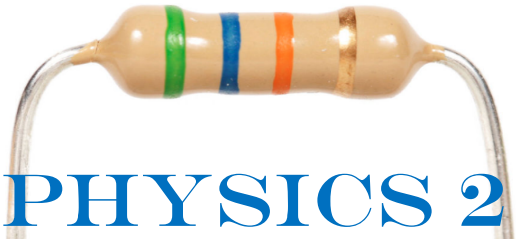
ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2



PHYSICS 2
LABORATORY

ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี

สารบัญ

ปฏิบัติการทดลองที่ 1 การใช้มัลติมิเตอร์ 1
ปฏิบัติการทดลองที่ 2 กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 17
ปฏิบัติการทดลองที่ 3 การสะท้อนแสง 23
ปฏิบัติการทดลองที่ 4 การหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน 26
ปฏิบัติการทดลองที่ 5 การหาความยาวโฟกัสของกระจกเว้า 30

ปฏิบัติการทดลองที่ 1
การใช้มัลติมิเตอร์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้รู้จักวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า

ทฤษฎี

มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เป็นเครื่องวัดทางไฟฟ้าขั้นพื้นฐานที่สำคัญ สามารถวัดความต้านทานไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า
ความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้ในเครื่องเดียวกันและบางรุ่นบางยี่ห้ออาจวัดค่าทางไฟฟ้าอื่นๆ ได้อีกหลายอย่าง หลักการทำงานของมัลติมิเตอร์เหมือนกันกับ กัลวาโนมิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ ประกอบด้วยเข็มชี้สเกลที่ยึดติดกับขดลวดที่หมุนได้ในสนามแม่เหล็ก
เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดจะทำให้เกิดทอร์กหมุนขดลวดที่มีเข็มชี้สเกลติดอยู่ เบนไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟที่ไหลผ่านขดลวด
ถ้าจัดให้เข็มชี้บนสเกลที่บอกค่าปริมาณทางไฟฟ้าจะสามารถอ่านค่าปริมาณเหล่านั้นได้โดยจะมีสวิทช์เลือกปริมาณทางไฟฟ้าที่ต้องการวัดอยู่บนตัวมัลติมิเตอร์

มัลติมิเตอร์ ประกอบด้วยหน่วยการวัดหลายหน่วยอยู่ในตัวเดียว เช่น โอห์ม (Ω) แอมแปร์(A) โวลต์ (V) และอื่นๆ แล้วแต่ผู้ผลิตจะผลิตขึ้นมาใช้ประโยชน์ จึงนับได้ว่ามิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดสารพัดประโยชน์ที่ใช้ในงานทางด้านไฟฟ้าและทางอิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 1.1 ส่วนประกอบภายนอกของมัลติมิเตอร์

ส่วนประกอบของมัลติมิเตอร์

1. ปุ่มปรับศูนย์โอห์ม เพื่อปรับแต่งเข็มมัลติมิเตอร์ให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์โอห์ม (0ΩADJ)
2. เข็มมัลติมิเตอร์
3. หน้าปัทม์แสดงสเกลต่าง ๆ ของมัลติมิเตอร์
4. ไฟแสดงการทำงานของเครื่อง
5. สวิตช์เลือกย่านวัด และสเกลบอกย่านกับหน่วยที่ต้องการวัด
6. ปุ่มปรับศูนย์โอห์มเพื่อปรับแต่งเข็มมัลติมิเตอร์ให้อยู่ที่ตำแหน่งศูนย์โอห์มพอดีเพื่อทำการปรับศูนย์โอห์มหรือซีโร่โอห์ม ในขณะใช้ย่านการวัดความต้านทาน
7. แจ๊ก + สำหรับต่อสายวัดสีแดง (สีแดงโดยทั่วไปมักใช้บอกให้ทราบว่าเป็นขั้วไฟบวก)
8. แจ๊ก - สำหรับต่อสายวัดสีดำ (สีดำโดยทั่วไปมักใช้บอกให้ทราบว่าเป็นไฟขั้วลบ)
9. แจ๊กเอาท์พุทเป็นแจ๊กที่มีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมกับ + ภายในมิเตอร์สำหรับต่อสายวัดแดงแทน + เมื่อจะวัด ค่าแรงดันสลับ(AC) ในจุดวัดที่มีทั้งแรงดัน สลับ(AC) และแรงดันไฟตรง(DC)

ภาพที่ 1.2 ส่วนประกอบหน้าปัทม์แสดงสเกลต่างๆ ของมัลติมิเตอร์

ส่วนประกอบของหน้าปัดแสดงสเกลต่างๆ ของมัลติมิเตอร์

1. สเกลหน่วยวัดโอห์ม เป็นสเกลสำหรับอ่านค่าความต้านทาน สังเกตว่าแต่ละช่องจะห่างไม่เท่ากัน

2. สเกลหน่วยวัดแรงดันและกระแสไฟตรง (DCV, DCA) เป็นสเกลสำหรับอ่านค่า เมื่อใช้ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) หรือย่านวัดกระแสไฟตรง (DCA)

3. สเกลแรงดันไฟสลับ เป็นสเกลสำหรับอ่านค่าเมื่อใช้ย่านวัดแรงดันสลับ(ACV)

4. สเกลเอชเอฟอี (hFE) เป็นสเกลใช้เฉพาะสำหรับทรานซิสเตอร์ เพื่อใช้อ่านค่าอัตราขยายกระแสตรง

5. สเกลไอซีอีโอ (I_{CEO}) และแอลไอไมโครแอมป์ มิลลิแอมป์ (LI, μA, mA) เป็นสเกลสำหรับอ่านค่าเมื่อใช้วัดค่า I_{CEO} ของทรานซิสเตอร์ และค่า LI (ค่ากระแสที่ผ่านจุดวัดขณะใช้ย่านของการวัดความต้านทาน)

6. สเกลเอลวี(LV)โวลต์(V) เป็นสเกลสำหรับอ่านค่าเมื่อใช้วัดค่า LV (ค่าแรงดันตกคร่อมจุดวัดขณะใช้ย่านของการวัดความต้านทาน)

7. สเกลดีบี(dB)เป็นสเกลสำหรับอ่านค่าเมื่อใช้วัดค่าอัตราขยายที่มีหน่วยเป็น เดซิเบล(dB)

8. เป็นแถบเงาทำด้วยโลหะมันวาว ช่วยในการอ่านค่าให้เที่ยงตรง โดยสังเกตจากเข็มมิเตอร์กับเงาของเข็มมิเตอร์ทับกันพอดี จึงเป็นการอ่านค่าที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด

ข้อควรระวังในการใช้งานมัลติมิเตอร์

1. ก่อนทำการวัด ไม่ว่าจะทำการวัดในย่านใดก็ตาม ให้ทำการตรวจสอบย่านที่จะทำการวัดให้ตรงกับงานที่ใช้ในการวัดเสียก่อน

2. ห้ามใช้ย่านการวัดความต้านทานไปวัดจุดวัดที่มีแรงดันไฟตกคร่อมที่จุดวัดนั้น และห้ามนำไปใช้วัดแรงดันหรือกระแสทุกชนิด เพราะจะทำให้มิเตอร์เสียหายได้

3. ขณะทำการวัดค่าความต้านทานในย่าน x1K หรือ x10K ห้ามจับปลายสายวัดส่วนที่เป็นตัวนำทั้งสองสาย เพราะจะทำให้ค่าที่อ่านได้จากการวัดมีค่าคลาดเคลื่อนต่ำกว่าค่าที่ปรากฏจริง
เนื่องจากความต้านทานของร่างกายจะต่อในลักษณะขนานกับตัวต้านทานที่จุดวัดนั้นแต่ถ้าจับตัวนำเพียงสายเดียวจะไม่มีผลต่อการอ่านค่า

4. ในการวัดค่าแรงดันไฟตรงและแรงดันไฟสลับ รวมทั้งการวัดค่ากระแสไฟตรงต้องแน่ใจว่าในขณะทำการวัดมีแรงดันไฟ หรือกระแสไฟไม่เกินย่านที่ตั้งไว้ และสำหรับวัดไฟตรงทั้งกระแสและแรงดันต้องแน่ใจว่าขั้วของสายวัดกับขั้วของจุดที่ต้องการวัดตรงกัน

5. ห้ามสัมผัสส่วนที่เป็นตัวนำของมิเตอร์ โดยจับสายวัดเฉพาะส่วนที่เป็นฉนวนหุ้มเท่านั้น ขณะทำการวัดกระแสหรือแรงดันไม่ว่าจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับ

6. ไม่ควรวางมิเตอร์ไว้ในบริเวณที่มีแสงแดดส่อง หรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงหรือมีความชื้นสูงเพราะจะทำให้อายุการใช้งานมิเตอร์สั้นลง

7. พยายามอย่าให้มิเตอร์ถูกกระทบกระเทือน หรือหล่นจากที่สูง

8. เมื่อไม่ใช้มิเตอร์เป็นเวลานาน ๆ ควรถอดแบตเตอรี่ภายในมิเตอร์ออก

9. ควรวางมิเตอร์ในแนวราบ ถ้าต้องการอ่านค่าถูกต้องจากมิเตอร์

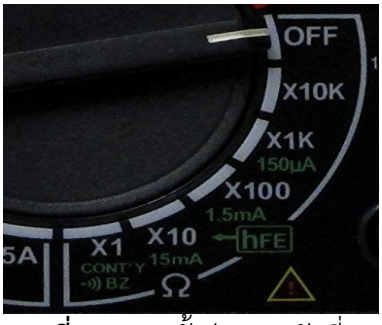
10. หลังการใช้งานทุกครั้ง ควรปิดสวิตช์ของมิเตอร์

การใช้งานมัลติมิเตอร์

1. **การวัดความต้านทาน** โดยอ่านค่าบนสเกลความต้านทาน ปฏิบัติดังนี้

1. การตั้งย่านวัดของการวัดความต้านทาน

- ย่านการวัดความต้านทานของมัลติมิเตอร์ ส่วนใหญ่มีดังนี้คือ x1 ,x10, x1K , 10K ดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 การตั้งย่านการวัดที่ x1

ภาพที่ 1.3 แสดงการปรับสวิตช์เลือกย่านการวัดของมิเตอร์ไว้ที่ x1 ถ้าบิดสวิตช์ขึ้นเป็นการตั้งที่ x10 , x1K และ x10K ตามลำดับ ส่วนค่ามิลลิแอมป์ (mA) และค่าไมโครแอมป์ (μA) ที่กำกับอยู่ที่ x1 , x10 , x1K และ x10K เป็นค่าของกระแสสูงสุด เช่น x1 ,150 mA หมายความว่า ที่ x1 เกิดกระแสขณะวัดสูงสุด 150 มิลลิแอมป์

-

ก่อนวัดจะต้องตั้งย่านการวัดให้เหมาะสมกับค่าความต้านทานของจุดวัดจะทำให้ค่าที่อ่านได้จากการวัดมีความเที่ยงตรง หรือมีความแม่นยำสูง ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การตั้งย่านการวัดให้เหมาะสมต่อการวัดค่าความต้านทาน

ย่านการวัด	ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดที่ใช้วัดได้	ค่าที่ควรใช้วัด
X1	0.2 Ω - 2 KΩ	0 Ω- 50 Ω
X10	2 Ω - 2 0 KΩ	50 Ω - 2 KΩ
X1K	200 Ω - 2 MΩ	2 KΩ - 50 KΩ
X10K	200 KΩ -- 20 MΩ	20 MΩ

- ถ้าจุดที่วัดไม่ทราบค่าว่าความต้านทานประมาณเท่าไร ให้ตั้งย่านการวัด x1 วัดก่อน ถ้าวัดแล้วเข็มมิเตอร์ไม่ขึ้นหรือขึ้นน้อยก็เปลี่ยนไปใช้ย่านที่สูงขึ้นไป พยายามให้เข็มมิเตอร์อยู่กลางหน้าปัด

การวัดค่าความต้านทาน ปฏิบัติดังนี้

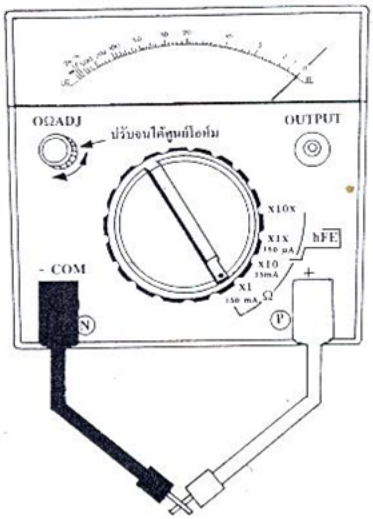
- นำสายวัดสีแดงเสียบแจ๊ก + และสายวัดสีดำเสียบแจ๊ก - (หรือ - COM) ของมิเตอร์
- ถ้าเป็นการวัดที่ต้องการทราบค่าความต้านทานที่ถูกต้องแน่นอนจะต้องทำการปรับศูนย์โอห์มก่อน โดยการนำปลายสายวัดทั้งสองมาแตะกันจะทำให้เข็มมิเตอร์ขึ้นไปประมาณ

สุดสเกลด้านขวามือแล้วทำการปรับปุ่ม 0 Ω (ADJ) จนเข็มมิเตอร์ชี้ไปที่ตำแหน่ง 0 Ω ในสเกลโอห์มพอดีและในระหว่างการวัด

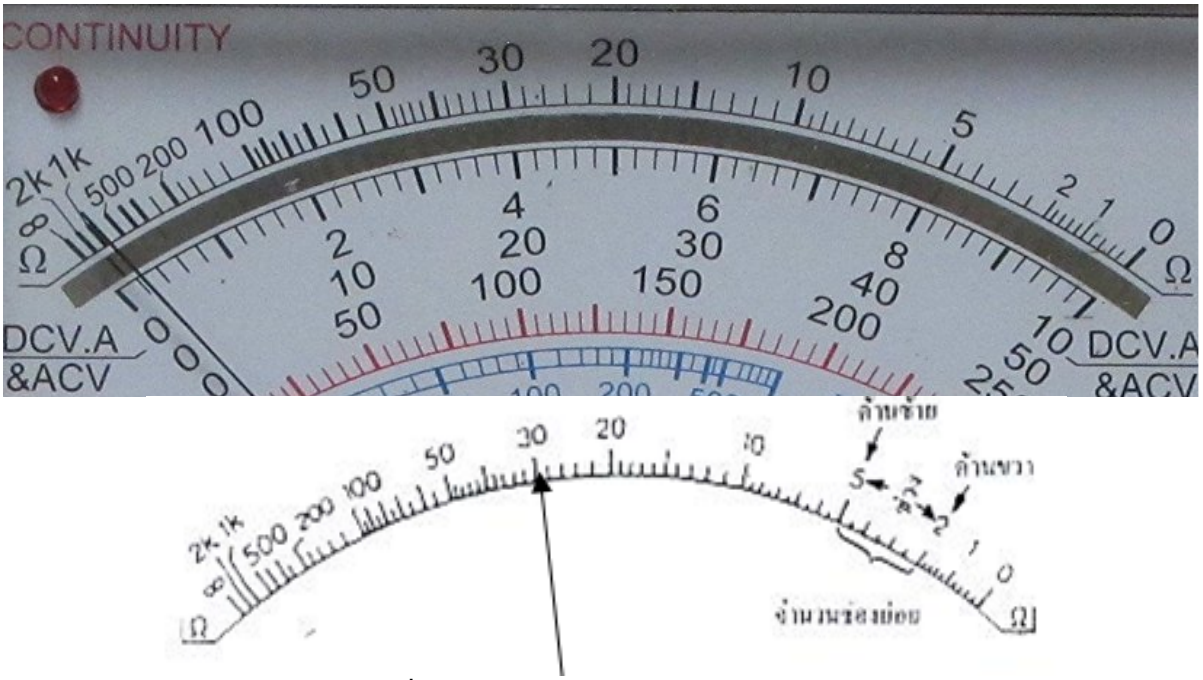
เมื่อจำเป็นต้องเปลี่ยนย่านความต้านทานให้สูงขึ้นหรือต่ำลง

เพื่อให้เหมาะสมกับค่าความต้านทานของจุดวัดนั้นต้องทำการปรับศูนย์โอห์มก่อนทำการวัดทุกครั้งเพื่อให้ได้ค่าความต้านทานที่ถูกต้อง

- กรณีที่ไม่สามารถทำการปรับศูนย์โอห์มให้เข็มมิเตอร์ขึ้นถึง 0 Ω ได้ หากเป็นการใช้ย่าน x1 x10 x1K แสดงว่าแบตเตอรี่ชุด 3 V ในวงจรเสื่อมและถ้าเป็นการใช้ย่าน x10K แสดงว่าแบตเตอรี่ชุด 9 V ในวงจรเสื่อม ให้ทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ที่เสื่อมใหม่
- **ข้อควรระวัง** ห้ามใช้มัลติมิเตอร์ วัดความต้านทานในขณะที่มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน



ภาพที่ 1.4 การปรับศูนย์โอห์ม



ภาพที่ 1.5 สเกลวัดความต้านทานบนหน้าปัทม์

ภาพที่ 1.5 แสดงสเกลวัดความต้านทานบนหน้าปัทม์ จะเห็นได้ว่าจำนวนช่วงห่างจะมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องแบ่งช่วงการอ่านให้ถูกต้องดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.2 การเทียบหาค่าในแต่ละช่องย่อยของช่วงต่างๆ บนสเกลความต้านทาน

ช่วง ด้านขวา ด้านซ้าย	จำนวน ช่องย่อย	ค่าของแต่ล ะช่องย่อย
0 - 1	5	0.2
1 - 2	5	0.2
2 - 5	6	0.5
5 -10	10	0.5

ช่วง ด้านขวา ด้านซ้าย	จำนวนช่อง ย่อย	ค่าของแต่ล ะช่องย่อย
50 - 100	10	5
100 - 200	5	20
200 - 500	6	50
500 - 1K	1	500

10 - 20	10	1
20 - 30	5	2
30 - 50	10	2

1K -2K	1	1000
2K ∞	1	มากเป็นอนันต์

หลักการอ่านมีรายละเอียดดังนี้

1 สเกลสำหรับอ่านค่าความต้านทานจากรูป ป. 2 คือสกลหมายเลข (1)

2 ถ้าปรับเลือกย่าน x1 เข็มชี้ที่ค่าใดก็เป็นค่าความต้านทานของอุปกรณ์นั้น เช่น ภาพที่ 1.5 เข็มมิเตอร์ชี้ที่เลข 20 กับอีก 4 ช่องค่าความต้านทานที่อ่านได้คือ 28 Ω

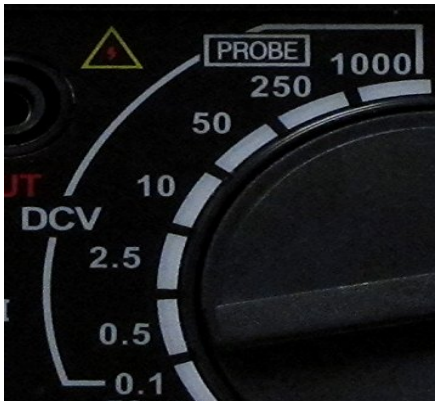
3 ถ้าปรับเลือกย่าน x10 เข็มชี้ที่ค่าใดให้คูณด้วย 10 ภาพที่ 1.5 ค่าความต้านที่อ่านได้คือ 28x10 = 280 Ω

4 ถ้าปรับเลือกย่าน x1K เข็มชี้ที่ค่าใดให้คูณด้วย 1000 หรือ KΩ ดังนั้นค่าความต้านทานที่อ่านได้คือ 28x1000 = 28000 Ω = 28 KΩ และถ้าเลือกย่าน x10k ค่าที่อ่านได้คือ 280KΩ

การวัดแรงดันไฟตรง (DCV) ปฏิบัติดังนี้

1 การตั้งย่านของการวัดแรงดันไฟตรง

- ย่านแรงดันไฟตรงของมัลติมิเตอร์ส่วนใหญ่จะมีอยู่ 7 ย่านด้วยกัน คือ DC 0.1 V , DC 0.5 V , DC 2.5V , DC 10 V , DC 50V , DC 250 V , DC 1000 V ดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1.6 การตั้งย่าน DC 1000V ของมิเตอร์

ภาพที่ 1.6 แสดงการตั้งสวิตช์เลือกย่านการวัดของมิเตอร์ไว้ที่ DC 1000 V ถ้าบิดสวิตช์ลงมาเป็นการตั้งย่านไว้ที่ DC 250V , DC 50V , DC 10V,. ตามลำดับอักษร PROBE ที่กำกับไว้อยู่ที่ย่าน DC 1000V นั้นใช้เมื่อจะวัดค่าแรงดันไฟตรงที่มีค่าสูงและที่ย่าน DC 0.1V จะอยู่ตำแหน่งเดียวกับ DC 50 μA

- ก่อนวัดจะต้องตั้งย่านให้เหมาะสมกับแรงดันไฟของวงจรวัดนั้น เพื่อให้อ่านได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากที่สุด ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 การตั้งย่านการวัดให้เหมาะสมต่อการวัดค่าแรงดันไฟตรง

ย่านการวัด	ค่าสูงสุดที่ใช้วัดได้	ค่าที่ควรใช้วัด

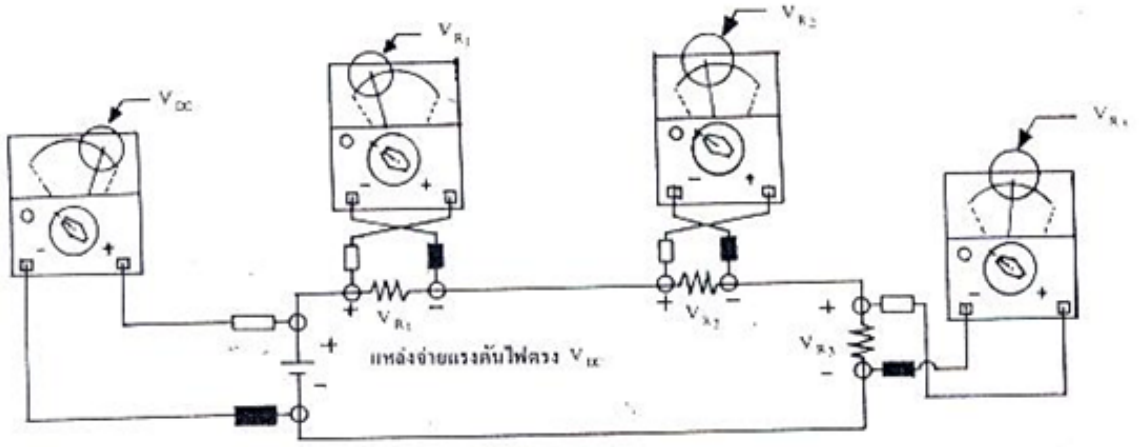
DC 0.1 V	0.1 V	0 V – 0.1 V
DC 0.5 V	0.5 V	0.1 V – 0.5 V
DC 2.5 V	2.5 V	0.5 V – 2.5 V
DC 10 V	10 V	2.5 V – 10 V
DC 50 V	50 V	10 V - 50 V
DC 250 V	250 V	50 V – 250 V
DC 1000 V	1000 V	250 V - 1000 V

- ถ้าจุดที่วัดไม่ทราบค่าว่ามีแรงดันไฟอยู่ประมาณเท่าใดก็ให้ตั้งย่านที่สูงไว้ก่อน(1000V) เมื่อทำการวัดแล้วปรากฏว่าเข็มของมิเตอร์เบี่ยงเบนไปทางขวาเล็กน้อยหรือไม่กระดิกเลย ก็ค่อยเปลี่ยนลงมาวัดในย่านที่ต่ำกว่าลงมาตามลำดับ

การวัดและการอ่านค่าแรงดันไฟตรง

- นำสายวัดสีแดงเสียบแจ๊ก + และสายวัดสีดำเสียบแจ๊ก - ของมิเตอร์นำปลายสายวัดทั้งสองวัดคร่อมจุดวัดแบบขนาน ดังภาพที่ 1.7 โดยสายจะต้องต่อสายวัดให้ตรงกับขั้วไฟของจุดวัดนั้นด้วย คือ สายวัดบวกต่อที่ขั้วบวก และสายวัดลบต่อที่ขั้วลบของจุดวัด ถ้าต่อสายวัดกลับขั้วกันจะทำให้เข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนมาทางซ้ายมืออาจทำให้มิเตอร์เสียหายได้โดยเฉพาะกรณีที่วัดไฟมากๆ

- การตั้งย่าน DCV ไปยังจุดวัดที่มี ACV เข็มของมิเตอร์จะไม่เกิดการเบี่ยงเบน และถ้าค่า ACV ที่จุดวัดมีค่าสูงกว่าย่านการวัดมาก อาจทำให้มิเตอร์เสียหายได้



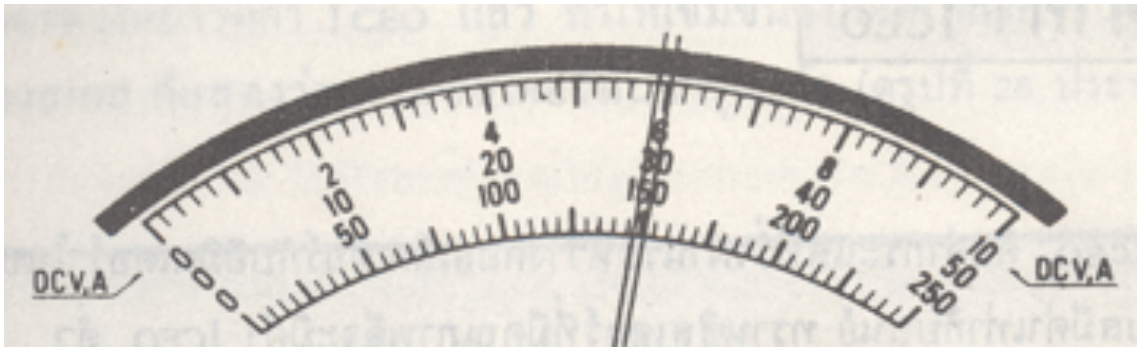
ภาพที่ 1.7 การวัดแรงดันไฟตรงคร่อมตัวต้านทานที่ต่อเป็นวงจรอนุกรม

หลักการอ่านแรงดันไฟตรงมีดังนี้

การอ่านค่าแรงดันไฟตรง เมื่อปรับสวิตซ์เลือกย่าน DCV แล้ว
สเกลที่ใช้อ่านคือสเกลที่อยู่ถัดลงมาจากสเกลอ่านค่าความต้านทาน และจะมีตัวเลขกำหนดอยู่ 3 ชุด คือ

สเกลที่มีตัวเลข 0 - 10
สเกลที่มีตัวเลข 0 - 50
สเกลที่มีตัวเลข 0 - 250

ตัวเลขใน 3 สเกลนี้ใช้สำหรับอ่านค่าเมื่อปรับสวิตซ์เลือกย่านวัด DC Aและ AC V ได้ด้วย
ซึ่งจะมีวิธีการอ่านดังต่อไปนี้

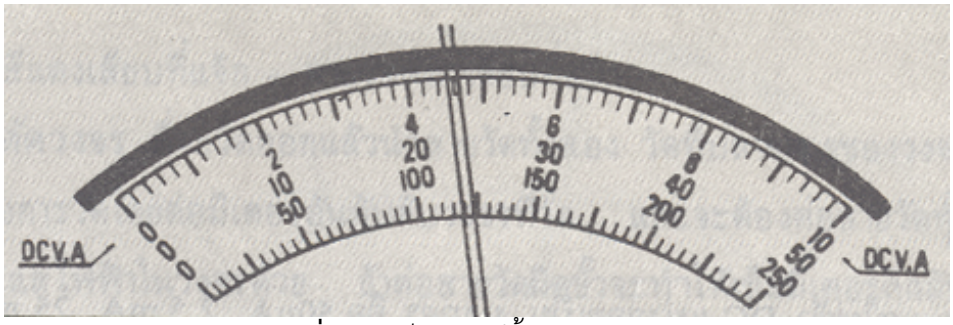


ภาพที่ 1.8 เข็มมิเตอร์ชี้สเกล DCV DCA

1) ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน DC 0.1 V ให้เลือกอ่านสเกลที่มีตัวเลข 0 -10 เข็มชี้ที่ค่าใด ให้คูณด้วย 0.1 แล้วหารด้วย 10 เพราะ 10 คือค่าตัวเลขเต็มสเกล จากรูป ป.8 เข็มชี้ที่เลข 6 ค่าที่อ่านได้คือ $\frac{6\times 0.1}{10}=0.06V$ หรือใช้วิธีเทียบส่วนโดยให้เลข 10 ที่สเกลมีค่า 0.1 V ดังนั้นถ้าเข็มชี้ที่เลข 2 4 และ 6 ค่าที่อ่านได้คือ 0.02 0.04 และ 0.06 ตามลำดับ หรือถ้าต้องการอ่านสเกลที่มีตัวเลข 0-50 (ถ้ายังปรับสวิตซ์เลือกย่าน 0.1V อยู่) โดยเข็มชี้ที่ค่าใดให้นำไปคูณด้วย 0.1 แล้วหารด้วย 50 เพราะเต็มสเกลคือ 50 จากภาพที่ 1.8 เข็มสเกลชี้ที่เลข 30 (อ่านสเกล 0-50) ค่าที่อ่านได้มีค่า $\frac{30\times 0.1}{50}=0.06V$ จะเห็นได้ว่าค่าที่อ่านได้จะมีค่าตรงกับค่าที่อ่านจาก สเกล 0 -10 ดังนั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าจะเลือกอ่านจากสเกลใด แต่ควรพิจารณาถึงความชัดเจนและความเที่ยงตรงจากค่าที่วัดด้วย

2 ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน 0.5 V ก็มีหลักการอ่านเช่นเดียวกับการอ่านย่านวัด 0.1 V เช่นถ้าเลือกอ่านสเกล 0 -10 จากภาพที่ 1.8 ค่าที่อ่านได้มีค่า $\frac{6\times 0.5}{10}=0.3V$ (ขณะนี้ได้ปรับสวิตซ์เลือกย่านวัดใหม่แล้วค่าที่อ่านได้จึงมีค่าไม่เท่าเดิม เหมือนกับย่านวัด 0.1V) และถ้าใช้วิธีเทียบส่วนให้สเกลที่เลข 10 มีค่าเท่ากับ 0.5 เข็มที่ชี้เลข 2 4 และ 6 จะมีค่า 0.1 0.2 และ 0.3 ตามลำดับ

3 ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่านวัดขึ้นไปเรื่อย ๆ หลักการอ่านก็ยังมีลักษณะเดียวกับการอ่านที่ยกตัวอย่างมาซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่าจะเลือกปรับสวิตซ์ย่านวัดใดและจะเลือกอ่านสเกลใด เพื่อให้เหมาะสมกับการอ่านและทำให้ได้ค่าที่อ่านเที่ยงตรงและแม่นยำ **แต่ควรระวังอย่าตั้งสวิตซ์เลือกย่านต่ำกว่าแรงดันไฟที่วัดอยู่**



ภาพที่ 1.9 เข็มมิเตอร์ชี้สเกล DCV,DCA

4 กรณีที่เข็มชี้สเกลไม่ตรงกับตัวเลขดังภาพที่ 1.9 นั่นคือเข็มชี้ที่เลข 4 กับอีก 3 ขีดจึงอ่านได้ 4.6 (เพราะระหว่างเลข 4 กับเลข 6 แบ่งออกเป็น 10 ขีด หนึ่งขีดจึงมีค่าเท่ากับ 0.2) ถ้าตั้งย่านวัด 0.1V จุดที่วัดจะมีค่าเท่ากับ $\left(\frac{4.6\times 0.1}{10}\right)$ = 0.046 V ถ้าตั้งย่านวัด 0.5 V แล้วเลือกอ่านสเกล 0- 50 จุดที่วัดจะมีค่าเท่ากับ 0.23 V (เพราะระหว่างเลข 10 ถึงเลข 20 มีจำนวน 10 ขีด หนึ่งขีดจึงมีค่าเท่ากับ 0.01)

การวัดกระแสไฟตรง (DCA)

ในการวัดกระแสไฟตรงนั้น มัลติมิเตอร์จะเสียหายได้ง่าย ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในการวัดเป็นอย่างมาก สำหรับย่านการวัดกระแสไฟตรงนั้นส่วนมากจะมีอยู่ 4 ย่าน คือ DC 50 uA , DC 2.5 mA , DC 25 mA และ DC 0.25 A (หรือ250 mA) ก่อนวัดจะต้องตั้งย่านให้เหมาะสมกับกระแสไฟ ของวงจรนั้น เพื่อให้อ่านได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำที่สุด ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 การตั้งย่านให้เหมาะสมต่อการวัดกระแสไฟตรง

ย่านการวัด	ค่าสูงสุดที่ใช้วัดได้	ค่าที่ควรใช้วัด
DC 50 uA	50 uA	0 - 50 uA
DC 2.5 mA	2.5 mA	50 uA - 2.5 mA
DC 25 mA	25 mA	2.5 mA - 25 mA
DC 0.25 A (250 mA)	0.25 A (250 mA)	25 mA- 250 mA

การวัดและการอ่านค่ากระแสไฟตรง ปฏิบัติดังนี้

1. ปรับสวิตซ์เลือกย่านวัดไปที่ตำแหน่ง " DC mA" ก่อนทำการวัดต้องปรับสวิตซ์เลือกย่านให้เหมาะกับค่ากระแสของวงจร ถ้าไม่ทราบค่าประมาณของกระแสไฟที่จะวัดให้ปรับไปที่ย่านสูงสุดไว้ก่อน(0.25A หรือ 250mA)

2. ต่อสายวงจรของมิเตอร์อนุกรมกับวงจร (ต่อแทรกเข้าที่จุด ตัดออก)
ซึ่งจะต้องต่อสายวัดทั้งสองให้ถูกขั้วกับการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจรนั้นด้วย
ถ้าต่อสายผิดขั้วจะทำให้เข็มมิเตอร์ตีกลับอาจทำให้มิเตอร์เสียได้และควรรีบดึงสายวัดออกจากวงจรทีนที

3. สเกลที่ใช้อ่านเป็นสเกลเดียวกับสเกลของแรงดันไฟตรง (DCV) และการอ่านก็มีหลักการเดียวกันกับ DCV แต่ต่างกันที่ค่าที่อ่านได้จะมีหน่วยเป็น มิลลิแอมแปร์ (mA) เช่น ภาพที่ 1.8 ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน 250 mA

และเลือกอ่านสเกล 0-10 ค่าที่อ่านได้จะมีค่าเท่ากับ $\frac{6\times250}{10}=150mA$ หรือถ้าเลือกอ่านสเกลตัวเลข 0 -250 ค่าที่อ่านก็จะตรงตามตัวเลขคือ 150 mA

4. กรณีที่เข็มชี้สเกลไม่ตรงกับตัวเลขดังภาพที่ 1.9 เราจะเห็นว่าเข็มชี้ที่เลข 4 กับอีก 3 ขีด จึงอ่านได้ 4.6 (เพราะระหว่างเลข 4 กับเลข 6 แบ่งออกเป็น 10 ขีด หนึ่งขีดจึงมีค่าเท่ากับ 0.2) ถ้าตั้งย่านวัด 25 mA จุดที่วัดจะมีค่าเท่ากับ $\left(\frac{4.6\times25}{10}\right)$ = 11.5 mA แต่ถ้าเลือกอ่านสเกล 0- 50 จะสะดวกกว่า เพราะว่าถ้าตั้งย่าน 25mA เต็มสเกลก็คือ 25 ดั้งนั้น 50/2 = 25 แล้วเข็มมิเตอร์ชี้ที่เลข 23 ค่าที่อ่านได้คือ 23 /2 = 11.5 mA

การวัดแรงดันไฟสลับ (ACV) ปฏิบัติดังนี้

1 การตั้งย่านแรงดันไฟสลับ

- ย่านแรงดันไฟสลับของมัลติมิเตอร์ โดยทั่วไปมี 4 ย่าน คือ AC 10V AC 50V AC 250V AC 1000V ดังแสดงในภาพที่ 1.10

ภาพที่ 1.10 การตั้งย่าน AC 1000 V ของมิเตอร์

ภาพที่ 1.10 แสดงการตั้งสวิตช์เลือกย่านการวัดของมิเตอร์ไว้ที่ AC 1000 V ถ้าบิดสวิตช์ลงมาเป็นการตั้งย่านไว้ที่ AC 250V AC 50V และ AC 10V ตามลำดับ ส่วนค่าดีบี (dB) ที่กำกับไว้อยู่ที่ย่าน AC 10 V นั้นใช้เพื่อวัดค่าเดซิเบล

- ก่อนวัดจะต้องตั้งย่านให้เหมาะสมกับแรงดันไฟของวงจรวัดนั้น เพื่อจะให้อ่านได้มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากที่สุด ดังตารางที่ 1.5

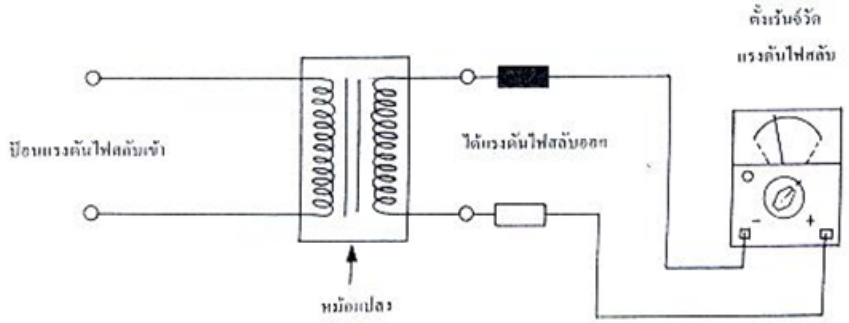
ตารางที่ 1.5 การตั้งย่านการวัดให้เหมาะสมต่อการวัดค่าแรงดันไฟสลับ

ย่านการวัด	ค่าสูงสุดที่ใช้วัดได้	ค่าที่ควรใช้วัด
AC 10 V	10 V	0 V - 10 V
AC 50 V	50 V	10 V - 50 V
AC 250 V	250 V	50 V - 250 V
AC 1000 V	1000 V	

-ถ้าเป็นจุดที่ไม่ทราบค่าว่ามีแรงดันไฟอยู่ที่จุดจะทำการวัดนั้นเท่าใดก็ให้ตั้งย่านที่สูงไว้ก่อน
เมื่อทำการวัดแล้วปรากฏว่า
เข็มของมิเตอร์เบี่ยงเบนไปทางขวาเล็กน้อยหรือไม่กระดิกเลยก็ค่อยเปลี่ยนลงมาวัดในย่านที่ต่ำกว่าลงมาตามลำดับ

การวัดค่าแรงดันไฟสลับ

- นำปลายสายวัดทั้งสองวัดคร่อมจุดวัดแบบขนาน ดังแสดงในภาพที่ 1.11 โดยสายวัดใดจะวัดขั้วใดก็ได้ เฉพาะแรงดันไฟสลับเท่านั้นถ้าเป็นไฟตรงต้องดูขั้วบวกและลบให้ถูกต้องด้วย



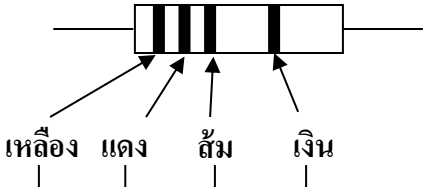
ภาพที่ 1.11 การวัดแรงดันไฟสลับคร่อมจุดวัดแบบขนาน

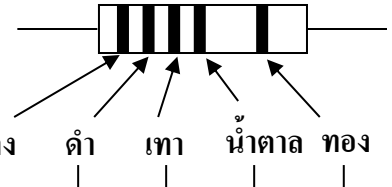
- การอ่านค่าแรงดันไฟสลับ ให้อ่านที่สเกล หมายเลข 3 จากรูปที่ ป.2 ซึ่งจะอยู่ด้านล่าง แต่สเกลตัวเลขที่อ่านยังใช้ตัวเลขชุดเดิมคือ สเกล 0 - 10 ,สเกล 0 -50 และ 0-250
- ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน 10 V ให้อ่านค่าที่สเกล 0 -10 เข็มชี้ที่ค่าใดคือค่าโวลต์ของจุดที่วัด
- ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน 50 V ให้อ่านค่าที่สเกล 0 -50 เข็มชี้ที่ค่าใดคือค่าโวลต์ของจุดที่วัด
- ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน 250 V ให้อ่านค่าที่สเกล 0 -250 เข็มชี้ที่ค่าใดคือค่าโวลต์ของจุดที่วัด
- ถ้าปรับสวิตซ์เลือกย่าน 1000V ให้อ่านค่าที่สเกล 0 -10 เข็มชี้ที่ค่าใดให้คูณด้วย 100ค่าที่อ่านได้คือค่าโวลต์ของจุดที่วัด

การอ่านค่าความต้านทาน

ค่าความต้านทานโดยส่วนใหญ่จะใช้รหัสแถบสีหรืออาจจะพิมพ์ค่าติดไว้บนตัวต้านทาน ถ้าเป็นการพิมพ์ค่าติดไว้บนตัวต้านทานมักจะเป็นตัวต้านทานที่มีอัตราทนกำลังวัตต์สูง
ส่วนตัวต้านทานที่มีอัตราทนกำลังวัตต์ต่ำมักจะใช้รหัสแถบสี ที่นิยมใช้มี 4 แถบสีและ 5 แถบสี

การอ่านค่าความต้านทานจากรหัสสีชนิด 4 แถบสี และ 5 แถบสีของตัวต้านทาน

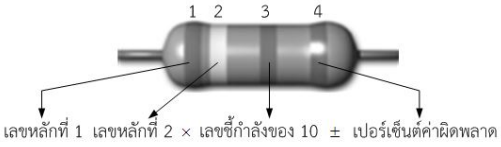


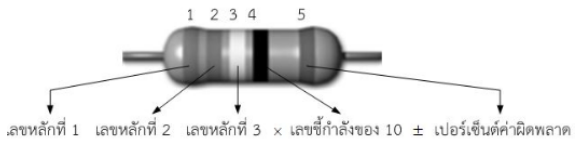


ภาพที่ 1.12 ตัวต้านทานที่อ่านค่าความต้านทานจากรหัสสีได้ 42000 ± 4200 โอห์ม และ 2080 ± 10^4โอห์ม

ตารางที่ 1.6 ค่าสีของตัวต้านทาน

สี	ค่าตัวเลข	ตัวคูณ	% ความคลาดเคลื่อน
ดำ	0	1	-
น้ำตาล	1	10	1
แดง	2	100	2
ส้ม	3	1,000	-
เหลือง	4	10,000	-
เขียว	5	100,000	0.5
น้ำเงิน	6	1,000,000	0.25
ม่วง	7	-	0.1
เทา	8	-	0.05
ขาว	9	-	-
เงิน	-	0.01	10
ทอง	-	0.1	5
ไม่มีสี	-	-	20





ปฏิบัติการทดลองที่ 1 การใช้มัลติมิเตอร์

วัตถุประสงค์

เพื่อให้รู้จักวิธีการใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าความต้านทานทางไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้า

อุปกรณ์

1. ชุดฝึกวงจรไฟฟ้า
2. เครื่องจ่ายไฟตรงและไฟสลับแรงดันต่ำ
3. มัลติมิเตอร์
4. โวลต์มิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสตรง
5. แอมมิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสตรง
6. แอมมิเตอร์วัดไฟฟ้ากระแสสลับ

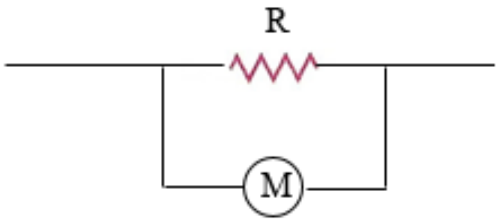
วิธีทดลอง

ตอนที่ 1 การวัดค่าความต้านทาน

การวัดค่าความต้านทานของชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ทางไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อทราบค่าความต้านทานไฟฟ้าขององอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ โดยมีข้อพึงระวังว่าขณะทำการวัดอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนนั้นจะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เพราะกระแสไฟฟ้าจะทำให้การวัดมีความคลาดเคลื่อนและทำให้มัลติมิเตอร์ชำรุดเสียหายได้
การวัดค่าความต้านทานทำได้ ดังนี้

1. ปรับสวิทช์มัลติมิเตอร์ไปอยู่ในช่วงการวัดค่าความต้านทาน แบ่งเป็น 4 ช่วง คือ ×1 ×10 ×1K และ ×10K ให้เลือกไปที่ ×1 ก่อน

2. นำปลายทั้งสองข้างของหัววัดมัลติมิเตอร์แตะกัน แล้วปรับปุ่ม zero ohm adjustment จนเข็มชี้ไปที่ขีด 0 Ω แสดงว่ามัลติมิเตอร์พร้อมที่จะใช้วัดแล้ว



ภาพที่ 1.13 วงจรวัดความต้านทานด้วยมัลติมิเตอร์

3. นำหัววัดไปแตะเข้ากับปลายทั้งสองของตัวความต้านทานดังภาพที่ 1.13 ถ้าเข็มชี้อยู่บริเวณแถบกลางสเกลให้อ่านค่าความต้านทานแล้วบันทึกค่าที่ได้ลงในตารางข้อมูล แต่ถ้าเข็มไม่ชี้แถบกลางสเกลให้เลือกสวิทช์ไปที่ช่วงสูงขึ้นแล้วปฏิบัติ ตามข้อ 2 ทุกครั้งที่เปลี่ยนช่วงการวัด แล้วจึงนำหัววัดไปแตะเข้ากับปลายทั้งสองของ ตัวต้านทาน จนเห็นเข็มชี้ประมาณกลางสเกล แล้วจึงบันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางข้อมูล

4. เปลี่ยนตัวต้านทานอีก 2 ค่า แล้วปฏิบัติตามข้อ 1 ถึง 3 ตามลำดับ

5. อ่านค่าความต้านทานจากแถบสี แล้วบันทึกค่าที่อ่านได้ลงในตารางข้อมูล

ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1

ตัวต้านทานตัวที่ 1 แถบสีของตัวต้านทาน..... ค่าจากแถบสี ..... Ω

ย่านการวัด	ค่าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์ (Ω)

ตัวต้านทานตัวที่ 2 แถบสีของตัวต้านทาน ..... ค่าจากแถบสี ..... Ω

ย่านการวัด	ค่าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์ (Ω)

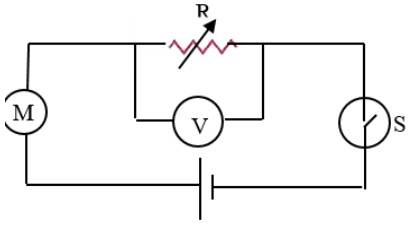
ตัวต้านทานตัวที่ 3 แถบสีของตัวต้านทาน..... ค่าจากแถบสี ..... Ω

ย่านการวัด	ค่าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์ (Ω)

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 2 การวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1. ปรับสวิทช์มัลติมิเตอร์ (M) ไปที่ช่วงการวัดค่า DC mA แล้วต่อวงจรดังภาพที่ 1.14



ภาพที่ 1.14 วงจรวัดไฟฟ้ากระแสตรง

2. เปลี่ยนค่าความต้านทาน R จำนวน 4 ค่า โดยค่าความต่างศักย์จากแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ากระแสตรง บันทึกกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์และค่าความต่างศักย์ V ที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์
3. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าจาก $I = V/R$ บันทึกค่าลงในตาราง เปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์

V ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงค่าคงตัว = ... โวลต์

ครั้งที่	**1**	**2**	**3**	**4**
R จากแถบสี (Ω)				
I จากมัลติมิเตอร์(A)				
I จากการคำนวณ (A)				

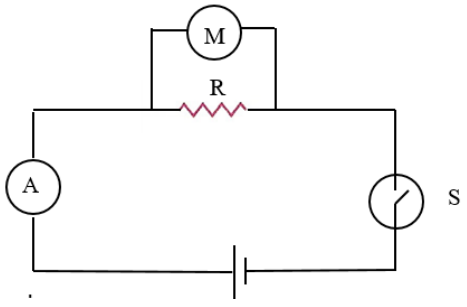
3. ให้ค่าความต้านทาน R คงตัว ที่ค่าใดค่าหนึ่ง แล้วเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง บันทึกค่ากระแสที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์และค่าความต่างศักย์ V ที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ลงในตาราง
4. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าจาก $I = V/R$ บันทึกค่าลงในตาราง เปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จากมัลติมิเตอร์

ความต้านทาน R = ...โอห์ม

ครั้งที่	**1**	**2**	**3**	**4**
ความต่างศักย์ (V)	1.5	3.0	4.5	6.0
I จากมัลติมิเตอร์ (A)				
I จากการคำนวณ (A)				

ตอนที่ 3 การวัดค่าความต่างศักย์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1. ปรับสวิทช์ของมัลติมิเตอร์ไปที่ช่วงการวัด DC V แล้วใช้ตัวต้านทานที่ทราบค่าต่อวงจรดังภาพที่ 1.15



ภาพที่ 1.15 วงจรวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง

2. ปรับเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 4 อ่านค่าความต่างศักย์จากมัลติมิเตอร์และค่ากระแสไฟฟ้าจากแอมมิเตอร์ บันทึกค่าที่อ่านได้ ลงในตาราง

3. คำนวณค่าความต่างศักย์จากสมการ $V = IR$ แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้จาก มัลติมิเตอร์

ความต้านทาน R = ... โอห์ม

ครั้งที่	**1**	**2**	**3**	**4**
ความต่างศักย์ของแหล่งจ่าย	1.5	3.0	4.5	6.0
V จากมัลติมิเตอร์ (V)				
I จากมัลติมิเตอร์ (A)				
V จากการคำนวณ (V)				

สรุปการใช้มัลติมิเตอร์

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. ทำไมต้องปรับ zero ohm adjustment ทุกครั้งที่เปลี่ยนช่วงการวัดค่าความต้านทานของมัลติมิเตอร์

.....

.....

.....

2. ทำไมต้องหมุนปุ่มปรับค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปที่ขีดศูนย์ทุกครั้งก่อนเปิดสวิทช์ให้เครื่องทำงาน

3. ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในวงจรเมื่อเปลี่ยนค่าความต้านทาน R และค่าความต่างศักย์ V แต่ละครั้งจะแปรเปลี่ยนอย่างไรหรือไม่เพราะเหตุใด

4. ค่าความต่างศักย์คร่อม R ที่อ่านได้จากมิเตอร์จะเป็นอย่างไร เมื่อเปลี่ยนค่าความต่างศักย์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

ปฏิบัติการทดลองที่ 2
กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

วัตถุประสงค์

1. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงตามกฎของโอห์ม
2. ปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและวัดหาค่ากระแสไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้
3. เข้าใจคุณลักษณะของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม

ทฤษฎี

1. กฎของโอห์ม

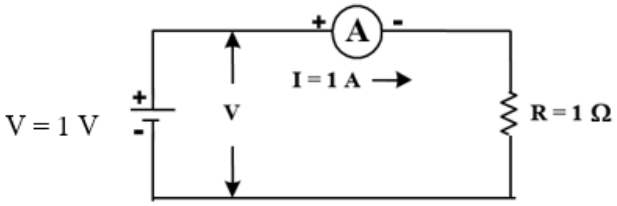
กฎของโอห์ม (Ohm's Law) กล่าวถึงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า I ศักย์ไฟฟ้า V และความต้านทานในวงจรไฟฟ้า R ไว้ว่า "ค่าความต้านทาน 1 โอห์ม สามารถต้านทานให้กระแสไหลในวงจรไฟฟ้าได้ 1 แอมแปร์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟของวงจรมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1 โวลท์" หรืออาจสรุปได้ดังสมการ

$$\text{Current} = \frac{\text{Voltage}}{\text{Resistance}} \quad \text{หรือ} \quad I = \frac{V}{R} \qquad (2.1)$$

ในทำนองเดียวกันความสัมพันธ์ของ V, I, และ R อาจเขียนเป็นสมการเพื่อคำนวณหาค่าของ V และ R ได้ดังนี้

$$V = I \times R \quad \text{และ} \quad R = \frac{V}{I} \qquad (2.2)$$

ภาพที่ 2.1 แสดงการคำนวณกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงด้วยกฎของโอห์ม ซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่ขนาด 1 V ต่อกับตัวต้านทาน 1Ω เมื่อนำแอมมิเตอร์ไปวัดค่ากระแสไฟฟ้าปรากฏว่า แอมมิเตอร์อ่านค่าได้ 1 A

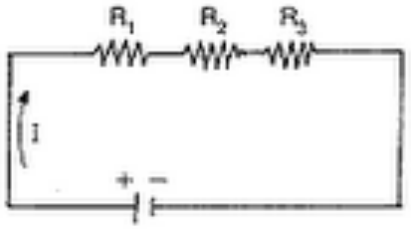


ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้กฎของโอห์ม

2. การต่อวงจรตัวต้านทาน

การต่อตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้ามีอยู่ 3 แบบคือ วงจรอนุกรม, วงจรขนาน และวงจรผสม

2.1 วงจรอนุกรม (series) คือ การนำตัวต้านทานมาต่อเรียงกัน โดยให้ปลายของตัวต้านทานตัวแรกต่อกับปลายของตัวต้านทานตัวถัดไป หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง
การนำตัวต้านทานตั้งแต่สองตัวมาต่อเรียงกันไปแบบอันดับ ทำให้กระแสไหลทิศทางเดียวกัน



ภาพที่ 2.2 วงจรอนุกรมของตัวต้านทาน

ภาพที่ 2.2 แสดงการต่อต้านทาน 3 ตัว คือ R_1 R_2 และ R_3 ต่อแบบอนุกรมกันและต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า V โดยจะมีกระแสไฟฟ้า I ไหลในวงจร แล้วจะได้

1. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว (I_{R1} ,I_{R2}. I_{R3})

จะมีค่าเท่ากันและมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้ารวม I_{eq} นั่นคือ

$$I_{eq} = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} \tag{2.2}$$

2. แรงดันไฟฟ้ารวม V ของวงจรจะเท่ากับผลรวมแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว

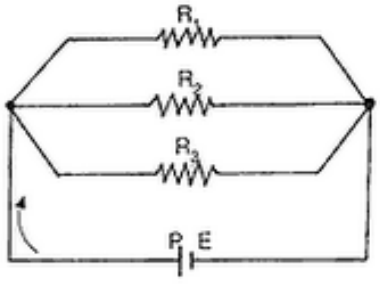
$$V_{eq} = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} \tag{2.3}$$

และจากกฎของโอห์ม $V = IR$ จะได้ $I_{eq} R_{eq} = I_{eq}R_1 + I_{eq}R_2 + I_{eq}R_3$ นั่นคือ $R_{eq} = R_1+R_2+R_3$

ดังนั้นผลรวมของค่าความต้านทานที่ต่อกันแบบอนุกรม จึงเป็น

$$R_{eq} = R_1+R_2+R_3+... \tag{2.4}$$

2.2. วงจรขนาน (Parallel) คือ การนำตัวต้านทานตั้งแต่สองต่อขึ้นไปมาต่อคร่อมกัน โดยนำจุดต่อของปลายทั้งสองข้างของตัวต้านทานแต่ละตัวมาต่อร่วมกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 วงจรขนานของตัวต้านทาน

ภาพที่ 2.3 แสดงการต่อตัวต้านทานแบบขนานกันของตัวต้านทานจำนวนสามตัว คือ R_1 R_2 และ R_3 ต่อกับหล่งจายไฟฟ้า V โดยจะมีกระแสไฟฟ้า I ไหลในวงจร แล้วจะได้

1. กระแสไฟฟ้าในวงจรรวมจะมีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานทุกตัว

2. ค่าแรงดันไฟฟ้ามีเพียงค่าเดียวเท่านั้น มีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าในวงจรรวม

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าในวงจรรวม (I_{eq}) คือ ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานทุกตัว

จะได้ $$I_{eq} = I_1 + I_2 + I_3$$ (2.5)

และแรงดันไฟฟ้าในวงจรรวม (V_{eq}) คือแรงดันไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัว (V)

จะได้ $$V_{eq} = V_1 = V_2 = V_3 \quad (2.6)$$

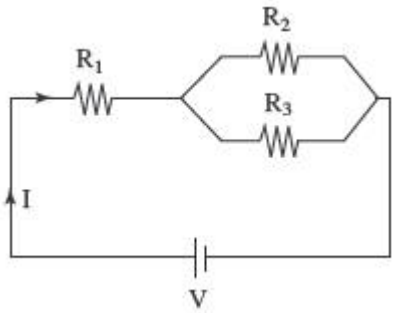
และจากกฎของโอห์ม $V = IR$ หรือ $I = \frac{V}{R}$ จะได้ $\frac{V_T}{R_{eq}} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$ ดังนั้นจะได้ $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

ดังนั้น ค่าความต้านทานรวม (R_{eq}) ที่ต่อกันแบบขนานจึงมีค่าเท่ากับผลรวมของเศษหนึ่งส่วนความต้านทานทุกตัวรวมกัน

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots \quad (2.7)$$

2.3 วงจรผสม คือ การนำตัวต้านทานมาต่ออนุกรมและขนานร่วมกันภายในวงจรเดียวกัน การคำนวณค่าความต้านทานรวมจะใช้วิธีพิจารณาวงจร

ในกรณีที่ต่อแบบอนุกรมจะนำค่าความต้านทานมาบวกกัน ในกรณีที่วงจรต่อแบบขนาน จะใช้สูตรขนานในการคิดคำนวณ



ภาพที่ 2.4 วงจรผสมของตัวต้านทาน

ปฏิบัติการทดลองที่ 2 กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

วัตถุประสงค์

1. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงตามกฎของโอห์ม
2. ปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและวัดหาค่ากระแสไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้
3. เข้าใจคุณลักษณะของตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้าทั้งแบบอนุกรม แบบขนานและแบบผสม

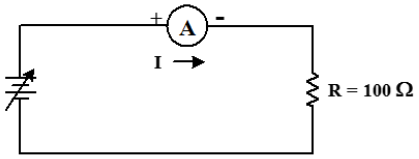
อุปกรณ์การทดลอง

1. มัลติมิเตอร์ 2 เครื่อง
2. แผงโฟโตบอร์ด ตัวต้านทานไฟฟ้า สายต่อวงจรไฟฟ้า
3. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (ถ่านไฟฉาย 1.5 โวลต์ 4 ก้อน + รางถ่าน 4 ก้อน)

วิธีการทดลอง

ตอนที่ 1 ศึกษาความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันไฟฟ้าตามกฎของโอห์ม

1 ต่อวงจรไฟฟ้าตามภาพที่ 2.5 และ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าคือถ่านไฟฉาย 1.5 โวลต์



ภาพที่ 2.5 วงจรการทดลองตามข้อ 1

2. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจาก 1.5 3.0 4.5 และ 6.0 โวลท์
อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่แอมมิเตอร์แล้วบันทึกผลการทดลอง

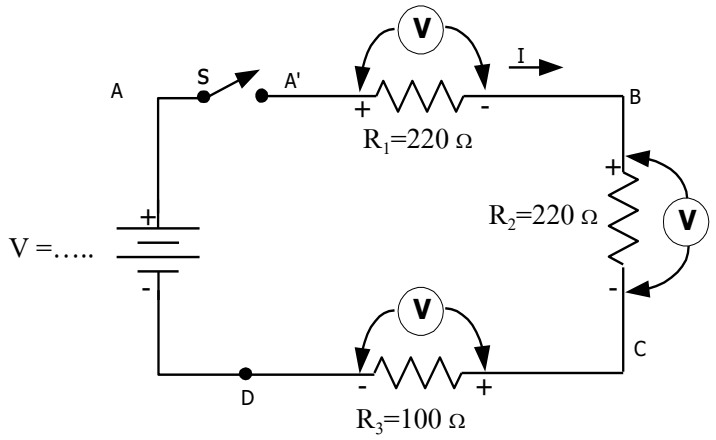
แรงดันไฟฟ้า, E (Volt)	1.5	3.0	4.5	6.0	5
กระแสไฟฟ้า, I (mA)					

3. เขียนกราฟระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) และแรงดันไฟฟ้า (V) โดยให้กระแสไฟฟ้า (I) เป็นแกนตั้ง และแรงดันไฟฟ้า (V) เป็นแกนนอน

4. หาค่าความต้านทานรวมในวงจร จากความชันของกราฟ

ตอนที่ 2 การประยุกต์ใช้กฎของโอห์มในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

1. ต่อวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 2.6 แต่ยังไม่ต้องต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Off สวิตช์ S)



ภาพที่ 2.6 การต่อวงจรเพื่อการทดลองตอนนที่ 2

2. หาค่าความต้านทานรวมในวงจรอนุกรมในภาพที่ 2.6 จาก $R_{eq} = R_1+R_2+R_3$
   ดังนั้นคำนวณค่าความต้านทานรวมได้ R_{eq} = ... โอห์ม

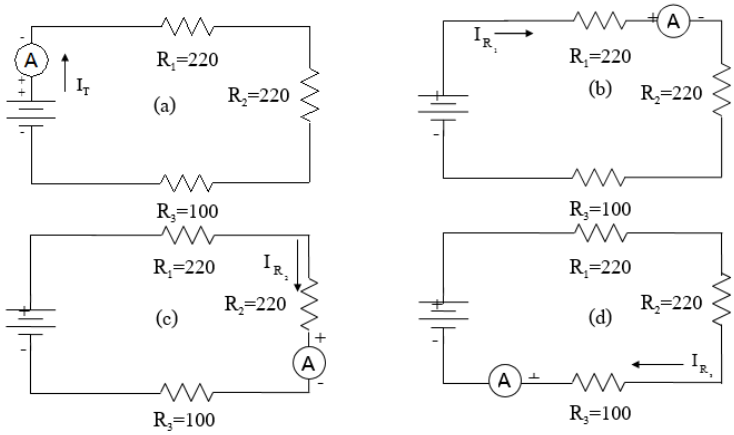
3. ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดความต้านทาน วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรที่จุด A/ และ D
   จะได้ R_{eq}=.....โอห์ม

<u>ข้อควรระวัง</u> *การวัดค่าความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้า ต้องไม่ต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้านั้น*

4. ค่าความต้านทานที่คำนวณได้ในข้อที่ 2 ต่างจากค่าความต้านทานที่วัดได้จากข้อ 3
   หรือไม่อย่างไรให้นักศึกษาบอกความแตกต่างในรูปร้อยละของค่าผิดพลาด (%Error)
   %Error = ...%

5. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้ารวม (I_{eq}) ของวงจรโดยใช้กฎของโอห์ม $I_{eq}=V/R_{eq}$
   คำนวณได้ $_{Teq}$=.....mA

6 ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านไฟฟ้ากระแสตรง (Range 25 mA) วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่จ่ายออกมา (I_{eq}) และวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ผ่าน R_1 R_2 และ R_3 ตามภาพที่ 2.7 (a) (b) (c) และ (d) และบันทึกผลการวัดกระแสไฟฟ้า



ภาพที่ 2.7 วงจรที่ใช้ในการทดลองข้อ 6

I_{eq}=.....mA I_{R1}=.....mA

I_{R2}=.....mA I_{R3}=.....mA

7. กระแสไฟฟ้า (I_{eq}) ที่วัดได้และกระแสรวมที่คำนวณได้จากข้อ 5 แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ให้นักศึกษาบอกความแตกต่างในรูปร้อยละของค่าผิดพลาด (%Error

8 คำนวณค่าแรงดันตกคร่อมตัวต่านทาน R_1, R_2, R_3 โดยใช้กฎของโอห์มแสดงการคำนวณตามลำดับ

$V_{R1}=I_{R1}xR_1$=.....V $V_{R2}=I_{R2}xR_2$=.....V

$V_{R3}=I_{R3}xR_3$=.....V $V_{R1}+V_{R2}+V_{R3}$ =.....V

9. วัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า ตามภาพที่ 2.5 โดยใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัด 10 V บันทึกผลการวัดค่าแรงดันตกคร่อมตามลำดับ

V_{R1} =.....V V_{R1} =.....V

V_{R1} =.....V $V_{R1}+V_{R2}+V_{R3}$ =.....V

10. ผลรวมของแรงดันตกคร่อม V_{R1}, V_{R2}, V_{R3} ที่วัดได้จากข้อ 9 เท่ากับแรงดันที่คำนวณได้จากข้อ 8 หรือไม่อย่างไร ให้นักศึกษาบอกความแตกต่างในรูปร้อยละของค่าผิดพลาด (%Error)

ปฏิบัติการทดลองที่ 3
การสะท้อนแสง

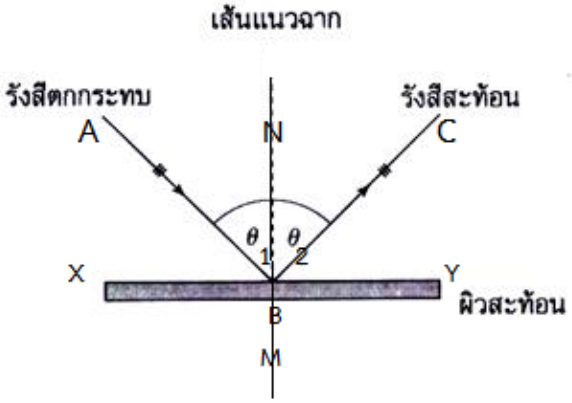
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงที่ผิวระนาบ
2. เพื่อศึกษากฎการสะท้อนแสง

ทฤษฎี

เมื่อแสงเดินทางไปกระทบสิ่งกีดขวางจะเกิดการสะท้อนแสงที่ผิวของสิ่งกีดขวาง โดยการสะท้อนแสงจะเป็นไปตามกฎการสะท้อนแสงที่มีใจความว่า

1. แสงตกกระทบ เส้นแนวฉาก และแสงสะท้อนจะอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบจะเท่ากับมุมสะท้อน

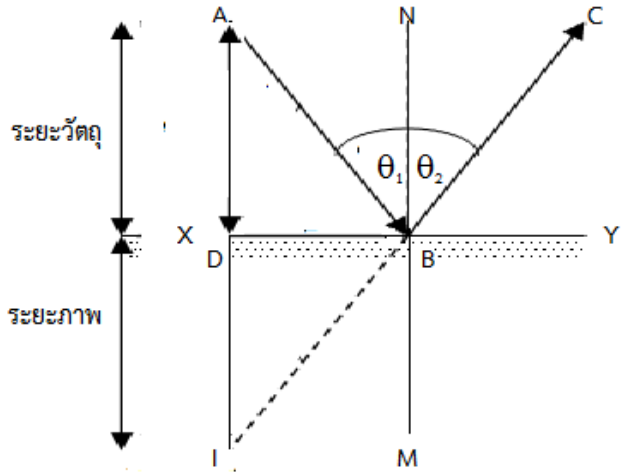


ภาพที่ 3.1 การสะท้อนของแสงตามกฎการสะท้อนของแสง

ภาพที่ 3.1 แสดงการสะท้อวของแสงที่ผิวของรอยต่อ XY ซึ่งเป็นผิวของสิ่งกีดขวางซึ่งขวางทางเดินของแสง AB เป็นรังสีตกกระทบ BC เป็นรังสีสะท้อน NM เป็นเส้นแนวฉาก θ_1 เป็นมุมตกกระทบ θ_2 เป็นมุมสะท้อน จากกฎการสะท้อนของแสงจะได้

1. แสงตกกระทบ AB เส้นแนวฉาก NM และแสงสะท้อน BC จะอยู่บนระนาบเดียวกัน
2. มุมตกกระทบ θ_1 = มุมสะท้อน θ_2

ถ้าให้ XY เป็นกระจกเงาระนาบ A เป็นวัตถุวางไว้หน้ากระจก รังสีของแสงที่ออกจากวัตถุ A จำนวนมาก เมื่อไปตกที่ผิวกระจกก็จะสะท้อนออกจากกระจกตามกฎการสะท้อนของแสงแนวแสงสะท้อนของรังสีเหล่านี้จะไปตัดกันเบื้องหลังกระจกทำให้เกิดภาพเสมือน I ณ จุดตัดกันของรังสีสะท้อนเหล่านั้น โดยจะได้ขนาดภาพเท่ากับขนาดวัตถุ และระยะภาพเท่ากับระยะวัตถุ การเกิดภาพดังกล่าว ดังแสดงในภาพที่ 3.2 รังสีจากวัตถุ A สองรังสี โดยรังสีแรกเป็นรังสีตกกระทบ AB แล้วสะท้อนผิวกระจกที่จุด B ตามแนว IBC รังสีที่สองเป็นรังสีตกกระทบ AD สะท้อนผิวกระจกที่จุด D ตามแนว IDA แนวรังสีทั้งสองตัดกันเกิดภาพเสมือนที่จุด I



ภาพที่ 3.2 การเกิดภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงของกระจกเงาระนาบ

การหาตำแหน่งภาพเสมือน I ที่เกิดขึ้นด้านหลังกกระจกเงาราบ ทำได้โดยใช้วิธี **พาราแลกซ์ (Parallax)** มีหลักการคือ ถ้ามองเห็นวัตถุทั้งสองอยู่แยกกันคนละตำแหน่งจะเรียกว่าทั้งสองมีพาราแลกซ์ซึ่งกันและกัน แต่ถ้าวัตถุทั้งสองอยู่ตำแหน่งเดียวกันจะมองเห็นวัตถุทั้งสองนั้นอยู่ซ้อนทับกันไม่ว่าจะมองในทิศทางใดๆ ก็ตาม และเรียกวัตถุทั้งสอง ว่า ไม่มีพาราแลกซ์ต่อกัน ดังนั้น ถ้านำวัตถุอีกชิ้นหนึ่งมาวางไว้หลังกระจกเงาราบ ตรงตำแหน่งที่มองเห็นว่า วัตถุนั้นกับภาพ I ไม่มีพาราแลกซ์ต่อกัน ก็แสดงว่าภาพ I เกิดอยู่ตรงตำแหน่งที่วางวัตถุไว้หลังกระจกเงาราบนั่นเอง

ปฏิบัติการทดลองที่ 3 การสะท้อนแสง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากการสะท้อนแสงที่ผิวระนาบ
2. เพื่อศึกษากฎการสะท้อนแสง

อุปกรณ์

1. กระจกเงาราบ 1 แผ่น 2. วัตถุ 2 ชิ้น

วิธีทดลอง

1. สอดแผ่นกระดาษขาวไว้ใต้กระจกเงาระนาบ จนกระทั่งกระจกอยู่กลางแผ่นกระดาษ แล้วขีดเส้นตรง XY แสดงตำแหน่งแนวกระจก (ต้องขีดเส้นด้านหลังกระจก)
2. นำเส้นลวดตรงวางเป็นวัตถุ A ไว้หน้ากระจกห่างจากกระจกพอสมควร และนำเส้นลวดอีกเส้นไปวางไว้หลังกระจกตรงตำแหน่งภาพ I ของเส้นลวดเส้นแรก (ณ ตำแหน่งที่วัตถุทั้งสองไม่มีพาราแลกซ์ต่อกัน)
   จะเห็นเส้นลวดทั้งสองซ้อนทับกันเป็นเส้นเดียวไม่ว่าจะมองในทิศทางใดๆ
3. เขียนจุด 4 จุดที่ปลายกากบาทที่ฐานของเส้นลวดแต่ละเส้น ยกเส้นลวดออกแล้วลากเส้น จะได้กากบาทซึ่งจุกตัดจะเป็นตำแหน่งของวัตถุ A และตำแหน่งภาพ I ที่เกิดขึ้นหลังกระจก ตามลำดับ ลากเส้นตรง AI ตัดแนวกระจก XY ที่จุด D
4. กำหนดจุด B ลงบนเส้น XY ให้ห่างจากจุด D พอประมาณ ลากเส้นแนวฉาก MN ตั้งฉากกับแนวกระจก XY ที่จุด B ลากแนวรังสีตกกระทบ AB และแนวรังสีสะท้อน IBC ดังรูปที่ 31
5. วัดระยะวัตถุ AD ระยะภาพ DI มุมตกกระทบ θ_1และมุมสะท้อน θ_2 บันทึกข้อมูลที่วัดได้ลงในตารางข้อมูลแล้วพิจารณาว่าเป็นไปตามกฎการสะท้อนแสงและหลักการเกิดภาพของกระจกเงาระนาบหรือไม่
6. เปลี่ยนกระดาษที่สอดใต้กระจกใหม่ แล้วปฏิบัติตามข้อ 1-5 อีกจำนวน 3 ครั้ง โดยกำหนดระยะวัตถุและตำแหน่งของจุด B ให้แตกต่างจากครั้งแรก

ตารางข้อมูล

ครั้งที่	1	2	3	4
ระยะวัตถุ (cm)				
ระยะภาพ (cm)				
θ_1				
θ_2				

หมายเหตุ ให้ทุกกลุ่มส่งภาพที่ได้จากการทดลอง เป็นข้อมูลประกอบรายงานปฏิบัติการทดลอง

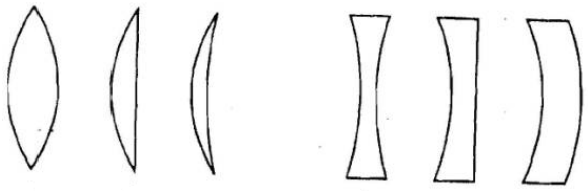
ปฏิบัติการทดลองที่ 4
การหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์นูน
2. เพื่อหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน

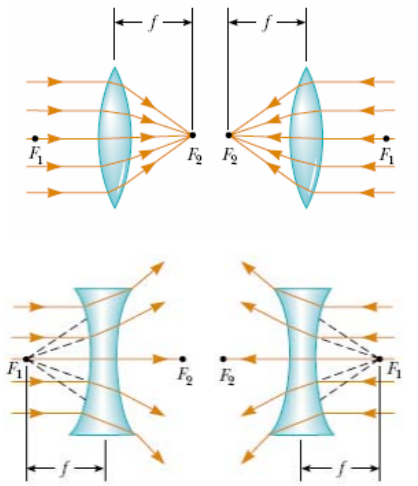
ทฤษฎี

เลนส์ (lens) ทำจากแก้วหรือพลาสติกใส อาจจะมีผิวเป็นส่วนโค้งทั้งสองด้านหรือเป็นผิวระนาบด้านหนึ่ง



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของเลนส์

พิจารณาเลนสบาง (thin lense)
คือเลนส์ที่มีผิวโค้งทั้งสองด้านและอยูชิดกันมากจนไมคำนึงถึงความหนาเมื่อแสงเดินทางจากระยะไกลมากลำแสงจะเปนลำแสงขนาน แสงจะหักเหไปรวมกันที่หนึ่งจุด เรียกว่า จุดโฟกัส f (Focus point) ดังภาพที่ 4.2

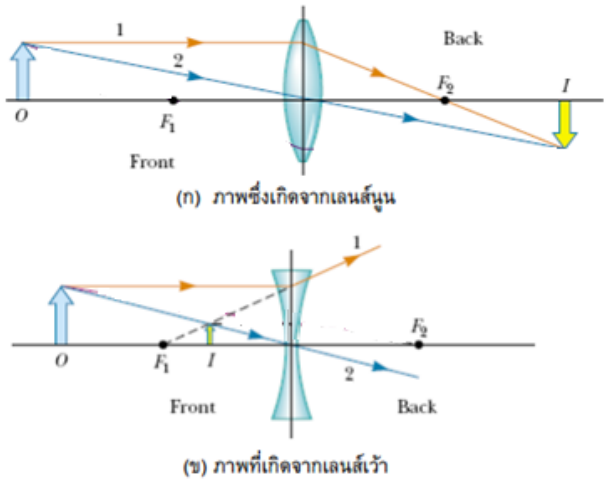


ภาพที่ 4.2 แสงหักเหผ่านเลนส์ไปรวมกันที่จุดโฟกัส

การหาตำแหน่งของภาพที่เกิดจากเลนสทั้งสองชนิดอาจจะหาได้จากการวาดรูปหรือการคำนวณไดวิธีการวาดรูป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เส้นรังสีขนานกับแกนของเลนสเมื่อเดินทางจากวัตถุถึงกึ่งกลางเลนส์แลวจะหักเหเขาสูจุดโฟกัสของเลนสนูน และโฟกัสเสมือนของเลนส์เวา

2. เส้นรังสีเดินทางผ่านกึ่งกลางเลนส์ จะไม่เบี่ยงเบน และจุดที่เส้นรังสีทั้งสองตัดกันจะเป็นภาพจริง แต่จุดที่เส้นรังสีทั้งสองเสมือนตัดกันจะเป็นภาพเสมือน



ภาพที่ 4.3 ภาพที่เกิดจากเลนส์

กรณีที่ใช้สูตรในการคำนวณ p คือระยะวัตถุ q คือระยะภาพและ f คือความยาวโฟกัสของเลนส์จะได้

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \qquad (4.1)$$

ในการใช้สมการต้องคำนึงถึงเครื่องหมายด้วยดังนี้

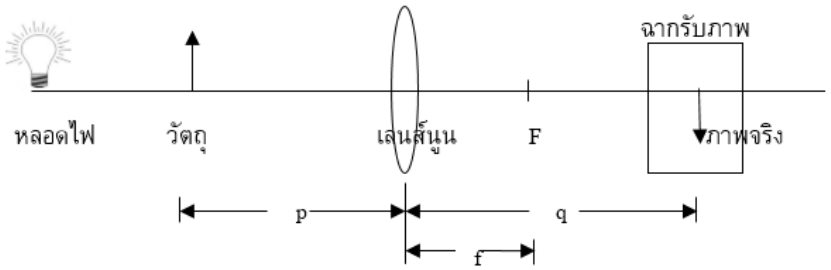
p วัตถุจริงมีเครื่องหมาย + , วัตถุเสมือนมีเครื่องหมาย –

q ภาพจริงมีเครื่องหมาย + , ภาพเสมือนมีเครื่องหมาย –

f โฟกัสของเลนส์นูนมีเครื่องหมาย + , โฟกัสของเลนส์เว้ามีเครื่องหมาย –

การเกิดภาพของเลนส์นูน

เมื่อแสงจากวัตถุหักเหผ่านเลนส์จะทำให้เกิดภาพได้ทั้งภาพจริงหลังเลนส์หรือภาพเสมือนหน้าเลนส์ โดยภาพที่เกิดขึ้นจะเป็นภาพชนิดใดขึ้นอยู่กับระยะวัตถุ p ว่าอยู่ห่างจากเลนส์มากน้อยเพียงใด ในการทดลองเพื่อหาความยาวโฟกัส f ของเลนส์นูน ทำได้หลายวิธี วิธีหนึ่งที่ทำได้ โดยการวางวัตถุ O ไว้หน้าเลนส์นูน ให้ห่างจากเลนส์มากกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ จะเกิดภาพจริงหัวกลับขึ้นหลังเลนส์ ซึ่งสามารถใช้ฉากรับภาพได้ ดังแสดงภาพที่ 4.4 และสามารถคำนวณหาความยาวโฟกัสได้จากสมการ (4.1) แต่โดยปกติแสงจากวัตถุที่หักเหผ่านเลนส์มักมีความเข้มน้อย ทำให้มองไม่เห็นภาพที่เกิดขึ้นบนฉาก จึงต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟส่องวัตถุเพื่อเพิ่มปริมาณแสงสว่าง จนสามารถมองเห็นภาพที่ปรากฏบนฉากได้อย่างชัดเจน



ภาพ**ที่ 4.4** การจัดวางอุปกรณ์การหาค่าความยาวโฟกัสของเลนส์นูน

ปฏิบัติการทดลองที่ 4 การหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์นูน
2. เพื่อหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูน

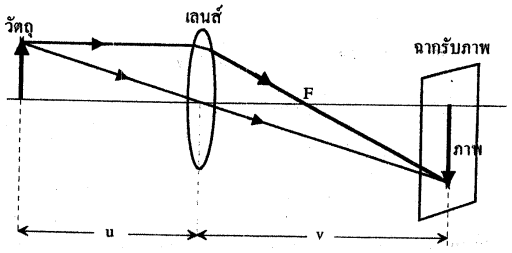
อุปกรณ์

1. เลนส์นูน 2. วัตถุปลายแหลม 3. ไฟฉาย 4. ฉากรับภาพ 5. ตลับเมตร/ไม้ดมตร/ไม้บรรทัด

วิธีทดลอง

วิธีที่ 1 การหาความยาวโฟกัสเลนส์นูนโดยใช้ฉากรับภาพ

1. วางวัตถุปลายแหลมไว้หน้าเลนส์นูนให้ไกลพอที่จะเกิดภาพจริง
2. นำฉากมาวางรับภาพ
3. ใช้โคมไฟหรือไฟฉายส่องวัตถุแล้วเลื่อนฉากไปมาจนเกิดภาพบนฉากชัดเจน ดังภาพที่ 4.5



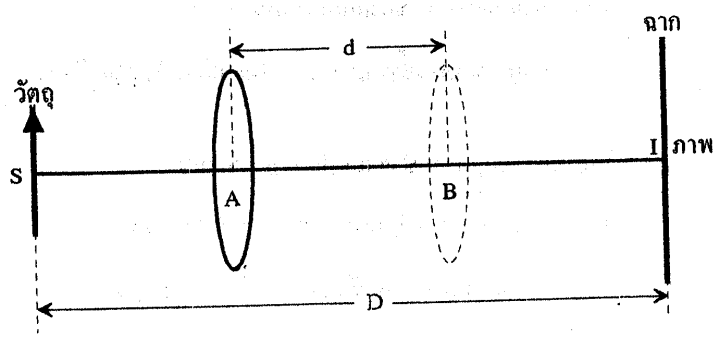
ภาพที่ 4.5 การหาความยาวโฟกัสเลนส์นูนโดยใช้ฉากรับภาพ

4. วัดระยะวัตถุ P และระยะภาพ q
5. คำนวณหาความยาวโฟกัส f ของเลนส์จากสมการ (3.1)
6. ทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง และเปลี่ยนตำแหน่งวัตถุ p
7. หาค่าเฉลี่ยความยาวโฟกัส

ตารางบันทึกผลการทดลอง (.ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง)

วิธีที่ 2 การหาความยาวโฟกัสโดยใช้หลักการของจุดสังยุค

1. วางวัตถุปลายแหลมและฉากให้ห่างกันมากกว่า 4 เท่าของความยาวโฟกัสที่ได้จากวิธีการที่ 1
2. วัดระยะที่วัตถุและฉากห่างกัน (D)
3. นำเลนส์นูน (จากวิธีที่ 1) 1 อัน มาวางระหว่างฉากกับวัตถุ ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 การหาความยาวโฟกัสโดยใช้หลักการของจุดสังยุค

โดยที่ A คือ ตำแหน่งเลนส์ที่ทำให้เกิดภาพชัด ครั้งที่ 1 (ภาพจะมีขนาดใหญ่)

B คือ ตำแหน่งเลนส์ที่ทำให้เกิดภาพชัด ครั้งที่ 2 (ภาพจะมีขนาดเล็ก)

4. เลื่อนเลนส์นูนไปมาจนเกิดภาพบนฉากชัด 2 ครั้ง
5. วัดระยะห่างระหว่างตำแหน่งของเลนส์ทั้ง 2 ครั้ง (d)
6. คำนวณหาค่า f จากสมการ $f = \frac{\left(D^2 - d^2\right)}{4D}$
7. ทำการทดลองซ้ำรวม 3 ครั้ง โดยการเปลี่ยนค่า D
8. หาค่าเฉลี่ยความยาวโฟกัส

ตารางบันทึกผลการทดลอง (.ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง)

ปฏิบัติการทดลองที่ 5
การหาความยาวโฟกัสของกระจกเว้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากกระจกเว้า
2. เพื่อหาความยาวโฟกัสของกระจกเว้า

ทฤษฎี

ภาพจากกระจกเงาเกิดจากการสะท้อนของแสง คือ เมื่อแสงจากวัตถุตกกระจกเงา แสงสะท้อนจากกระจกจะพบกัน ทำให้เกิดภาพของวัตถุขึ้น แบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ภาพจากกระจกเงาราบ (plan mirror)

เมื่อคนยืนหรือวางวัตถุไว้หน้ากระจกเงาราบภาพที่เกิดขึ้นในกระจกเงาราบจะเป็นภาพเสมือนหัวตั้งอยู่หลังกระจก มีระยะวัตถุเท่ากับระยะภาพ และขนาดของวัตถุเท่ากับขนาดของภาพ แต่มีลักษณะกลับด้านกันจากซ้ายเป็นขวาของวัตถุจริง

2. ภาพจากกระจกเงาผิวโค้ง ความโค้งของกระจกเป็นความโค้งส่วนหนึ่งที่ตัดมาจากวงกลมมี 2 ชนิด คือ กระจกเงาเว้า (concave mirror) และกระจกนูน (convex mirror)

กระจกเว้า หมายถึงกระจกที่มีจุดศูนย์กลางความโค้งอยู่ที่ด้านหน้าของกระจก

กระจกนูน หมายถึงกระจกที่มีจุดศูนย์กลางความโค้งอยู่ด้านหลังกระจก

ภาพที่ 5.1 กระจกผิวโค้งซึ่งเป็นส่วนของวงกลม

1. ส่วนสำคัญของกระจก

1. จุด C เป็นจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก (Center of Curvature) ระยะจากจุด C ถึงกระจกเรียกว่ารัศมีความโค้งของกระจก (Radius of Curvature) แทนด้วย R

2. แกนมุขสำคัญ (Principal Axis) คือ เส้นตรงซึ่งเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางความโค้งทั้งสอง

3. F เป็นจุดโฟกัส (Focus) ทำหน้าที่เป็นจุดรวมแสงที่เกิดจากการสะท้อนของกระจก โดยถ้าเป็นกระจกเว้า จุด F จะเป็นจุดโฟกัสจริง แต่ถ้าเป็นกระจกนูน จุด F จะเป็นจุดโฟกัสเสมือน ระยะจากจุด F ถึงกระจกเรียกว่าความยาวโฟกัส (focal length) ของกระจก แทนด้วย f

2. ภาพที่เกิดจากการสะท้อนของกระจก มี 2 แบบ คือ

ภาพจริง คือภาพที่เกิดจากรังสีของแสงรวมตัวกันแล้วตัดกัน ณ จุดที่เกิดภาพ จะต้องใช้ฉากรับภาพจึงจะสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน

ภาพเสมือน คือ ภาพที่เกิดขึ้นจากรังสีเสมือนมาตัดกัน ณ จุดที่เกิดภาพ ไม่ต้องใช้ฉากรับภาพก็สามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน

3. ภาพที่เกิดจากกระจกเว้า

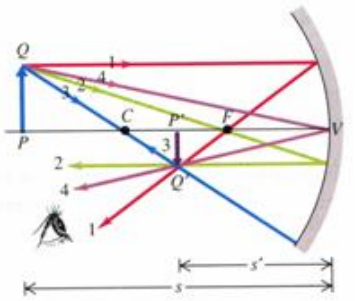
การหาลักษณะของภาพและตำแหน่งของภาพที่เกิดจากการสะท้อนของกระจกโค้งสามารถทำได้โดยวิธีทางเรขาคณิต โดยการสะท้อนของแสงเป็นไปตามกฎการสะท้อน ซึ่งมีขั้นตอนการเขียนรังสีของแสงตกกระทบและรังสีสะท้อน ดังนี้

ก. รังสีเส้นที่หนึ่ง จากวัตถุให้ลากรังสีของแสงขนานกับแกนมุขสำคัญตกกระทบกับกระจกแล้วลากรังสีสะท้อนผ่านจุดโฟกัส (จุด F)

ข. รังสีเส้นที่สอง จากวัตถุให้ลากรังสีของแสงผ่านจุดโฟกัส (จุด F) ตกกระทบกับกระจกแล้วสะท้อนมาเป็นรังสีขนานกับแกนมุขสำคัญ

ค. รังสีเส้นที่สาม จากวัตถุให้ลากรังสีของแสงผ่านจุดศูนย์กลางความโค้งของกระจก(จุด C) ตกกระทบกับกระจกแล้วสะท้อนกลับทางเดิม

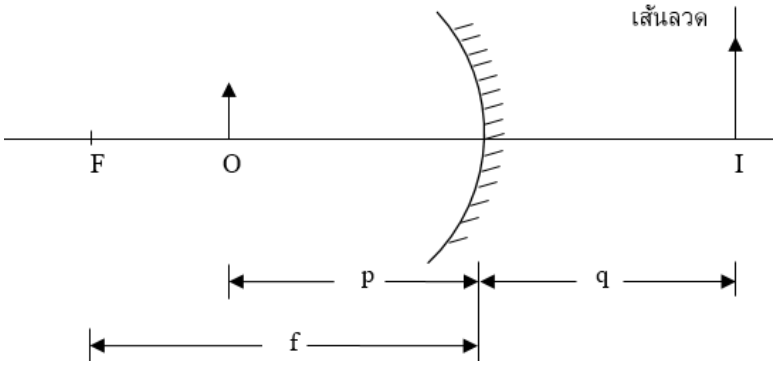
ง. รังสีเส้นที่สี่ จากวัตถุให้ลากรังสีของแสงตกกระทบกับขั้วกระจกแล้วสะท้อนออกมา รังสีสะท้อนที่เกิดขึ้นทั้ง 4 เส้น จะตัดกันที่จุด ๆ หนึ่งซึ่งจุดนั้นก็คือตำแหน่งภาพที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.2 การเขียนรังสีของแสงตกกระทบและรังสีสะท้อน

เมื่อวางวัตถุไว้หน้ากระจก อาจเกิดภาพได้ทั้งภาพจริงและภาพเสมือน ถ้าจะหาความยาวโฟกัสของกระจกเว้าอาจหาได้หลายวิธี และวิธีหนึ่งคือพาราแลกซ์ โดยการวางวัตถุไว้หน้ากระจก โดยให้ระยะวัตถุ p สั้นกว่าความยาวโฟกัสของกระจก จะเกิดภาพเสมือน I หลังกระจก แล้วใช้เส้นลวดตรงวางในตำแหน่งภาพ I ดังภาพที่ 5.3 เมื่อวางระยะภาพ p ระยะวัตถุ q ก็สามารถหาความยาวโฟกัส f ของกระจกเว้าได้ โดยใช้สมการ

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \qquad (5.1)$$



ภาพที่ 5.3 การหาตำแหน่งของภาพที่เกิดจากกระจกเว้าโดยวิธีพาราแลกซ์

ปฏิบัติการทดลองที่ 5 การหาความยาวโฟกัสของกระจกนูนและกระจกเว้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากกระจกนูนและกระจกเว้า
2. เพื่อหาความยาวโฟกัสของกระจกนูนและกระจกเว้า

อุปกรณ์

1. กระจกเว้า 2. ลวดโลหะตรง 3. ไฟฉาย 4. ตลับเมตร/ไม้ดมตร/ไม้บรรทัด

วิธีทำการทดลอง

1. วางวัตถุ O (เส้นลวดตรงเส้นแรก) หน้ากระจกเว้า แล้ววางเส้นลวดตรงเส้นที่สองหลังกระจกตรงตำแหน่งภาพ I ของวัตถุ O ดังภาพที่ 5.3 (ณ ตำแหน่งที่วางเส้นลวดเส้นที่ 2 นี้จะเป็นตำแหน่งที่ไม่พาราแลกซ์ต่อกันกับเส้นลวดเส้นแรก)

2. วัดระยะจากวัตถุ O ถึงกระจก เป็นระยะวัตถุ p และระยะจากกระจกถึงลวดเส้นที่สองเป็นระยะภาพ q บันทึกค่าที่ได้ลงในตาราง

3. คำนวณหาค่าความยาวโฟกัส f ของกระจกนูนจากสมการ (5.1) (ระวังการแทนค่าระยะภาพ q จะต้องใส่เครื่องหมายลบด้วยเพราะเป็นระยะเสมือน)

4. เปลี่ยนตำแหน่งวางวัตถุ O หน้ากระจกอีก 2 ครั้ง แต่ละครั้งปฏิบัติตามข้อ 1-3

5. หาค่าความยาวโฟกัสเฉลี่ย $f_{เฉลี่ย}$

ตารางบันทึกผลการทดลอง (.ให้นักเรียนออกแบบตารางบันทึกผลการทดลอง)