อาจมีขนาดเล็กกว่าหรือใหญ่กว่าวัตถุก็ได้ ภาพเสมือนเกิดจากเลนส์เว้า กระจกนูน และเลนส์นูนที่วัตถุอยู่ภายในทางยาวโฟกัส

	ตำแหน่งวัตถุจากเลนส์	ภาพ			รูปทางเดินแสง
		ชนิด	ขนาด	ตำแหน่งภาพจากเลนส์	
เลนส์นูน	ใกล้กว่า f	เสมือน หัวตั้ง	โตกว่าวัตถุ	หน้าเลนส์เกินระยะวัตถุ	
	ระหว่าง f กับ ๒ f	จริง หัวกลับ	โตกว่าวัตถุ	หลังเลนส์เกินระยะ ๒ f	
	เท่าระยะ ๒ f	จริง หัวกลับ	เท่าวัตถุ	หลังเลนส์เท่าระยะ ๒ f	
	เกินระยะ ๒ f	จริง หัวกลับ	เล็กกว่าวัตถุ	หลังเลนส์ระหว่าง f กับ ๒ f	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๒

บัตรกิจกรรม



รูปที่ ๒๓
Optical bench

๑. วางวัตถุ เลนส์นูน และฉากรับภาพวางบน Optical bench

๒. เลื่อนวัตถุมาให้ชิดเลนส์นูนมากที่สุด แล้วค่อย ๆ เลื่อนวัตถุให้ห่างเลนส์นูนออกไปทีละน้อยจนกระทั่งห่างจากเลนส์นูน ๗ ซ.ม. สังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะ และขนาดของภาพบนฉาก บันทึกผลลงในตาราง

๓. ค่อย ๆ เลื่อนวัตถุให้ห่างจากเลนส์นูนจาก ๘ ซ.ม. ถึง ๑๔ ซ.ม. สังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะ และขนาดของภาพบนฉากบันทึกผลลงในตาราง

๔. เลื่อนวัตถุให้ห่างจากเลนส์นูนจาก ๑๕ ซ.ม. ถึง ๒๐ ซ.ม. สังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะ และขนาดของภาพบนฉาก บันทึกผลลงในตาราง

๕. เลื่อนวัตถุให้ห่างจากเลนส์นูนมากกว่า ๒๐ ซ.ม. จัดเลนส์นูนให้รับวัตถุไกล ๆ เช่น ต้นไม้ จัดฉากให้รับภาพชัดที่สุด (ระยะวัตถุเป็นระยะไกลแต่ไม่ถึงอนันต์) สังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะและขนาดของภาพที่ปรากฏบนฉาก บันทึกผลลงในตาราง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๒ ชื่อ ..... ชั้น .....

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมลงในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์นูนไม่เกินทางยาวโฟกัสของเลนส์นูน ภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาด ..... (โตกว่า, เล็กกว่า) วัตถุ

๒. ภาพที่เกิดขึ้นนี้มีลักษณะ ..... (หัวตั้ง, หัวกลับ) ใช้ฉากรับภาพ ..... (ได้, ไม่ได้)

๓. ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์นูนเกินทางยาวโฟกัส แต่ยังไม่ถึงระยะสองเท่าของทางยาวโฟกัส ภาพจะมีขนาด ..... (โตกว่า, เล็กกว่า) วัตถุ

๔. ภาพที่เกิดขึ้นในข้อ ๓. นี้มีลักษณะ ..... (หัวตั้ง, หัวกลับ) ใช้ฉากรับภาพ ..... (ได้, ไม่ได้)

๕. ถ้าวัตถุอยู่ห่างจากเลนส์นูนเกินสองเท่าของทางยาวโฟกัส แต่ยังไม่ถึงระยะอนันต์ ภาพที่เกิดขึ้นจะมีขนาด ..... (โตกว่า, เล็กกว่า) วัตถุ

๖. ภาพที่เกิดขึ้นในข้อ ๕. นี้มีลักษณะ .....(หัวตั้ง, หัวกลับ) ใช้ฉากรับภาพ ..... (ได้, ไม่ได้)

๗. ภาพที่ใช้ฉากรับได้คือ ..... (ภาพจริง, ภาพเสมือน)

๘. ภาพที่ใช้ฉากรับไม่ได้คือ ..... (ภาพจริง, ภาพเสมือน)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ทางยาวโฟกัสของเลนส์นูน = ๗.๕ ซ.ม.

ระยะวัตถุถึงเลนส์ (ซ.ม.)		ขนาดของภาพเมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุ	ลักษณะของภาพ	ภาพปรากฏบนฉากหรือไม่
เริ่มต้น	สุดท้าย			
๐	๗			
๘	๑๔			
๑๕	มากกว่า ๒๑			

บัตรคำสั่ง

ศูนย์ที่ ๓

๑. นักศึกษารับแผ่นบรรยายคนละ ๑ ชุด
๒. อ่านเนื้อเรื่องจากแผ่นบรรยายโดยละเอียด
๓. จัดเครื่องมือทดลองตามบัตรกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในตารางบันทึกการทดลองและเขียนรูป
๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
๕. ทดลองเสร็จแล้วเก็บเครื่องมือด้วย

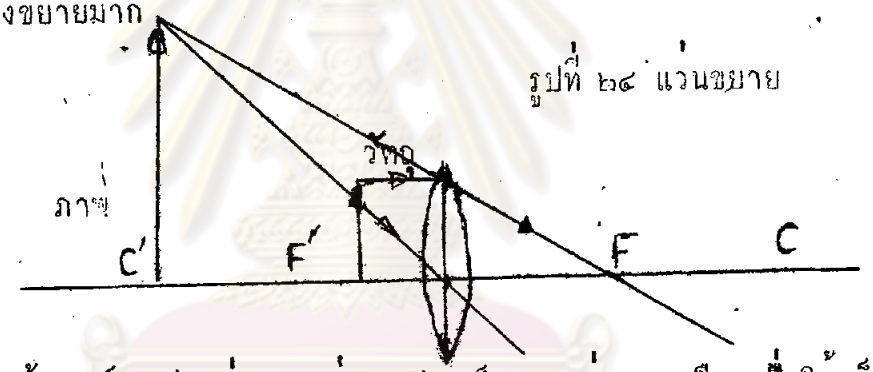
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๓

แผนบรรยาย

เรื่อง สมบัติของแว่นขยาย

แว่นขยาย บางทีเรียกว่ากล้องจุลทรรศน์อย่างง่าย เป็นเครื่องอุปกรณ์ที่ช่วยขยายให้เห็นวัตถุเล็ก ๆ ปรากฏเป็นภาพโตขึ้น ทำให้เห็นได้ชัดเจน หลักสำคัญของแว่นขยาย คือ ใช้เลนส์นูนอันหนึ่งในตำแหน่งที่วางวัตถุไว้ภายในทางยาวโฟกัส และทางยาวโฟกัสมีค่าน้อยมาก ซึ่งจะให้กำลังขยายมาก



รูปที่ ๒๔ แว่นขยาย

เราใช้เลนส์นูนเป็นแว่นขยายส่องดูวัตถุเล็ก ๆ เช่นดูลายมือ เพื่อให้เห็นขยายใหญ่เห็นได้ชัดเจน แต่มักทำกรอบและด้ามถือติดไว้สำหรับใช้ถือส่องดูวัตถุได้สะดวก เมื่อจะใช้ต้องถือวัตถุไว้ตรงหน้า คือวางแว่นขยายไว้ระหว่างตากับวัตถุ ขยับแว่นเข้าและออกจากตาจนกว่าจะเห็นภาพชัด ภาพที่เห็นในแว่นขยาย เป็นภาพเสมือน หัวตั้งขนาดขยาย อยู่ข้างเดียวกับวัตถุ เราจึงมองเห็นภาพของวัตถุได้ชัดโดยไม่ต้องใช้ฉากรับภาพ

ทางยาวโฟกัสของเลนส์ คือระยะทางจากจุดโฟกัสถึงจักษุศูนย์ หรือจุดกึ่งกลางของเลนส์

ศูนย์ที่ ๓

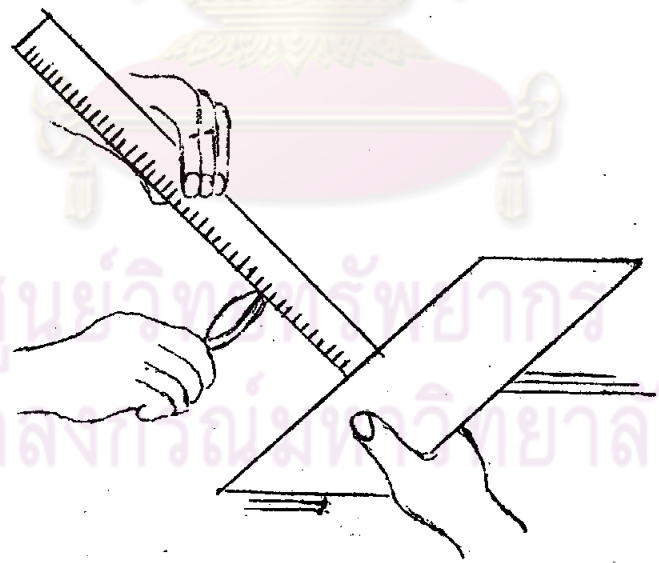
บัตรกิจกรรม

๑. ใช้มือสัมผัสลักษณะภายนอกของแว่นขยาย บันทึกลักษณะผิวหน้าของเลนส์

๒. ใช้ปกสมุดหรือแผ่นกระดาษแข็งรับแสงอาทิตย์ ถือไม้บรรทัดโดยให้ปลายเริ่มต้นสเกลแตะกระดาษแข็ง และตั้งฉากกัน

๓. เอียงไม้บรรทัด และกระดาษที่ตั้งฉากกันอยู่นี้จนได้แนวที่ไม่เกิดเงาของไม้บรรทัดบนแผ่นกระดาษ

๔. ถือแว่นขยายให้รับแสงอาทิตย์ ดังรูป เลื่อนแว่นขยายให้ขอบกรูดขึ้นลงตามสเกลของไม้บรรทัดจนได้บริเวณสว่างเล็กที่สุดบนกระดาษบันทึกระยะจากปลายล่างของไม้บรรทัดถึงจุดกึ่งกลางของขอบแว่นขยาย



รูปที่ ๒๕ เมื่อใช้แว่นขยายรับแสงอาทิตย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๓ ชื่อ.....ชั้น.....

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมในช่องว่างให้ได้ความถูกต้องที่สุด

๑. ลักษณะภายนอกของแว่นขยายคือ มีผิวโค้ง ..... (นูน, เว้า) ทั้งสองด้าน และตรงกลาง ..... (นูน, บุ๋ม) มากที่สุด

๒. เมื่อลำแสงผ่านแว่นขยายจะ ..... (ลู่, กระจาย) มารวมกันที่จุดโฟกัส

๓. บริเวณที่ลำแสงมารวมกัน คือบริเวณที่ ..... (เล็กที่สุด, ใหญ่ที่สุด)

๔. แว่นขยายคือ ..... (เลนส์นูน, เลนส์เว้า)

๕. บริเวณสว่างที่เล็กที่สุด หรือจุดรวมแสงเรียกว่า ..... (จุดโฟกัส, ทางยาวโฟกัส) ของเลนส์

๖. ระยะทางจากจุดกึ่งกลางของแว่นขยายถึงบริเวณจุดสว่างที่เล็กที่สุด เรียกว่า ..... (จุดโฟกัส, ทางยาวโฟกัส) ของเลนส์

๗. ถ้าต้องการดูลายมือต้องใช้ ..... (เลนส์นูน, เลนส์เว้า)

๘. ควรถือแว่นขยายให้ห่างจากวัตถุเป็นระยะ ..... (สั้นกว่า, ยาวกว่า) ทางยาวโฟกัสของแว่นขยาย

๙. ช่างแก้นาฬิกาจำเป็นต้องใช้แว่นขยายที่วางวัตถุไว้ภายในทางยาวโฟกัส เพื่อให้เห็นส่วนประกอบต่าง ๆ ของนาฬิกามีขนาด ..... (เล็กลง, ใหญ่ขึ้น) และเป็นภาพ ..... (หัวกลับ, หัวตั้ง)

บันทึกผลการทดลอง

ระยะทางจากปลายล่างของไม้บรรทัดถึงจุดกึ่งกลางของขอบแว่นขยาย = ... ซ.ม.

คือ ทางยาวโฟกัสของแว่นขยาย = ... ซ.ม.

ลักษณะผิวหน้าของเลนส์ ..... (โค้งนูน, โค้งเว้า)

ศูนย์ที่ ๔

บัตรกิจกรรม

คำแนะนำ

๑. บทเรียนนี้เป็นบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา

๒. นักเรียนต้องอ่านข้อความไปตามลำดับข้อ ทีละข้อ ห้ามข้ามข้อเป็นอันขาด

๓. เมื่อทำข้อหนึ่ง ๆ เสร็จ ให้ทำข้อต่อไป บางข้อจะมีช่องว่างให้นักเรียนเติมคำในช่องว่างนั้น ๆ ให้สมบูรณ์ แล้วตรวจคำตอบของนักเรียนในลำดับขั้นต่อไป

๔. ห้ามเปิดดูคำตอบก่อน

๕. เมื่อนักเรียนเรียนบทเรียนนี้จบแล้ว นักเรียนจะต้องเขียนอธิบายส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตาได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง ส่วนประกอบและการทำงานของนัยน์ตา

ลำดับที่	ข้อความ	คำตอบ
	ลูกนัยน์ตามีลักษณะเกือบเป็นทรงกลม เป็นลูกแข็งมีเนื้อแข็งเหนียว สีขาว ที่บริเวณที่เรียกว่าตาขาว หรือ sclera เป็นเปลือกส่วนนอกสุด ส่วนหน้าของตาขาวมีลักษณะโปร่งใส เรียกว่า คอร์เนีย (Cornea) เปลือกชั้นที่สองต่อจากตาขาวมีสีน้ำตาลป้องกันไม่ให้เกิดการสะท้อนแสงในตาเรียก คอรอยด์ (Choroides) ส่วนของคอรอยด์ที่ยื่นออกมาพ้นตาขาวหลัง คอร์เนีย ทำหน้าที่เป็นม่านตา ช่วยให้แสงผ่านเข้าไปในลูกตาได้พอเหมาะเรียกม่านตา หรือ Iris ม่านตานี้จะมีสีตามเชื้อชาติ รองกลมกลางม่านตาเรียกปิวปิล (Pupil) เป็นช่องให้แสงผ่านเข้าเลนส์แก้วตา (Crystalline lens) หรือบางทีเรียกว่า แก้วตา แก้วตามีลักษณะเป็นก้อนเนื้อใสเหมือนแก้ว มีรูปร่างกลายเลนส์นูนธรรมดา แต่มีกล้ามเนื้อ ซีเลียรี (Ciliary muscles) ยึดโดยรอบ กล้ามเนื้อซีเลียรีนี้จะช่วยทำให้แก้วตาป่องหรือแฟบตรงกลางได้ เพื่อให้แก้วตาเปลี่ยนทางยาวโฟกัสได้มากหรือน้อยตามต้องการ ระหว่างกอร์เนียกับเลนส์มีของเหลวใส มีความหนืดพอๆกับน้ำช่วยให้นัยน์ตามองเห็นได้กว้างมากเรียกว่า Agueous humor เยื่อชั้นในสุดต่อจากคอรอยด์ คือเรตินา (retina) มีปลายประสาทที่รับรู้ต่อแสง ๒ ชนิด คือ rods ช่วยให้เกิดความรู้สึกเกี่ยวกับความเข้มของแสง และ cones ช่วยให้มีความรู้สึกเกี่ยวกับสี มัดของใยประสาทโยงไปสู่สมองเรียก Optic nerves หย่อมที่ไวต่อแสงของ retina มีสีเหลืองเรียกว่าจุดควงเหลือง (Yellow spot) ภาพของวัตถุตกบนหย่อมนี้จะเห็นชัดที่สุดจุดที่แสงจากวัตถุตกแล้วมองไม่เห็นเรียก Blind spot ของเหลวใสที่บรรจุอยู่ระหว่างเลนส์นัยน์ตากับ Yellow spot ช่วยให้ลูกตาทรงรูปอยู่ได้เรียกว่า ไวทรัส ฮิวเมอร์ (Vitreous humor)	

ลำดับที่	ข้อความ	คำตอบ
๑.	ลูกนัยน์ตามีลักษณะเป็นทรงกลม เป็นลูกแข็งชั้นนอกสุดมีสี ..... เรียกว่า ..... ส่วนหน้าของชั้นนี้มีลักษณะโปร่งใสเรียกว่า	
๒.	Choroides คือเปลือกชั้นที่ ..... มีสี ..... ทำหน้าที่ป้องกัน ..... ในตา	ขาว Sclera (ตาขาว) คอร์เนีย
๓.	ส่วนที่ทำหน้าที่ช่วยให้แสงผ่านเข้าไปในลูกตาได้พอเหมาะคือ ..... ซึ่งจะมี .....ตามเชื้อชาติ	สอง น้ำตาล การสะท้อนแสง
๔.	ช่องกลมกลางม่านตามีชื่อเรียกว่า	ไอริส สี
๕.	ก้อนเนื้อที่มีลักษณะใสมีรูปร่างเหมือนเลนส์นูนธรรมดาคือ ..... มีดรรชนีหักเหเท่า	ปิวปิล
๖.	กล้ามเนื้อที่ช่วยให้แก้วตาเปลี่ยนทางยาวโฟกัสได้มากหรือน้อยตามความต้องการคือ ..... ถ้าทางยาวโฟกัสน้อยจะทำให้เลนส์ลูกตา ..... ถ้าทางยาวโฟกัสมากจะทำให้เลนส์ลูกตา	เลนส์ลูกตาหรือแก้วตา แก้ว

ลำดับที่	ข้อความ	คำตอบ
๗.	ระหว่างกอร์เนียกับเลนส์ลูกตามีของเหลวใสช่วยให้นัยน์ตามองเห็นได้กว้างมากเรียกว่า ..... มีครรชนีหักเหเท่ากับ	Ciliary muscles ปองออก แฟบเข้า
๘.	เยื่อชั้นในสุดของลูกนัยน์ตาคือ ..... ปลายประสาทที่รับรู้ต่อความเข้มของแสงคือ ..... ปลายประสาทที่ช่วยให้มีความรู้สึกเกี่ยวกับสีคือ	Aqueous humor น้ำ
๙.	มัดของฝอยเส้นประสาทที่โยงไปสู่สมองทำให้รู้สึกมองเห็นเรียกว่า	Retina Rods Cones
๑๐.	หย่อมไวแสงที่สุดของเรตินา ซึ่งถ้าภาพตกจะเห็นชัดที่สุดคือ	Optic nerves
๑๑.	จุดที่แสงตกแล้วมองไม่เห็นภาพของวัตถุคือ	Yellow spot
๑๒.	ของเหลวใสที่ช่วยให้ลูกตาทรงรูปอยู่ได้คือ ..... มีครรชนีหักเหเท่า	Blind spot Vitreous humor แก้ว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรคำสั่ง

ศูนย์ที่ ๕

๑. นักศึกษารับแผ่นบรรยายคนละ ๑ ชุด
๒. อ่านเนื้อเรื่องจากแผ่นบรรยายโดยละเอียด
๓. จัดเครื่องมือ ทดลองตามบัตรกิจกรรม แล้วบันทึกผลลงในกระดาษคำตอบ
๔. ตอบคำถามในแบบฝึกหัด
๕. ทดลองเสร็จแล้วเก็บเครื่องมือด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๕

(ศูนย์สำรอง)

แผนบรรยาย

เรื่อง สายตาสั้น สายตายาว และการแก้ไข

เวลาที่นักเรียนไปตรวจตา จักษุแพทย์จะตรวจความเห็นชัดว่าเป็นปกติหรือไม่ โดยใช้แผ่นทดสอบสายตาที่มีตัวอักษร E เป็นแถวในระยะต่างกัน ผู้กระทำการทดสอบสายตาจะไปยืนข้างแผ่นทดสอบสายตา คอยใช้ไม้ชี้ให้นักเรียนอ่านแถวที่ต้องการให้นักเรียนอ่าน การชี้ให้อ่านไม่จำเป็นต้องชี้ทุกตัวเรียงกันควรสับตัวอักษรให้อ่านในแถวเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการใช้ความจำของนักเรียน ควรทดสอบตาข้างขวาก่อน โดยใช้มือซ้ายบังตาข้างซ้ายไว้ให้มิด และอ่านด้วยตาขวาเมื่อได้ผลทดสอบตาข้างขวาแล้ว ให้เปลี่ยนใช้มือขวาบังตาข้างขวา แล้วทดสอบตาซ้ายต่อไป (อย่าใช้นิ้วกดตาเพราะจะทำให้ตาพร่า เป็นผลให้การทดสอบสายตาผิดไปได้ ศูนย์นี้ใช้แผ่นทดสอบสายตาที่ถูกต้องตามมาตรฐานของกองอนามัย โรงเรียน กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข)

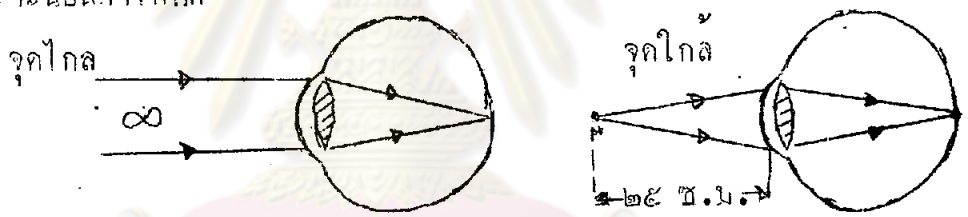
รูปที่ ๒๖ อักษร E ในแผ่นทดสอบสายตา

ให้นักเรียนยืนห่างจากแผ่นทดสอบสายตา ๖ เมตร แล้วอ่าน ถ้าอ่านไม่ได้จึงเลื่อนขึ้นไปอ่านแถวบนถัดขึ้นไปหาตัวใหญ่กว่าตามลำดับ ถ้านักเรียนสวมแว่นควรทดสอบสายตาทั้งที่สวมแว่นอยู่ก่อน แล้วจึงให้ถอดแว่นทดสอบสายตาที่ไม่สวมแว่นอีกครั้งหนึ่ง บันทึกผลการทดสอบสายตาลงทีละข้าง บรรทัดไหนที่เด็กอ่านผิดไม่เกิน ๒ ตัว นับเป็นใช้ได้ ถ้าเกิน ๒ ตัว ถือว่าเป็นบรรทัดที่อ่านไม่ได้ ถ้านักเรียนยืนที่ระยะ ๖ เมตร ตาขวาอ่านบรรทัดสุดท้าย (๖ เมตร) ได้ การบันทึกเขียน ขวา $\frac{6}{6}$

คือระยะที่ยืนเป็นเศษ ระยะทางที่อ่านบรรทัดสุดท้ายได้เป็นส่วน ถ้ายืนที่ระยะ ๖ เมตร ตาซ้ายอ่านบรรทัดสุดท้ายผิด ๓ ตัว แต่อ่านบรรทัดรองสุดท้าย (๘ เมตร) ได้หมด การบันทึกเขียนซ้าย $\frac{6}{8}$ แสดงว่าคนที่เห็นชัด ซ้าย $\frac{6}{8}$ มีความสามารถในการเห็นด้อยกว่าคนที่เห็นชัดขวา $\frac{6}{6}$ เป็นต้น

โดยปกติการที่เราสามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจนทั้งเมื่อวัตถุอยู่ใกล้หรือไกล ก็เพราะกล้ามเนื้อยึดเลนส์แก้วตา (Ciliary muscles) ทำหน้าที่คอยบังคับเลนส์แก้วตาให้นูนโค้งมากขึ้นหรือแฟบบางโค้งน้อยลง ดังนั้นทางยาวโฟกัสของเลนส์แก้วตาจะเปลี่ยนไปเพื่อทำให้ภาพของวัตถุชัดที่สุดบนจุดกวงเหลือง (yellow spot)

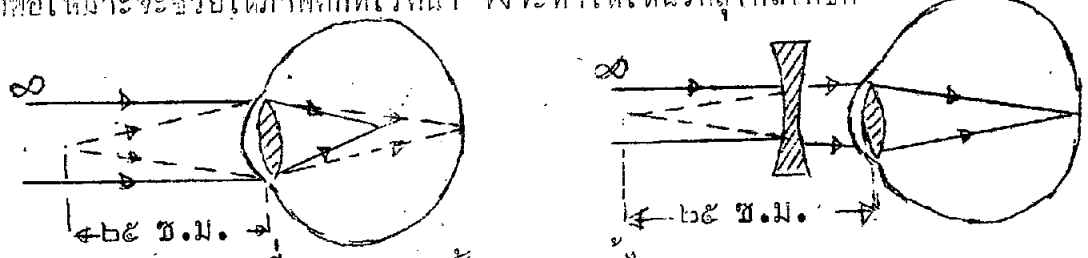
คนสายตาปกติเมื่อมองดูวัตถุโดยไม่ต้องเพ่ง จะมองเห็นวัตถุระยะใกล้สุดประมาณ ๒๕ ซม. หรือ ๑๐ นิ้ว ได้ชัดเจน ถ้าใกล้กว่านี้จะเริ่มมองเห็นไม่ชัด ส่วนระยะไกลสุด คือระยะอนันต์ เมื่อเรามองดูบนท้องฟ้า กล้ามเนื้อตาไม่ต้องทำงานเพื่อปรับเลนส์แก้วตา เราจึงรู้สึกสบายนัยน์ตา ทั้งนี้ก็เพราะนัยน์ตาได้พัก



รูปที่ ๒๗ จุดไกลและจุดใกล้ของคนสายตาปกติ

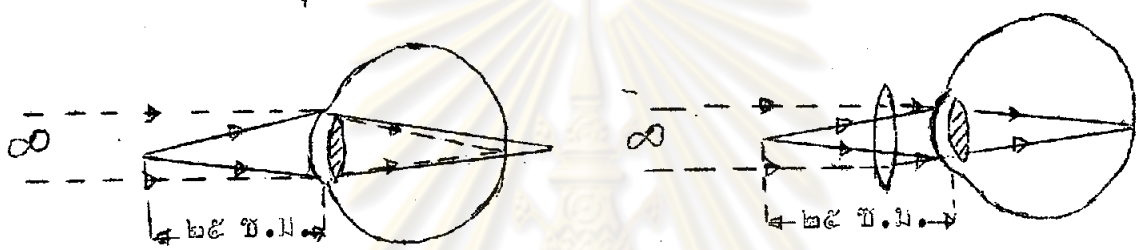
ความผิดปกติของสายตามี ๒ ชนิด คือ

๑. สายตาสั้น เกิดจากกระบอกตายาวเกินไป หรือเลนส์แก้วตามีผิวนูนโค้งกว่าปกติ ภาพของวัตถุอยู่ไกลไปตกบนเรตินาแต่อยู่หน้าเรตินา คนพวกนี้จะเห็นวัตถุในระยะ ๒๕ ซ.ม. ได้ชัดเป็นปกติ แต่ระยะไกลสุดจะอยู่ใกล้กว่าระยะอนันต์ วิธีแก้ไขคือ ใช้แว่นตาที่ทำด้วยเลนส์เว้าทางยาวโฟกัสพอเหมาะจะช่วยให้ภาพตกที่เรตินา จึงจะทำให้เห็นวัตถุไกลได้ชัด



รูปที่ ๒๘ สายตาสั้นและการแก้ไข

๒. <u>สายตายาว</u> เกิดจากกระบอกตาสั้นเกินไป หรือเลนส์แก้วตาขาดความยืดหยุ่นไม่อาจบังคับเลนส์ให้โค้งนูนได้ ทำให้การปรับเพื่อมองดูวัตถุในระยะใกล้ (๒๕ ซ.ม.) ไม่ชัด เพราะภาพตกเลยเรตินาออกไป แต่มองดูวัตถุไกลได้ชัดเป็นปกติ คนที่มีอายุสูงจะมีลักษณะเช่นเดียวกับสายตายาว วิธีแก้ไขคือ ใช้แว่นตาที่ทำด้วยเลนส์นูนที่มีทางยาวโฟกัสพอเหมาะจะทำให้ภาพตกที่เรตินา ทำให้มองเห็นวัตถุชัดขึ้น



<u>รูปที่ ๒๔ สายตายาวและการแก้ไข</u>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์ที่ ๕

บัตรกิจกรรม

๑. ใช้สก๊อตเทปติดแผ่นทดสอบกับผนังห้อง ๒ คน ต่อ ๑ แผ่น

๒. วัดระยะทางจากผนังห้องถึงตัวผู้สังเกตเป็นระยะทาง ๖ เมตร ๙ เมตร และ ๑๒ เมตร แล้วสังเกตตัวอักษร ในแผ่นทดสอบทีละแถว บันทึกผลลงในกระดาษคำตอบ

๓. ในกรณีที่มองเห็นไม่ชัดเจน ให้บันทึกด้วยว่า ถ้าจะให้มองเห็นชัดจะต้องเดินเข้าไปใกล้ หรือถอยห่างออกไปไกลจากระยะที่กำหนดไว้ในแผนภูมิเท่าใด

ศูนย์ที่ ๕ ชื่อ.....ชั้น.....

บันทึกผลการทดลอง

สายตาสั้น สายตายาว และการแก้ไข

ระยะ ๖ เมตรเห็น ..... (ชัดเจน, ไม่ชัดเจน)
ระยะ ๙ เมตรเห็น ..... (ชัดเจน, ไม่ชัดเจน)
ระยะ ๑๒ เมตรเห็น ..... (ชัดเจน, ไม่ชัดเจน)
ระยะ ๖ เมตรเห็น ..... (ใกล้เข้าไป, ไกลออกไป)
จากระยะปกติ เป็นสาเหตุของ ..... (สายตาสั้น, สายตายาว)
ระยะ ๙ เมตรเห็น ..... (ใกล้เข้าไป, ไกลออกไป)
จากระยะปกติ เป็นสาเหตุของ ..... (สายตาสั้น, สายตายาว)
ระยะ ๑๒ เมตรเห็น ..... (ใกล้เข้าไป, ไกลออกไป)
จากระยะปกติ เป็นสาเหตุของ ..... (สายตาสั้น, สายตายาว)

ศูนย์ที่ ๕ ชื่อ ..... ชั้น.....

แบบฝึกหัด

จงเลือกข้อความในวงเล็บเติมลงในช่องว่างให้ได้ความ

๑. ถ้ายืนในระยะ ๖ เมตร ห่างจากแผ่นทดสอบตาขวาอ่านบรรทัดสุดท้ายผิด ๓ ตัว แต่อ่านบรรทัดระยะ ๑๒ เมตร ได้หมด เราบันทึกว่า ..... (ขวา ๑๒/๖, ขวา ๖/๑๒)

๒. ถ้ากระบอกตาสั้นเกินไปจะเป็นสาเหตุของ ..... (สายตาสั้น, สายตายาว)

๓. คนสายตาสั้นจะมองวัตถุในระยะ ..... (ใกล้ตา, ไกลตา) ได้ไม่ชัด

๔. สาเหตุของสายตาสั้นก็คือ ภาพของวัตถุตก ..... (ก่อน,หลัง) เรตินา

๕. เราใช้ ..... (เลนส์นูน, เลนส์เว้า) แก้สายตาสั้น

๖. ถ้ากระบอกตายาวเกินไปจะเป็นสาเหตุของ ..... (สายตาสั้น, สายตายาว)

๗. คนสายตายาวจะมองวัตถุในระยะ ..... (ใกล้ตา,ไกลตา) ได้ไม่ชัด

๘. สาเหตุของสายตายาวก็คือ ภาพของวัตถุตก ..... (ก่อน,หลัง) เรตินา

๙. เราใช้ ..... (เลนส์นูน, เลนส์เว้า) แก้สายตายาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบทดสอบ หน่วยที่ ๒

เรื่อง แสง

คำสั่ง ๑. จงกาเครื่องหมาย X ทับอักษร ก. หรือ ข. หรือ ค. หรือ ง. ที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุด เพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ

๒. นักศึกษาต้องส่งกระดาษคำถามคืน พร้อมกระดาษคำตอบ

๓. อย่าทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในกระดาษคำถาม

๑. รังสีจากวัตถุที่ขนานกับเส้นแกนมุขสำคัญของเลนส์เว้าแล้วจะเป็นอย่างไร

ก. หักเหแต่ไม่ผ่านจุดโฟกัส
ข. หักเหแล้วเสมือนผ่านจุดโฟกัส
ค. หักเหแล้วผ่านจุดโฟกัส
ง. ไม่หักเหเลย

๒. ภาพเสมือน คือภาพที่มีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. หัวกลับกับวัตถุ
ข. เห็นได้ชัดเมื่อใช้ฉากรับ
ค. เห็นได้ชัดโดยไม่ต้องใช้ฉากรับ
ง. ถูกทุกข้อ

๓. เราเรียกภาพที่ใช้ฉากรับได้ว่าอะไร

ก. ภาพจริง
ข. ภาพเสมือน
ค. ภาพลวงตา
ง. ปรัศวภาควิโลม

๔. เลนส์นูน มีคุณสมบัติอย่างไร

ก. สะท้อนแสง
ข. ดัดแสง
ค. กระจายแสง
ง. รวมแสง

๕. เลนส์เว้ามีคุณสมบัติอย่างไร

ก. สะท้อนแสง
ข. ดัดแสง
ค. กระจายแสง
ง. รวมแสง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๖. ถ้าวัตถุอยู่ระหว่างเลนส์นูนภายในทางยาวโฟกัสของเลนส์ ภาพที่เกิดจะมีขนาดเป็นอย่างไร

ก. โตกว่าวัตถุ
ข. เล็กกว่าวัตถุ
ค. เท่ากับวัตถุ
ง. ไม่แน่นอน

๗.

ถ้าวางวัตถุไว้ดังรูป จะเกิดภาพที่ใด

ก. ระหว่างเลนส์กับจุดโฟกัส
ข. จุดโฟกัส
ค. ระหว่างจุดโฟกัสและจุดศูนย์กลางความโค้ง
ง. จุดศูนย์กลางความโค้ง

๘. จากรูปในข้อ ๗. ภาพที่เกิดจากวัตถุเป็นภาพอะไร

ก. ภาพเสมือนหัวตั้ง
ข. ภาพเสมือน หัวกลับ
ค. ภาพจริง หัวตั้ง
ง. ภาพจริง หัวกลับ

๙. จากรูปในข้อ ๗. ภาพที่เกิดขึ้นมีขนาดเท่าใด

ก. เล็กกว่าวัตถุ
ข. เท่ากับวัตถุ
ค. ใหญ่กว่าวัตถุ
ง. ไม่แน่นอน

๑๐. ระยะทางจากจักษุศูนย์ถึงจุดโฟกัส เรียกว่าอะไร

ก. ระยะวัตถุ
ข. ระยะภาพ
ค. ทางยาวโฟกัส
ง. รัศมีความโค้ง

๑๑. บริเวณที่ลำแสงขนานจากดวงอาทิตย์ผ่านเลนส์นูนจะมีลักษณะเป็นอย่างไร

ก. ไม่ปรากฏอะไรเลย
ข. เล็กที่สุด
ค. ปานกลาง
ง. ใหญ่ที่สุด

๑๒. แว่นขยายที่หมอดูใช้ส่องดูลายมือ จะต้องวางวัตถุไว้ในตำแหน่งใด

ก. ภายในทางยาวโฟกัส
ข. ที่จุดโฟกัส
ค. ระหว่างจุดโฟกัสและจุดศูนย์กลางความโค้ง
ง. ที่จุดศูนย์กลางความโค้ง

๑๓. เราใช้สิ่งใดทำแว่นขยาย

ก. เลนส์เว้า
ข. เลนส์นูน
ค. กระจกเว้า
ง. กระจกนูน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๑๔. ภาพที่เกิดจากแวนขยายอยู่ที่ใด

ก. ข้างเดียวกับวัตถุ
ข. อยู่ชิดแว่น
ค. อยู่ตรงข้ามกับวัตถุ
ง. อยู่ที่ใดก็ได้

๑๕. ภาพที่ได้จากแว่นขยายเป็นภาพชนิดใด

ก. ภาพจริง หัวกลับขนาดลดลง
ข. ภาพจริงหัวกลับขนาดขยาย
ค. ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดลดลง
ง. ภาพเสมือนหัวตั้งขนาดขยาย

๑๖. ส่วนของนัยน์ตาที่ปรากฏเป็นสีต่าง ๆ ตามเชื้อชาติ คืออะไร

ก. ตาขาว
ข. คอรอยด์
ก. เรตินา
ง. มานตา

๑๗. ช่องกลมกลางตาที่ทำหน้าที่ช่วยให้แสงผ่านเข้าเลนส์แก้วตาเรียกว่าอะไร

ก. คอร์เนีย
ข. คอรอยด์
ค. ปิวปิล
ง. มานตา

๑๘. ปลายประสาทส่วนที่ช่วยให้มีความรู้สึกเกี่ยวกับสี คืออะไร

ก. rods
ข. Cones
ค. sclera
ง. optic nerves

๑๙. ปลายประสาทส่วนที่ช่วยให้มีความรู้สึกเกี่ยวกับความเข้มของแสง คืออะไร

ก. rods
ข. Cones
ค. sclera
ง. Optic nerves

๒๐. ส่วนที่ช่วยให้เลนส์นัยน์ตาเปลี่ยนทางยาวโฟกัสให้ยาวหรือสั้นได้ คืออะไร

ก. Cornea
ข. Ciliary muscles
ค. Choroides
ง. optic nerves

๒๑. ส่วนใดของลูกตาที่ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เกิดการสะท้อนแสง

ก. เรตินา
ข. ตาขาว
ค. คอรอยด์
ง. คอร์เนีย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒๒. ไวกรัส ธิวเมอร์ คือของเหลวใสที่ช่วยให้ลูกตาทำหน้าที่อะไร

ก. มองเห็นได้กว้างมาก
ข. ให้แสงผ่านเข้าเลนส์นัยน์ตา
ค. ช่วยหักเหแสง
ง. ทรงรูปร่างอยู่ได้

๒๓. แก้วตามีลักษณะเป็นเลนส์ชนิดใด

ก. เลนส์เว้า
ข. เลนส์นูน
ค. เลนส์นูนแกมเว้า
ง. เลนส์เว้าแกมนูน

๒๔. จุดดวงเหลือง คือหย่อมประสาทที่ช่วยให้ภาพของวัตถุเป็นอย่างไร

ก. ชัดที่สุด
ข. คงอยู่ได้นาน
ค. ค่อย ๆ จางหายไป
ง. ไม่ปรากฏเลย

๒๕. ระยะใกล้ที่สุดที่ตาคนปกติสามารถมองเห็นภาพได้ชัด มีกี่เซนติเมตร

ก. ๒.๕
ข. ๑๐
ค. ๒๕
ง. ∞

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

๑. การหาสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแต่ละหน่วย

๒. การวิเคราะห์แบบทดสอบศูนย์การเรียน ๖ หน่วย เพื่อหาอำนาจจำแนก และระดับความยาก

๓. กราฟแสดงอำนาจจำแนก และระดับความยากของแบบทดสอบศูนย์การเรียน ๖ หน่วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบศูนย์การเรียนหน่วยที่๑เรื่องไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก

$$\bar{X} = \frac{\text{ผลบวกของคะแนนนักเรียนทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียน}}$$

$$= \frac{๒๗๑๔}{๑๔๖}$$

$$= ๑๘.๖๒$$

$$S.D. = \frac{X - Y}{\frac{N}{2}}$$

$$= \frac{๕๘๔ - ๒๘๔}{\frac{๑๔๖}{๒}}$$

$$= \frac{๒๔๕}{๗๓}$$

$$= ๔.๐๔$$

จากสูตร $r_{tt} = \frac{n\,(S.D.)^2 - \bar{X}\,(n - \bar{X})}{(S.D.)^2\,(n - 1)}$

$$= \frac{๓๐\,(๔.๐๔)^{๒} - ๑๘.๖๒\,(๓๐ - ๑๘.๖๒)}{(๔.๐๔)^{๒}\,(๓๐ - ๑)}$$

$$= \frac{(๓๐ \times ๑๖.๓๒) - (๑๘.๖๒ \times ๑๑.๓๘)}{๑๖.๓๒ \times ๒๔}$$

$$= \frac{๔๘๔.๖ - ๒๑๑.๘๔}{๔๗๓.๒๘}$$

$$= \frac{๒๗๗.๗๑}{๔๗๓.๒๘}$$

$$= ๐.๖๐$$

แบบทดสอบเชื่อถือได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบศูนย์การเรียน หน่วยที่ ๒ เรื่อง แสง

$$\bar{X} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนนักเรียนทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียน}}$$

$$= \frac{๒๖๐๗}{๑๕๖}$$

$$= ๑๗.๘๖$$

$$S.D = \frac{X - Y}{\frac{N}{2}}$$

$$= \frac{๖๐๖ - ๖๓๕}{\frac{๑๕๖}{๖}}$$

$$= \frac{๓๗๑}{๗๓}$$

$$= ๕.๐๘$$

$$r_{tt} = \frac{n\,(S.D)^2 - \bar{X}\,(n - \bar{X})}{S.D^2\,(n - 1)}$$

$$= \frac{๓๐\,(๕.๐๘)^๖ - ๑๗.๘๖\,(๓๐ - ๑๗.๘๖)}{(๕.๐๘)^๖\,(๓๐ - ๑)}$$

$$= \frac{(๓๐ \times ๖๕.๘๑) - (๑๗.๘๖ \times ๑๖.๑๔)}{๖๕.๘๑ \times ๖๔}$$

$$= \frac{๗๗๔.๓ - ๖๑๖.๘๖}{๗๔๘.๔๔}$$

$$= \frac{๕๕๗.๔๘}{๗๔๘.๔๔}$$

$$= ๐.๗๔$$

แบบทดสอบเชื่อถือได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๖

ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบศูนย์การเรียน หน่วยที่ ๑ เรื่อง ไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวก เพื่อเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนก และระดับความยาก

(ใช้วิธีวิเคราะห์โดยแบบตัด ๒๗ %)

ข้อที่	% PL	% PH	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	
๑	๖๗	๙๖	.๘๑	.๓๗	*
๒	๖๙	๙๖	.๘๒	.๓๘	*
๓	๖๖	๖๙	.๘๗	.๔๓	
๔	๘๖	๑๐๐	.๙๑	.๔๓	×
๕	๔๙	๙๕	.๗๖	.๖๑	
๖	๕๑	๖๔	.๕๘	.๑๔	×
๗	๖๔	๙๖	.๗๙	.๔๐	
๘	๗๖	๙๖	.๗๙	.๔๐	
๙	๕๙	๘๖	.๗๑	.๖๗	
๑๐	๑๐	๖๔	.๓๕	.๕๙	
๑๑	๖๖	๕๑	.๓๘	.๖๗	
๑๖	๔๖	๘๔	.๖๖	.๘๓	
๑๓	๔๑	๖๙	.๕๕	.๖๙	
๑๔	๕	๔๔	.๖๖	.๕๔	
๑๕	๕๖	๘๗	.๗๓	.๓๘	
๑๖	๖๙	๙๐	.๘๐	.๓๑	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่	% PL	% PH	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)	
๑๗	๘๖	๙๐	.๗๐	.๕๑	
๑๘	๖๘	๘๗	.๕๔	.๖๐	
๑๙	๕๔	๔๕	.๗๘	.๕๕	
๒๐	๘๔	๙๐	.๘๗	.๑๒	X
๒๑	๕๑	๗๒	.๗๔	.๕๑	
๒๒	๓๑	๘๗	.๖๑	.๕๘	
๒๓	๑๘	๘๖	.๓๑	.๓๒	
๒๔	๓๖	๖๗	.๕๒	.๓๑	
๒๕	๔๔	๙๐	.๖๙	.๕๒	
๒๖	๔๔	๙๒	.๗๑	.๕๖	
๒๗	๒๓	๓๖	.๒๙	.๑๖	X
๒๘	๓๘	๗๒	.๕๕	.๓๕	
๒๙	๓๖	๖๔	.๕๐	.๒๘	
๓๐	๓๑	๔๖	.๓๘	.๑๖	X

จำนวนข้อทั้งหมด ๓๐ ข้อ
ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้งไป ๕ ข้อ ได้แก่ข้อที่มีเครื่องหมาย X
ยังใช้ได้แต่ต้องปรับปรุงแก้ไข ๖ ข้อ ได้แก่ข้อที่มีเครื่องหมาย *
เก็บไว้ใช้ได้เลย ๒๓ ข้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑๓

ตารางวิเคราะห์แบบทดสอบศูนย์การเรียน หน่วยที่ ๒ เรื่อง แสง เพื่อเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนก และระดับความยาก

(ใช้วิธีวิเคราะห์โดยแบบตัด ๒๗ %)

ข้อที่	% PL	% PH	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
๑	๖๑	๘๒	.๗๒	.๒๕
๒	๔๑	๕๔	.๕๐	.๒๘
๓	๒๐	๗๔	.๔๗	.๕๔
๔	๕	๔๐	.๘๐	.๓๑
๕	๗๗	๘๗	.๘๒	.๒๖
๖	๒๖	๘๔	.๕๖	.๕๘
๗	๑๕	๕๔	.๓๖	.๔๗
๘	๘	๖๗	.๓๕	.๖๓
๙	๖๓	๕๑	.๓๗	.๓๐
๑๐	๔๖	๗๔	.๖๐	.๒๔
๑๑	๖๑	๔๐	.๗๗	.๓๔
๑๒	๓๘	๗๔	.๕๔	.๔๒
๑๓	๓๑	๘๒	.๕๗	.๕๒
๑๔	๓๖	๘๒	.๖๐	.๔๘
๑๕	๓๘	๗๗	.๕๘	.๔๐
๑๖	๒๘	๘๗	.๕๔	.๖๐
๑๗	๒๘	๕๔	.๔๑	.๒๗

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อที่	% PL	% PH	ความยาก (p)	อำนาจจำแนก (r)
๑๘	๓๑	๗๘	.๕๖	.๔๘
๑๙	๑๘	๕๔	.๓๘	.๔๓
๒๐	๒๘	๘๔	.๕๗	.๕๖
๒๑	๒๘	๖๗	.๔๗	.๓๘
๒๒	๔๑	๖๗	.๕๔	.๒๗
๒๓	๔๔	๘๗	.๖๗	.๔๘
๒๔	๔๔	๙๐	.๖๙	.๕๒
๒๕	๔๑	๗๒	.๕๖	.๓๑
๒๖	๑๐	๖๙	.๑๔	.๑๖ X
๒๗	๔๙	๖๙	.๕๙	.๒๑ X
๒๘	๖๙	๗๔	.๗๒	.๐๖ X
๒๙	๒๘	๘๗	.๖๐	.๕๔ X
๓๐	๗๖	๘๔	.๖๑	.๕๐ X

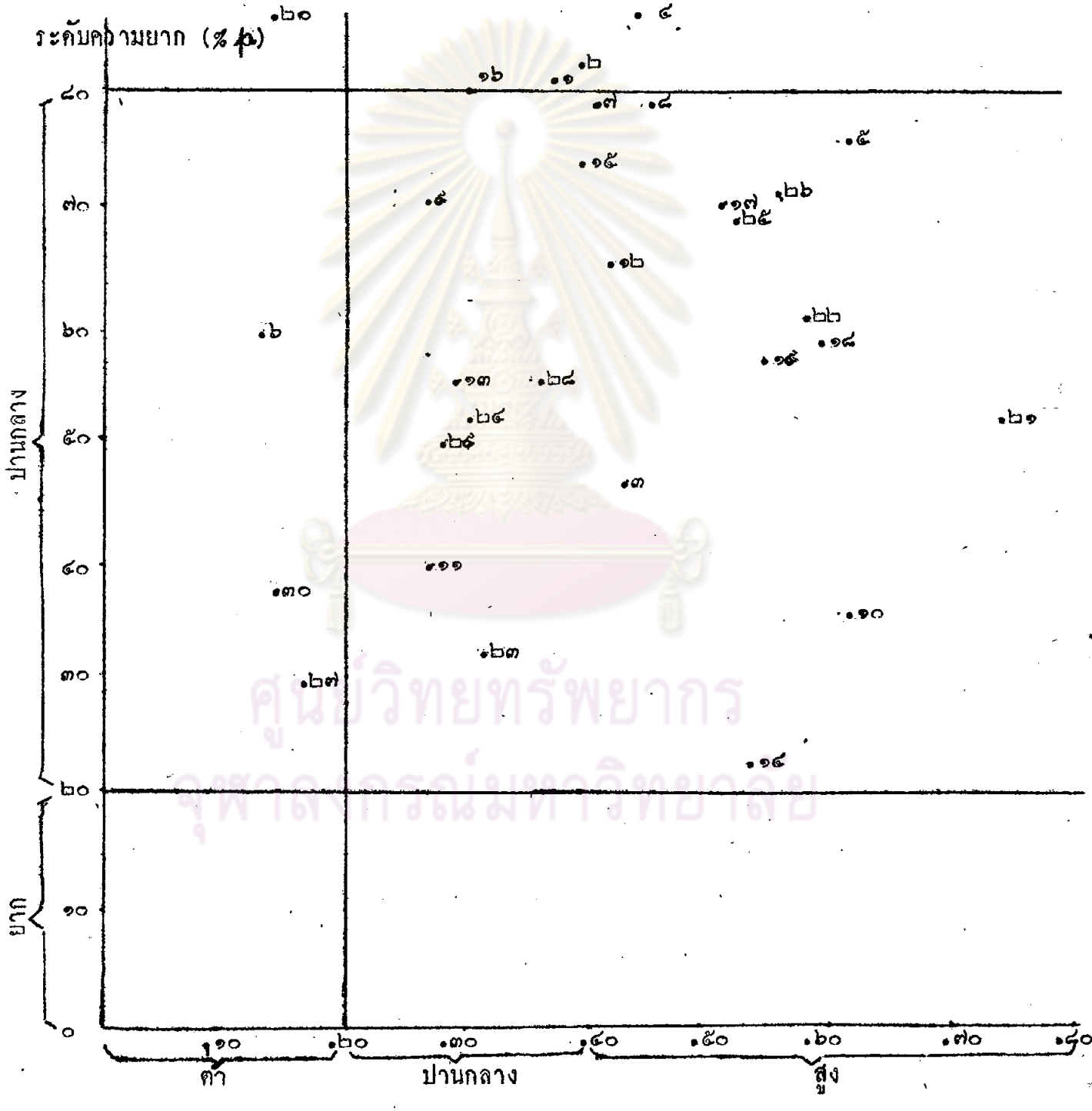
จำนวนข้อทั้งหมด ๓๐ ข้อ ปรับปรุงแก้ไข ๑ ข้อ ที่มีเครื่องหมาย
ใช้ไม่ได้ต้องตัดทิ้งไป ๕ ข้อ ได้แก่ข้อที่มีเครื่องหมาย X
เก็บไว้ใช้ได้เลย ๒๔ ข้อ

รูปที่ ๓๐

กราฟแสดงอำนาจจำแนกและระดับความยาก

แบบทดสอบศูนย์การเรียนหน่วยที่ ๑ เรื่อง ไฟฟ้า และเครื่องอำนวยความสะดวก

ทดลองกับนักศึกษา ป.กศ. ๒ จำนวน ๑๔๖ คน เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบ



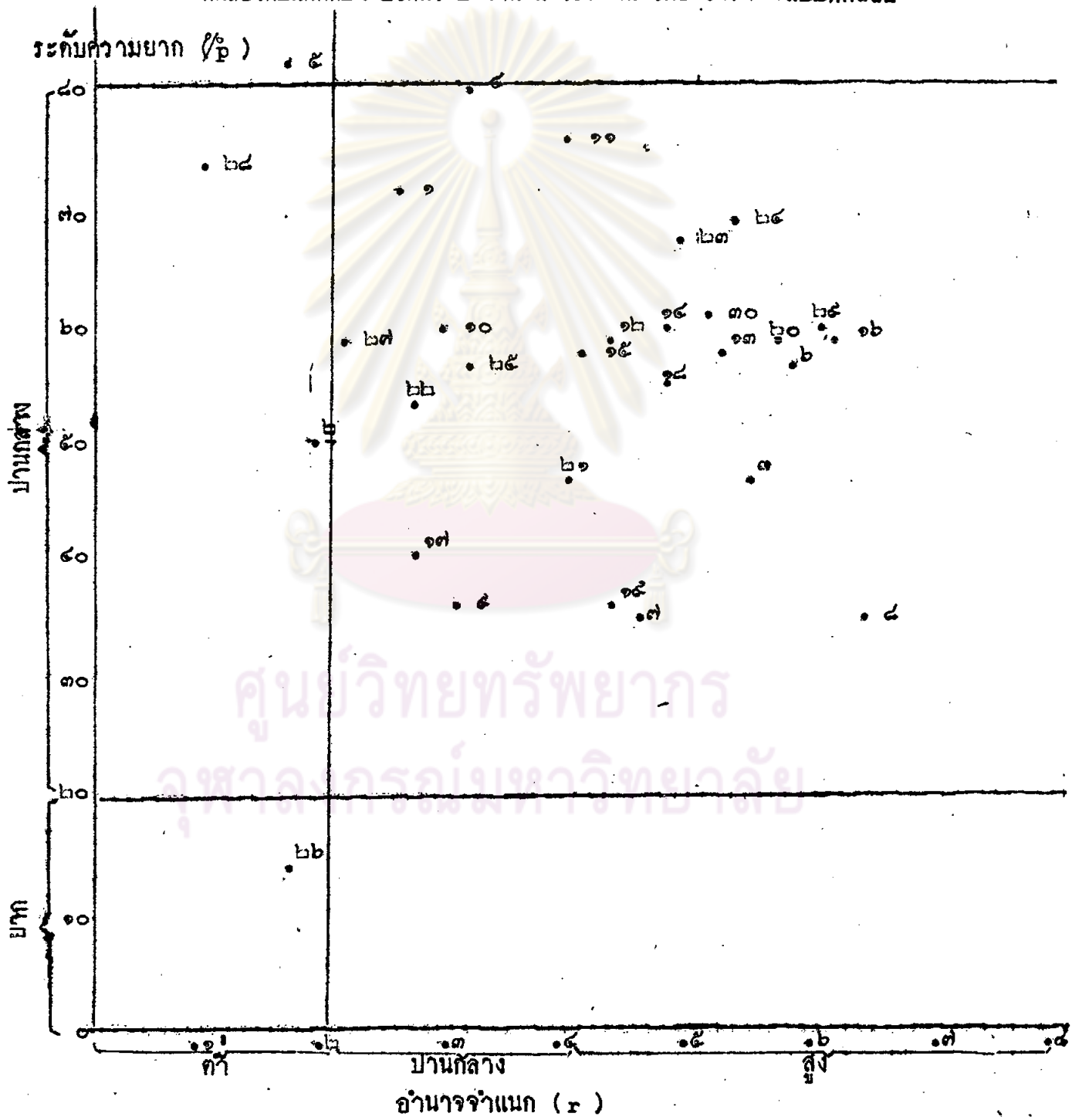
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๓๑

กราฟแสดงอำนาจจำแนก และระดับความยาก

แบบทดสอบศูนย์การเรียน หน่วยที่ ๒ เรื่อง แสง

ทดลองกับนักศึกษา ป.กศ. ๒ จำนวน ๑๔๖ คน เพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

การหาค่าเฉลี่ยของคะแนน ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด และการหาค่าความแตกต่างของมัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มทดลอง และ กลุ่มควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทดลอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยที่หนึ่งระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ป.กศ. ๒/๑ กลุ่มทดลอง ป.กศ. ๒/๒

X_1	f	fX_1	fX_1^2
๒๕	๑๒	๓๐๐	๗๕๐๐
๒๔	๑๑	๒๖๔	๖๓๓๖
๒๓	๗	๑๖๑	๓๗๐๓
๒๒	๑	๒๒	๔๘๔
๒๑	๒	๔๒	๘๘๒
๑๘	๑	๑๘	๓๒๑
๑๘	๑	๑๘	๓๒๔
	$\sum fX_1 = ๘๒๒$		$\sum fX_1^2 = ๑๔,๕๔๐$

$N_1 = ๓๕$

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum fX_1}{N_1}$$

$$= \frac{๘๒๒}{๓๕} = ๒๓.๒๐$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum fX_1^2}{N_1} - \left[\frac{\sum fX_1}{N_1}\right]^2}$$

$$= \sqrt{\frac{๑๔๕๔๐}{๓๕} - \left[\frac{๘๒๒}{๓๕}\right]^2}$$

$$= \sqrt{๕๕๔.๗๑ - ๕๕๒.๔๒}$$

$$\sigma_1^2 = ๒.๗๕$$

X_2	f	fX_2	fX_2^2
๒๔	๑๑	๒๖๔	๖๓๓๖
๒๓	๑๒	๒๗๖	๖๓๔๘
๒๒	๕	๑๑๐	๒๔๒๐
๒๑	๒	๔๒	๘๘๒
๒๐	๑	๒๐	๔๐๐
๑๗	๒	๓๔	๕๗๘
๑๖	๑	๑๖	๒๕๖
๑๕	๑	๑๕	๒๒๕
	$\sum fX_2 = ๓๗๗$		$\sum fX_2^2 = ๑๗,๔๔๕$

$N_2 = ๓๕$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum fX_2}{N_2}$$

$$= \frac{๓๗๗}{๓๕} = ๒๒.๒๐$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum fX_2^2}{N_2} - \left[\frac{\sum fX_2}{N_2}\right]^2}$$

$$= \sqrt{\frac{๑๗๔๔๕}{๓๕} - \left[\frac{๓๗๗}{๓๕}\right]^2}$$

$$= \sqrt{๔๔๘.๔๓ - ๔๔๒.๘๔}$$

$$\sigma_2^2 = ๕.๕๔$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{๖.๗๕}{๓๕} + \frac{๕.๕๔}{๓๕}}$$

$$= \sqrt{\frac{๘.๓๔}{๓๕}}$$

$$= \sqrt{.๖๔}$$

$$= .๘๔$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}}$$

$$= \frac{๖๓.๖๐ - ๖๖.๖๐}{.๘๔}$$

$$= \frac{๑.๔}{.๘๔}$$

$$= ๖.๘๖$$

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $\qquad$ ๖.๘๖ > ๖.๕๘

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๑ Z = ๖.๕๘ แต่ Z ที่ได้จากการคำนวณ = ๖.๘๖ มากกว่า ๖.๕๘ ดังนั้นผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า $\mu_1 = \mu_2$ และเพราะว่า มัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบด้วยวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนมีค่ามากกว่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบจากการเรียนด้วยวิธีสอนแบบสาธิต ดังนั้น ผลการเรียนด้วยวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนจึงดีกว่าผลการเรียนด้วยวิธีสอนแบบสาธิต

ทดสอบความแตกต่างของคะแนนหน่วยที่สองระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง ป.กศ. ๒/๑

X_1	f	fX_1	fX_1^2
๒๕	๑๑	๒๗๕	๖๘๗๕
๒๔	๑๒	๒๘๘	๖๔๗๒
๒๓	๔	๘๒	๒๑๑๖
๒๒	๓	๖๖	๑๔๕๒
๒๑	๑	๒๑	๔๔๑
๒๐	๒	๔๐	๘๐๐
๑๘	๑	๑๘	๓๒๔
๑๖	๑	๑๖	๒๕๖
		$\sum fX_1 = ๘๑๖$	$\sum fX_1^2 = ๑๔,๑๗๖$

$N_1 = ๓๕$

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum fX_1}{N_1}$$

$$= \frac{๘๑๖}{๓๕} = ๒๓.๓๑$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum fX_1^2}{N_1} - \left[\frac{\sum fX_1}{N_1}\right]^2}$$

$$= \sqrt{\frac{๑๔๑๗๖}{๓๕} - \left[\frac{๘๑๖}{๓๕}\right]^2}$$

$$= \sqrt{๕๔๗.๘๘ - (๒๓.๓๑)^2}$$

$$= \sqrt{๕๔๗.๘๘ - ๕๔๓.๓๖}$$

$$\sigma_1^2 = ๔.๕๖$$

กลุ่มควบคุม ป.กศ. ๒/๒

X_2	f	fX_2	fX_2^2
๒๕	๘	๒๐๐	๕๐๐๐
๒๔	๕	๑๒๐	๒๘๘๐
๒๓	๑	๒๓	๕๒๙
๒๒	๖	๑๔๘	๓๓๕๖
๒๑	๒	๔๒	๘๘๒
๒๐	๑	๒๐	๔๐๐
๑๙	๑	๑๙	๓๖๑
๑๘	๓	๕๔	๙๗๒
๑๗	๓	๕๑	๘๖๗
๑๕	๑	๑๕	๒๖๕
๑๔	๑	๑๔	๑๙๖
		$\sum fX_2 = ๗๕๖$	$\sum fX_2^2 = ๑๖,๖๒๘$

$N_2 = ๓๕$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum fX_2}{N_2} = \frac{๗๕๖}{๓๕} = ๒๑.๖๐$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum fX_2^2}{N_2} - \left[\frac{\sum fX_2}{N_2}\right]^2}$$

$$= \sqrt{\frac{๑๖๖๒๘}{๓๕} - \frac{๗๕๖}{๓๕}^2}$$

$$= \sqrt{๔๗๖.๒๓ - (๒๑.๐๖)^2}$$

$$= \sqrt{๔๗๖.๒๓ - ๔๖๖.๕๖}$$

$$\sigma_2^2 = ๔.๖๗$$

$$\sigma_{(\bar{X}_1-\bar{X}_2)} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{๔.๕๖}{๓๕} + \frac{๔.๖๗}{๓๕}}$$

$$= \sqrt{\frac{๔.๕๖ + ๔.๖๗}{๓๕}}$$

$$= \sqrt{\frac{๑๔.๑๔}{๓๕}}$$

$$= \sqrt{.๔๐}$$

$$= .๖๓$$

$$Z = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{(\bar{X}_1-\bar{X}_2)}}$$

$$= \frac{๖๓.๓๑ - ๖๑.๖๐}{.๖๓}$$

$$= \frac{๑.๗๑}{.๖๓}$$

$$= ๒.๗๑$$

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ $\quad$ ๒.๗๑ > ๒.๕๘

ที่ระดับความมีนัยสำคัญ .๐๑ Z = ๒.๕๘ แต่ Z ที่ได้จากการคำนวณ = ๒.๗๑ มากกว่า ๒.๕๘ ดังนั้น แสดงว่าผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า $\mu_1 = \mu_2$ และเพราะว่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบจากการเรียนด้วยวิธีสอนแบบศูนย์การเรียนมีค่ามากกว่ามัชฌิมเลขคณิตของคะแนนแบบทดสอบจากการเรียนด้วยวิธีสอนแบบสาธิต ดังนั้นผลการเรียนด้วยวิธีสอนแบบศูนย์การเรียน จึงดีกว่าผลการเรียนด้วยวิธีสอนแบบสาธิต

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสุมน โอสถานนท์

วุฒิการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา ๒๔๔๔
ครุศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย ปีการศึกษา ๒๕๐๑

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน อาจารย์ประจำคณะวิชาวิทยาศาสตร์ วิทยาลัยครู
สวนสุนันทา กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย