ใบความรู้ที่ 2 กฎของโอห์ม

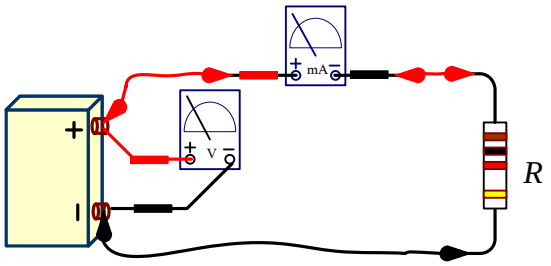
จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า เมื่อความต้านทานคงที่ได้
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานและกระแสไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้าคงที่ได้
3. ใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าได้ถูกต้อง
4. ใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง
5. ใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่าความต้านทานได้ถูกต้อง
6. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานได้
7. วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้
8. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าเมื่อความต้านทานมีค่าคงที่ได้
9. เขียนความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทานเมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่าคงที่ได้

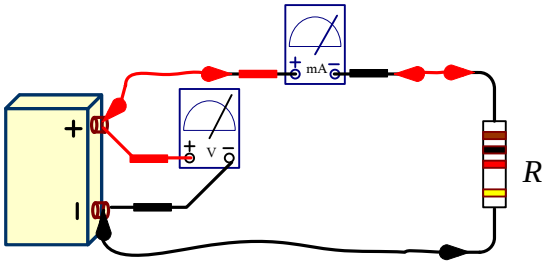
เนื้อหาสาระ

1. กฎของโอห์ม

จอร์จ ไซมอน โอห์ม ได้ทดลองโดยต่อวงจรไฟฟ้าดังรูป กำหนดให้ตัวต้านทานมีค่าคงที่และแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดสามารถปรับค่าเพิ่มขึ้นและลดลงได้



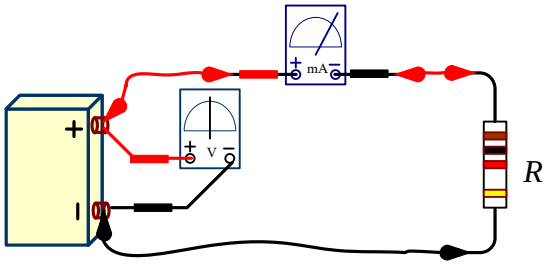
(ก) แรงดันไฟฟ้ามีค่าน้อย กระแสไฟฟ้าไหลได้น้อย



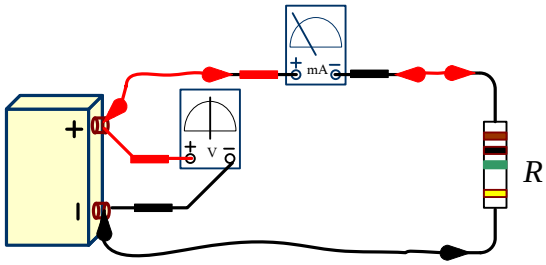
(ข)แรงดันไฟฟ้ามีค่ามาก กระแสไฟฟ้าไหลได้มาก

รูปที่ 1 แสดงการหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า เมื่อความต้านทานมีค่าคงที่

จากรูป (ก) จอร์จ ไซมอน โอห์ม ได้ทดลองให้เห็นว่าถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานมีค่าน้อย จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานได้น้อย และรูปที่ 1 (ข) ถ้าเพิ่มแรงดันไฟฟ้ามากขึ้น จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้มากขึ้น ดังนั้นถ้าเราเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดเป็น 2 เท่า จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานได้มากขึ้นเป็น 2 เท่า แต่ถ้าลดแรงดันไฟฟ้าลงมา 1/2 เท่า ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานลดลงมา 1/2 เท่า



(ก) ความต้านทานมีค่าน้อย กระแสไฟฟ้าจะไหลได้มาก



(ข)ความต้านทานมีค่ามาก กระแสไฟฟ้าจะไหลได้น้อย

รูปที่ 2 แสดงการหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับกระแสไฟฟ้า เมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่าคงที่

จากรูป(ก) จอร์จ ไซมอน โอห์ม ได้ทดลองให้เห็นว่าถ้าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดมีค่าคงที่และความต้านทานมีค่าน้อย จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานได้มากและจากรูป (ข) ถ้าเพิ่มค่าความต้านทานมากขึ้น จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลได้น้อยลง ดังนั้นถ้าเราเพิ่มความต้านทานขึ้นเป็น 2 เท่า กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานจะไหลได้น้อยลงครึ่งหนึ่ง แต่ถ้าลดความต้านทานทานลงครึ่งหนึ่ง ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

จากความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทานดังกล่าวมาข้างต้นจอร์จ ไซมอน โอห์มได้สรุปเป็นสมการในการหาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานได้ดังนี้

$$I = \frac{E}{R}$$ ...สมการ (1)

$$E = IR$$ ....สมการ (2)

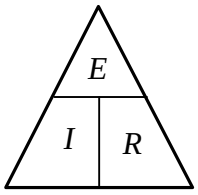
$$R = \frac{E}{I}$$ ....สมการ (3)

เมื่อ I คือ ค่ากระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

E คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

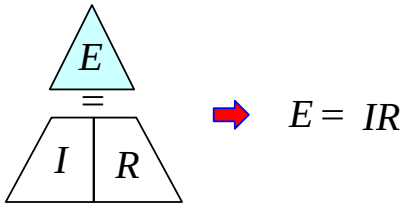
R คือ ค่าความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω)

หลักการจำกฎของโอห์มได้แม่นยำเพื่อนำไปใช้ในการหาปริมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ โดยเขียนสูตรกฎของโอห์มให้อยู่ในรูปสามเหลี่ยม แสดงดังรูป

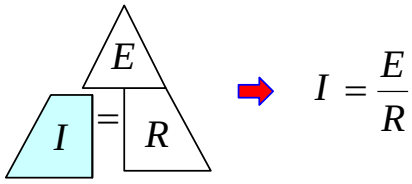


รูปที่ 3 แสดงสูตรกฎของโอห์ม

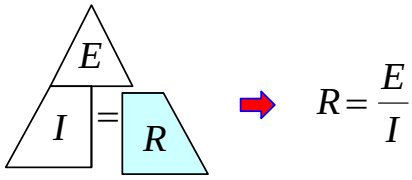
การหาสูตรในแต่ละส่วน ทำได้โดยการใช้มือปิดส่วนที่เราต้องคำนวณหาไว้ ส่วนที่เหลือคือสูตรที่ใช้ในการคำนวณ แสดงดังรูป



(ก) สูตรการหาแรงดันไฟฟ้า



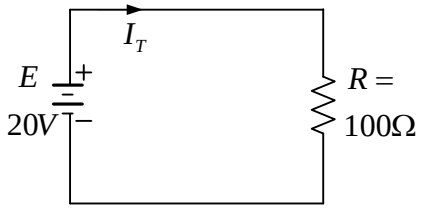
(ข) สูตรการหากระแสไฟฟ้า



(ค) สูตรการหาความต้านทาน

รูปที่ 4 แสดงสูตรการหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน

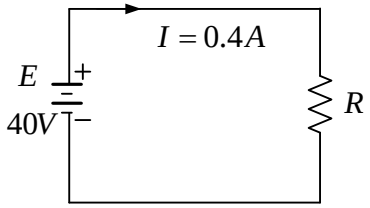
ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรดังรูป จงหากระแสไฟฟ้า



วิธีทำ จากสมการที่ 3.1 หาค่ากระแสไฟฟ้าได้ดังนี้

$$I = \frac{E}{R} = \frac{20V}{100\Omega} = 0.20\ A$$

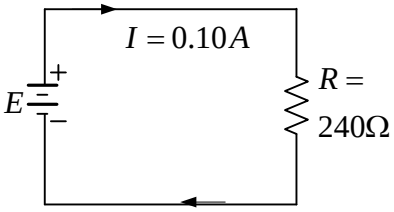
ตัวอย่างที่ 2 จากวงจรไฟฟ้าดังรูป จงหาค่าความต้านทาน



วิธีทำ จากสมการที่ 3.3 คำนวณหาค่าความต้านทาน (R) ได้ดังนี้

$$R = \frac{E}{I} = \frac{40V}{0.4A} = 100\ \Omega$$

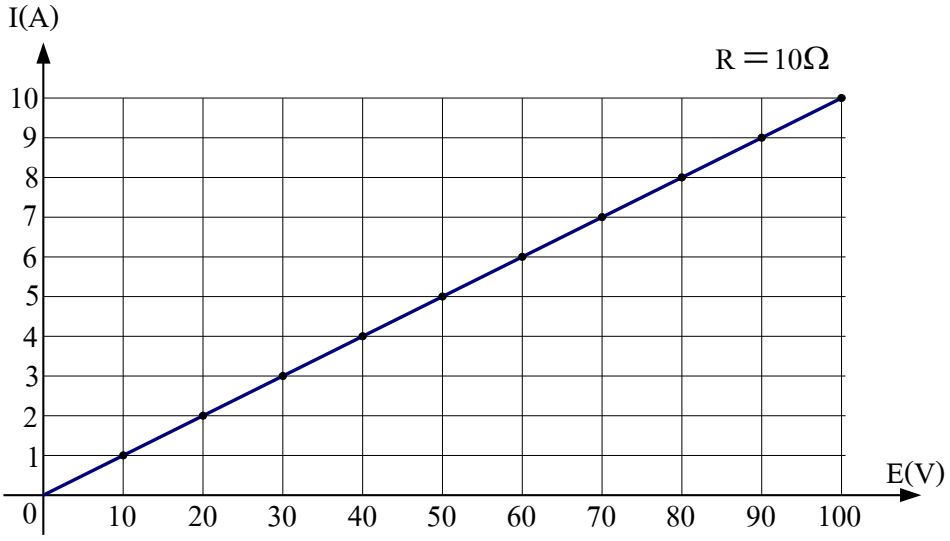
ตัวอย่างที่ 3 จากวงจรไฟฟ้าดังรูป จงหาค่าแรงดันไฟฟ้า



วิธีทำ จากสมการที่ 3.2 คำนวณแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้ดังนี้

$$E = IR = (0.1A)(240\Omega) = 24V$$

2. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า

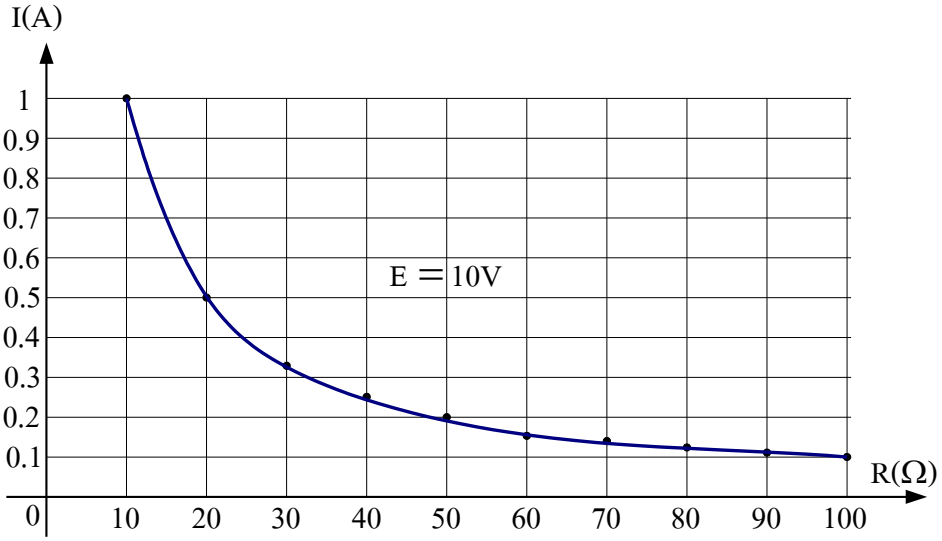


รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า

จากรูป กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเป็นเส้นตรง นั่นหมายความว่า กระแสไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า

3. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน

จากกฎของโอห์ม $I = \frac{E}{R}$ ทำให้ทราบว่า กระแสไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงผกผันกับความต้านทาน กล่าวคือ เมื่อความต้านทานลดลง กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อความต้านทานเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าจะลดลง ดังกราฟ



รูปที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน

4. กำลังไฟฟ้า (Electrical Power: P) คืออัตราการทำงานที่มีกระแสไฟฟ้า (I) เคลื่อนที่ผ่านจุดสองจุด ที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า (E) กำลังไฟฟ้าจะหาได้จากผลคูณของแรงดันไฟฟ้ากับกระแสไฟฟ้า เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$P = EI$$ ...สมการ (4)

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

I คือ ค่ากระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

E คือ ค่าแรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

จากสมการที่ 3.4 เขียนสมการเทียบเคียง โดยการแทนค่า $E = IR$ ดังนี้

$$P = EI = (IR)I = I^2R$$

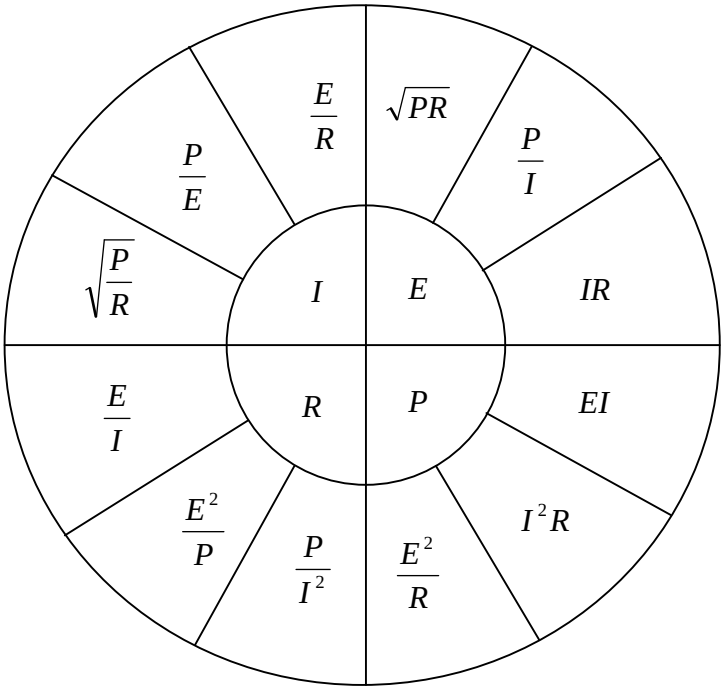
$$P = I^2R$$ ...สมการ (5)

จากสมการที่ 3.4 เขียนสมการเทียบเคียง โดยการแทนค่า $I = E/R$ ดังนี้

$$P = EI = E(\frac{E}{R}) = \frac{E^2}{R}$$

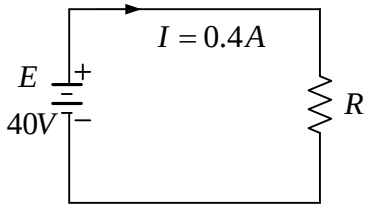
$$\boxed{P = \frac{E^2}{R}}$$ ...สมการ (6)

การแทนค่าสมการทั้งกำลังไฟฟ้าและกฎของโอห์ม ทำได้หลายค่ามากมาย เขียนออกมาเป็นสมการ ดังรูปที่ 7

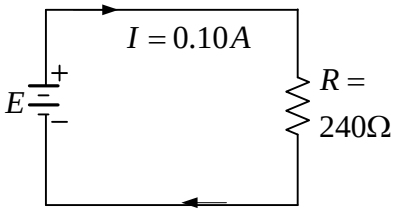


รูปที่ 7 สูตรการหาค่ากำลังไฟฟ้า

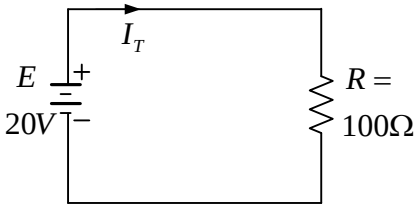
ตัวอย่างที่ 4 จากวงจรไฟฟ้าดังรูป จงหาค่าแรงดันไฟฟ้า



(ก) การหากำลังไฟฟ้าจากค่า E และ I



(ข) การหากำลังไฟฟ้าจากค่า I และ R



(ค) การหากำลังไฟฟ้าจากค่า E และ R

วิธีทำ จากรูป(ก) และสมการที่ 4 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรได้ดังนี้

$$P = EI = (40V)(0.4A) = 16\,W$$

จากรูป(ข) และสมการที่ 5 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรได้ดังนี้

$$P = I^2R = (0.10A)^2(240\Omega) = 2.4\,W$$

จากรูป (ค) และสมการที่ 6 คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรได้ดังนี้

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{(20V)^2}{100\Omega} = 4\,W$$