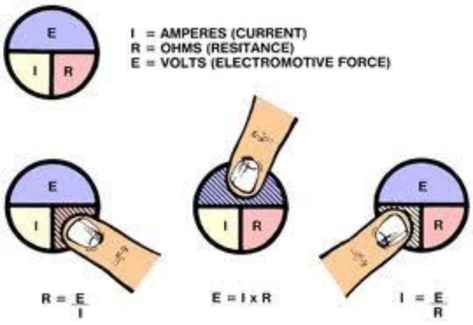
บทที่ 2

กฎของโอห์ม



วัตถุประสงค์

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานในวงจรไฟฟ้า
2. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และกฎของโอห์ม
3. คำนวณวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและกำลังไฟฟ้าได้ ด้วยกฎของโอห์ม

1.1 กฎของโอห์ม

Gorge Simon Ohm
(1789-1854)

จอร์จ ไซมอน โอห์ม(George Simon Ohm) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของไฟฟ้าทั้ง 3 ตัว คือ ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) แรงดันไฟฟ้า (E) และตัวต้านทาน (R) และได้สรุปค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวไว้ว่า “กระแสไฟฟ้านั่นวงจรไฟฟ้านั้น จะแปรผันตรงกับ แรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแต่จะแปรผกผันกับค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า” ดังสมการ

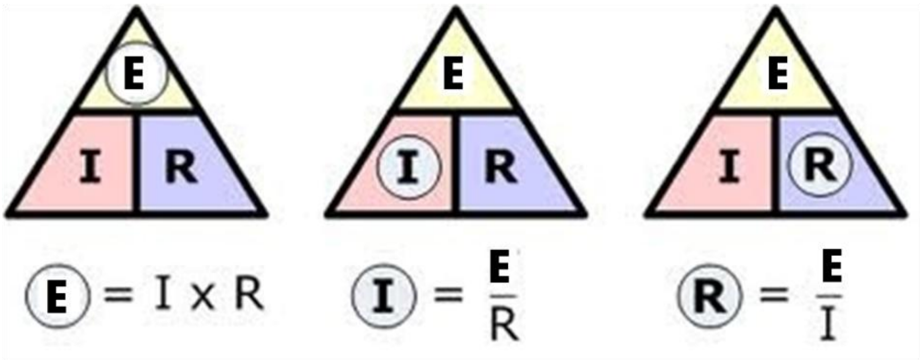
$$I = \frac{E}{R} \qquad (1)$$

เมื่อ $I =$ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็น แอมป์แปร์ (A)

$E =$ แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

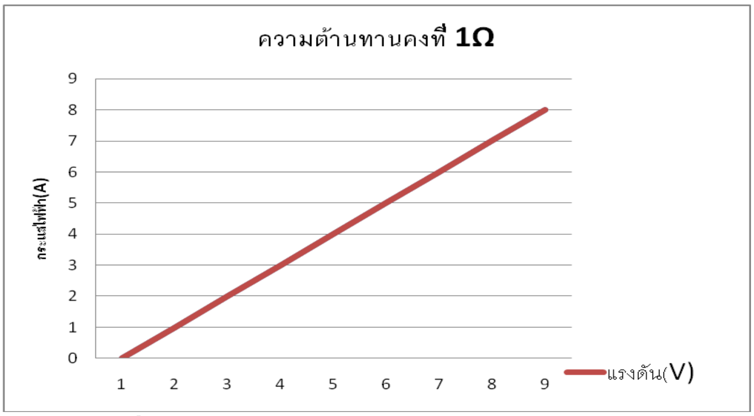
$R =$ ความต้านทานมีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

จากกฎของโอห์มอธิบายได้ว่ากระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าเพิ่มขึ้นถ้าแรงดันที่แหล่งจ่ายมีค่าเพิ่มขึ้น และในทางกลับกันถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีค่าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเมื่อค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น ความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์มอาจเขียนในรูปสามเหลี่ยม ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 สามเหลี่ยมหาค่าความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

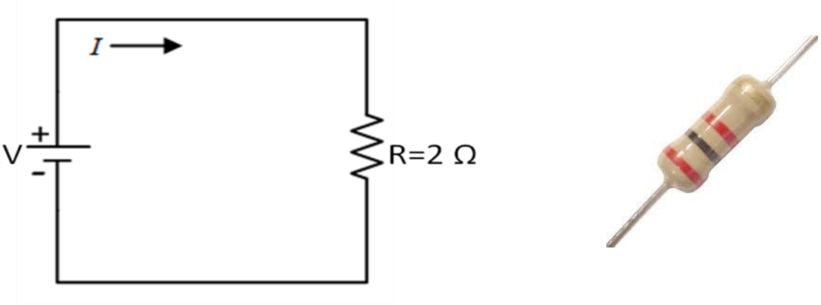
ในการหาค่าความสัมพันธ์จากรูปที่ 1.1 ถ้าต้องการทราบค่าแรงดันไฟฟ้า ทำได้โดยใช้นิ้วมือปิดที่ตัวอักษร E จะได้คำตอบคือ E เท่ากับ I คูณ R ทำนองเดียวกัน จะหาค่าความต้านทาน จะได้ R เท่ากับ I หาร E เป็นต้น



รูปที่ 1.2 กราฟความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

ความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์มเป็นแบบเชิงเส้นดังแสดงในกราฟรูปที่ 1.2 คือ ถ้าความต้านทานคงที่ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้า เป็นสัดส่วนโดยตรง กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันที่เพิ่มขึ้น

ตัวอย่างที่ 1.1 จากวงจรไฟฟ้ารูปที่ 1.3 จงใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 1.3

วิธีทำ

$$I = \frac{E}{R} \qquad = \frac{12V}{2\Omega}$$

ตอบ

$$I = 6A$$

ตัวอย่างที่ 1.2 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งมีความต้านทาน 96 Ω ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 V จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟฟ้านี้เท่าไร

วิธีทำ จากโจทย์เมื่อ $E = 220V$, $R = 200\Omega$

$$I = \frac{E}{R} \qquad = \frac{220V}{200\,\Omega}$$

$$I = 1.10\,A$$

ตอบ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าเท่ากับ 1.10 A

ตัวอย่างที่ 1.3 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งเมื่อใช้กับแรงดันไฟฟ้า 12 V จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดเท่ากับ 0.8 A จงหาค่าความต้านทานของหลอดไฟฟ้านี้

วิธีทำ จากโจทย์เมื่อ $E=12V$ และ $I=0.8A$

$$R=\frac{E}{I} \qquad =\frac{12}{0.8} \qquad R=15\Omega$$

ตอบ ความต้านทานของหลอดไฟฟ้าคือ 15 Ω

1.2 กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า(Electrical Power) หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้า
ได้ใช้ไปในเวลา 1 วินาที

เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด เช่น หม้อหุงข้าว เตารีด เครื่องซักผ้า พัดลม ฯลฯ จะมีป้ายบอกตัวเลขกำกับไว้ที่เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น พัดลม มีตัวเลขกำกับว่า 220V 100W มีความหมายดังนี้

พัดลม เครื่องนี้ ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 V

พัดลมเครื่องนี้ ใช้กำลังไฟฟ้า 100 วัตต์

หรือ หมายความว่า พัดลมเครื่องนี้ จะใช้พลังงานไฟฟ้าจำนวน 1000 J (Joule, จูล) ในเวลา 1 S(Second,วินาที)

กำลังไฟฟ้า คำนวณได้จาก พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในเวลา1วินาที

กำลังไฟฟ้า x เวลา = พลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า คำนวณได้จากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้ามีกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านมาก แสดงว่า เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้พลังงานไฟฟ้ามาก นั่นคือได้ใช้กำลังไฟฟ้ามากไปด้วย กำลังไฟฟ้า จะแปรผันตรงกับค่าของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามความสัมพันธ์จากกฎของโอห์มด้วย เมื่อสมการกำลังไฟฟ้าแสดงดังสมการที่ 2

$$P = E \times I \qquad \text{(Watt, W)} \qquad (2)$$

จากกฎของโอห์มเมื่อ $I = \frac{E}{R}$ นำค่า I ไปแทนค่าใน สมการที่ 2 จะได้

$$P = \frac{E}{R} \times E = \frac{E^2}{R}$$

ดังนั้น $$P = \frac{E^2}{R} \qquad (3)$$

จากกฎของโอห์มเมื่อ $E = I \times R$ แทนค่า E ใน สมการที่ 2 จะได้

$$P = I \times (IR) = I^2 R$$

ดังนั้น $$P = I^2 R \qquad (4)$$

ตัวอย่างที่ 1.4 จงหาขนาดกำลังไฟฟ้าเครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 220 V ใช้กระแสไฟฟ้า 3A

วิธีทำ เมื่อ $E = 220$ V และ $I = 3$A

$$P = E \times I \qquad = 220 \times 3$$

$$P = 660W$$

ตอบ กำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นเท่ากับ 660 W

ตัวอย่างที่ 1.5 จงหาค่าของกระแสไฟฟ้าของเครื่องขยายเสียงขนาด 200 W ใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาด 220 V

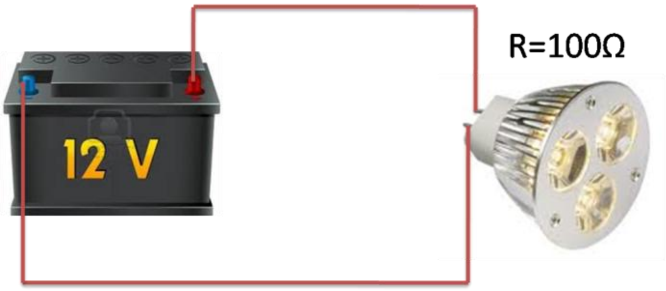
วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $P = 200W$ และ $E = 220V$

$$I = \frac{P}{E} = \frac{200}{220}$$

$$I = 0.9A$$

ตอบ เครื่องขยายเสียงใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0.9 A

ตัวอย่างที่ 1.6 จากวงจรรูปที่ 1.4 จงคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับหลอด LED



รูปที่ 1.4

วิธีทำ จากสมการกำลังไฟฟ้า

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{12^2}{100}$$

$$P = 1.44W$$

ตอบ กำลังไฟฟ้าของหลอด LED คือ 1.44 W

1.3 พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) คือพลังงานที่ใช้ไปหรือสร้างขึ้นมาใหม่จากกำลังไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออกไป โดยมีความสัมพันธ์กับเวลา มีหน่วยวัดค่าพลังงานเป็นจูล (J) พลังงานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ **W** สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\mathbf{W = Pt}$$

เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยจูล (J)

P = กำลังไฟฟ้า หน่วยวัตต์ (W)

t = เวลา หน่วยวินาที (s)

ไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกนำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน เราต้องซื้อมาจากหน่วยงานที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกจำหน่าย เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง เป็นต้น พลังงานไฟฟ้าเหล่านี้มิได้ถูกคิดออกมาเป็นหน่วยจูล (J) แต่จะคิดออกมาเป็นหน่วยกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt-hour, kWh) หรือเรียกว่า หน่วยไฟฟ้า (UNIT, ยูนิต) โดยคิดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เป็นกิโลวัตต์ (kW) คิดในเวลาเป็นชั่วโมง (h) เขียนสมการออกมาได้ดังนี้

$$W(kWh) = P(kW) \times t(h)$$

ตัวอย่างที่ 1.7 เครื่องปรับอากาศขนาด 1,100 วัตต์ เปิดใช้งานเป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าไร

วิธีทำ สูตร $W = Pt$

$P = 1{,}100\ W = 1.1 kW$

$t = 5\ h$

$W = 1{,}100\ W \times 5\ h = 5.5\ kWh$

ตอบ เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่ากับ $5.5\ kWh$

ตัวอย่างที่ 1.8 มอเตอร์ขนาด 24V ใช้กำลังไฟฟ้า 500 W จะต้องใช้มอเตอร์ตัวนี้นานเท่าใดจึงจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไป 1 ยูนิต(1kWh)

วิธีทำ

จากสูตร W = Pt เมื่อ 1ยูนิต = 1000 Wh = 1kWh

แทนค่าในสูตร t = 1000Wh/500W

t = 2 h = 2 ชั่วโมง

ตอบ มอเตอร์ตัวนี้ใช้งานนาน 2 ชั่วโมง จึงจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไป 1 ยูนิต

แบบฝึกหัด เรื่องกฎของโอห์ม

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. การหาค่าความต้านทานจากกฎของโอห์ม ข้อใดถูกต้อง

ก. R = EI ข. R = I/E

ค. R = E/I ง. R = P/E

2. กระแสไฟฟ้า 5A ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่ง ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมหลอดเท่ากับ 100V หลอดไฟฟ้าหลอดนี้ มีความต้านทานเท่าไร

ก. 20 Ω ข. 10 Ω

ค. 24 Ω ง. 100 Ω

3. ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับกฎของโอห์ม

ก. $I = \frac{E}{R}$ ข. E = IR

ค. $R = \frac{E}{I}$ ง. $E = I^2 R$

4. ข้อใดคือหน่วยของพลังงานไฟฟ้า

ก. Joule ข. Second

ค. Watt ง. Volt

5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้า

ก. P = IR ข. P = EI

ค. $P = \frac{E}{R}$ ง. $P = E^2R$

6. เครื่องปรับอากาศขนาดกำลังไฟฟ้า 2200W ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V เครื่องปรับอากาศจะใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับข้อใด

ก. 5.00A ข. 4.00A

ค. 10.00A ง. 4.54A

7. หลอดไฟฟ้าใช้กับแรงดันไฟฟ้า 110V มีความต้านทานหลอดเท่ากับ 40Ω จงหาค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดนี้

ก. 262W　　ข. 282W
ค. 302W　　ง. 312W

8. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า

ก. พลังงานไฟฟ้า คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงเวลาหนึ่ง
ข. พลังงานไฟฟ้า คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้คูณกับแรงคูณไฟฟ้า
ค. กำลังไฟฟ้า เท่ากับ พลังงานไฟฟ้าคูณเวลา
ง. กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าสะสม

9. เครื่องถ่ายเอกสารขนาด 220V ใช้กำลังฟ้า 840W เปิดใช้งานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จงหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปทั้งหมด

ก. 525 Wh　　ข. 25,200 Wh
ค. 2.52 kWh　　ง. 25.2 kWh

10. กระทะไฟฟ้า มีกำลังไฟฟ้า 1000W มีแรงดัน 220V จงหาค่าความต้านทานของกระทะไฟฟ้า

ก. 14.8 Ω　　ข. 28.4 Ω
ค. 44.0 Ω　　ง. 48.4 Ω