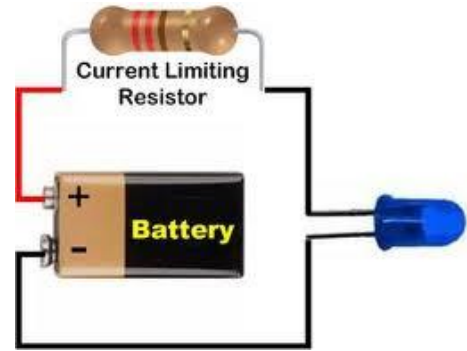


บทที่ 1

กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า



วัตถุประสงค์

- อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานในวงจรไฟฟ้า
- เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และกฎของโอห์ม
- คำนวณวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและกำลังไฟฟ้าได้ ด้วยกฎของโอห์ม

1.1 กฎของโอห์ม

จอร์จ ซิมอน โอห์ม (George Simon Ohm) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของไฟฟ้าทั้ง 3 ตัว คือ ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) แรงดันไฟฟ้า (E) และตัวต้านทาน (R) และได้สรุปค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวไว้ว่า “กระแสไฟฟ้านั้นวงจรไฟฟ้านั้น จะแปรผันตรงกับ แรงดันของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแต่จะแปรผกผันกับค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้า” ดังสมการ

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



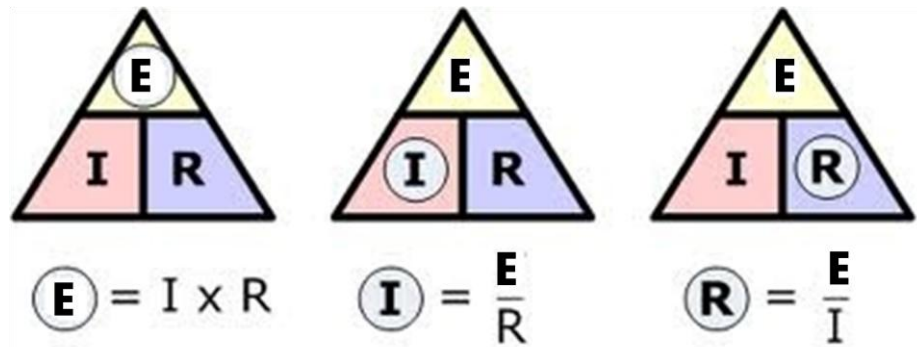
George Simon Ohm
(1789-1854)

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็น แอมป์แปร์ (A)

E = แรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R = ความต้านทานมีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

จากกฎของโอห์มอธิบายได้ว่ากระแสไฟฟ้าในวงจรจะมีค่าเพิ่มขึ้นถ้าแรงดันที่แหล่งจ่ายมีค่าเพิ่มขึ้น และในทางกลับกันถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้ามีค่าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลงเมื่อค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ามีค่ามากขึ้น ความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์มอาจเขียนในรูปสามเหลี่ยม ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 สามเหลี่ยมหาค่าความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

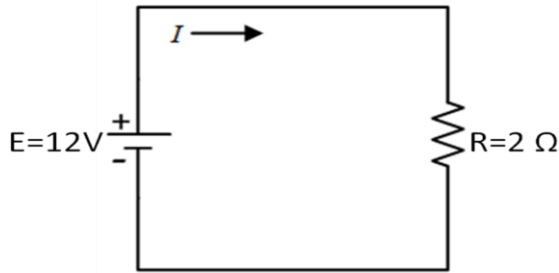
ในการหาค่าความสัมพันธ์จากรูปที่ 1.1 ถ้าต้องการทราบค่าแรงดันไฟฟ้า ทำได้โดยใช้ นิ้วมือปิดที่ตัวอักษร E จะได้คำตอบคือ E เท่ากับ I คูณ R ทำนองเดียวกัน จะหาค่าความต้านทาน จะได้ R เท่ากับ I หาร E เป็นต้น



รูปที่ 1.2 กราฟความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

ความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์มเป็นแบบเชิงเส้นดังแสดงในกราฟรูปที่ 1.2 คือ ถ้าความต้านทานคงที่ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้า เป็นสัดส่วนโดยตรง กล่าวคือ กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วน โดยตรงกับแรงดันที่เพิ่มขึ้น

ตัวอย่างที่ 1.1 จากวงจรไฟฟ้ารูปที่ 1.3 จงใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 1.3

วิธีทำ

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

ตอบ

$$I = 6A$$

ตัวอย่างที่ 1.2 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งมีความต้านทาน $96\ \Omega$ ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า $220\ V$ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟฟ้านี้เท่าไร

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

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

$$I = 1.10\ A$$

ตอบ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าเท่ากับ $1.10\ A$



ตัวอย่างที่ 1.3 หลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่งเมื่อใช้กับแรงดันไฟฟ้า $12\ V$ จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดเท่ากับ $0.8\ A$ จงหาค่าความต้านทานของหลอดไฟฟ้านี้

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

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

ตอบ ความต้านทานของหลอดไฟฟ้าคือ $15\ \Omega$

1.2 กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า(Electrical Power) หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้า
ได้ใช้ไปในเวลา 1 วินาที

เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด เช่น หม้อหุงข้าว เตารีด เครื่องซักผ้า พัดลม ฯลฯ จะมีป้ายบอก
ตัวเลขกำกับไว้ที่เครื่องใช้ไฟฟ้า 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 พลังงานไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปในเวลา 1วินาที

กำลังไฟฟ้า x เวลา = พลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า คำนวณได้จากปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้า ถ้ามีกระแส ไฟฟ้า
ไหลผ่านมาก แสดงว่า เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นใช้พลังงานไฟฟ้ามาก นั่นคือได้ใช้กำลังไฟฟ้ามาก
ไปด้วย กำลังไฟฟ้า จะแปรผันตรงกับค่าของกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะเปลี่ยนไปตามความสัมพันธ์
จากกฎของโอห์มด้วย เมื่อสมการกำลังไฟฟ้าแสดงดังสมการที่ 2

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

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

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

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

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

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

ดังนั้น
$$P = I^2 R \quad (4)$$



ตัวอย่างที่ 1.4 จงหาขนาดกำลังไฟฟ้าเครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 220 V
ใช้กระแสไฟฟ้า 3A

วิธีทำ เมื่อ $E = 220 \text{ V}$ และ $I = 3\text{A}$

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

$$P = 660\text{W}$$

ตอบ กำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นเท่ากับ 660 W

ตัวอย่างที่ 1.5 จงหาค่าของกระแสไฟฟ้าของหลอดฮาโลเจนขนาด
500 W ใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาด 220 V

วิธีทำ โจทย์กำหนดให้ $P = 500\text{W}$ และ $E = 220\text{V}$

$$I = \frac{P}{E} = \frac{500}{220}$$

$$I = 2.27\text{A}$$

ตอบ หลอดฮาโลเจนใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับ 2.27 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

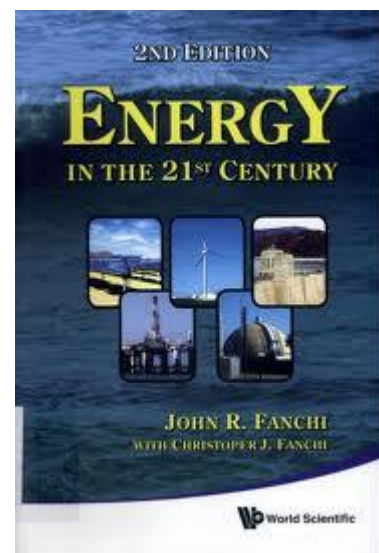
พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) คือพลังงานที่ใช้ไปหรือสร้างขึ้นใหม่จากกำลังไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออกไป โดยมีความสัมพันธ์กับเวลา มีหน่วยวัดค่าพลังงานเป็นจูล (J) พลังงานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ **W** สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$W = Pt$$

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, ยูนิท) โดยคิดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เป็นกิโลวัตต์ (kW) คิดในเวลาเป็นชั่วโมง (h) เขียนสมการออกมาได้ดังนี้

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

ตัวอย่างที่ 1.7 เครื่องปรับอากาศขนาด 1,100 วัตต์ เปิดใช้งานเป็นเวลา 5 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าไร



วิธีทำ สูตร $W = Pt$

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

$$t = 5 \text{ h}$$

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

ตอบ เครื่องปรับอากาศใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่ากับ 5.5 kWh

ตัวอย่างที่ 1.8 มอเตอร์ขนาด 24V ใช้กำลังไฟฟ้า 500 W จะต้องใช้มอเตอร์ตัวนี้นานเท่าใด จึงจะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไป 1 ยูนิท(kWh)

วิธีทำ จากสูตร $W = Pt$

แทนค่าในสูตร $t = 500 \text{ W} / 1000 \text{ kWh}$

$$t = 2 \text{ h} = 2 \text{ ชั่วโมง}$$

ตอบ จะต้องใช้มอเตอร์ตัวนี้นาน 2 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าไป 1 ยูนิท



แบบฝึกหัด เรื่องกฎของโอห์ม กำลัง และพลังงานไฟฟ้า

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. การหาค่าความต้านทานจากกฎของโอห์ม ข้อใดถูกต้อง

ก. $R = EI$

ข. $R = I/E$

ค. $R = E/I$

ง. $R = P/E$

2. กระแสไฟฟ้า 1A ไหลผ่านหลอดไฟฟ้าหลอดหนึ่ง ซึ่งมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมหลอดเท่ากับ 24V หลอดไฟฟ้าหลอดนี้ มีความต้านทานเท่าไร

ก. 6 Ω

ข. 12 Ω

ค. 24 Ω

ง. ถูกทุกข้อ

3. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกฎของโอห์ม

ก. $I = \frac{E}{R}$

ข. $E = IR$

ค. $R = \frac{E}{I}$

ง. ถูกทุกข้อ

4. ข้อใดคือหน่วยของพลังงานไฟฟ้า

ก. Joule

ข. Second

ค. Watt

ง. Volt

5. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้า

ก. $P = IR$

ข. $P = E^2R$

ค. $P = \frac{E}{R}$

ง. $P = EI$

6. เครื่องปรับอากาศขนาดกำลังไฟฟ้า 1100W ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220V เครื่องปรับอากาศจะใช้กระแสไฟฟ้าเท่ากับข้อใด

ก. 5.00A

ข. 4.45A

ค. 0.22A

ง. 4.54A



7. หลอดไฟฟ้าใช้กับแรงดันไฟฟ้า 110V มีความต้านทานหลอดเท่ากับ 40Ω จงหาค่า



กำลังไฟฟ้าของหลอดนี้

- 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 ใช้กำลังไฟฟ้า 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. $14.8\ \Omega$
- ข. $28.4\ \Omega$
- ค. $44.0\ \Omega$
- ง. $48.4\ \Omega$

