

กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า

และพลังงานไฟฟ้า

1 บทที่

1.1

ประมาณปี ค.ศ 1826 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ชื่อเกออร์ก ซิมอน โอห์ม (George Simon Ohm) พบว่า “ ปริมาณไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความยาวของสายไฟและจะแปรผันตรงกับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟ ” โดยหลักการนี้โอห์มได้พบความสัมพันธ์ระหว่าง กระแส แรงดัน และความต้านทานไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นเรียกว่า **กฎของโอห์ม (Ohm's Law)** โดยกล่าวว่า

ในวงจรไฟฟ้าใดๆ กระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า และแปรผกผันกับความต้านทาน คือ IE และ $I (1/R)$

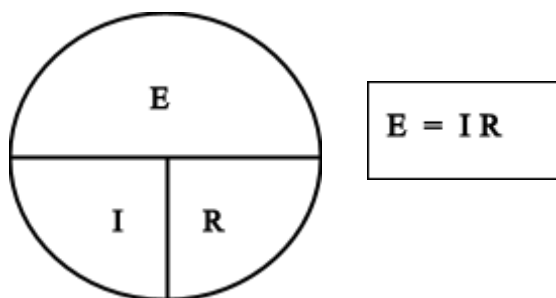


รูปที่ 1 เกออร์ก ซิมอน โอห์ม ผู้ค้นพบกฎของโอห์ม

ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดัน กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน สามารถสรุปเป็นสมการได้ดังนี้

$$I = \frac{E}{R}$$

เมื่อ E = แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)
 I = กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
 R = ความต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)



ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่ 1.2 จงหาค่าความต้านทาน เมื่อแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามีค่าเป็นดังนี้

(a) 10 V , $I = 1 \text{ A}$

(b) 20 V , $I = 2 \text{ A}$

(c) 30 V , $I = 3 \text{ A}$

วิธีทำ (a) จาก $E = IR$

$$R = E/I$$

$$= 10/1 = 10 \text{ } \Omega$$

(b) จาก $E = IR$

$$R = E/I$$

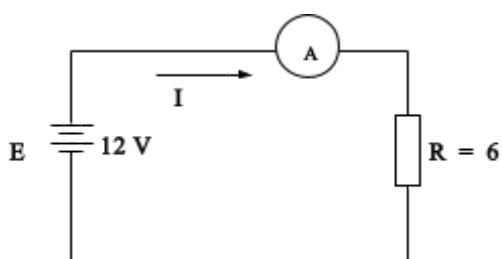
$$= 20/2 = 10 \text{ } \Omega$$

(a) จาก $E = IR$

$$R = E/I$$

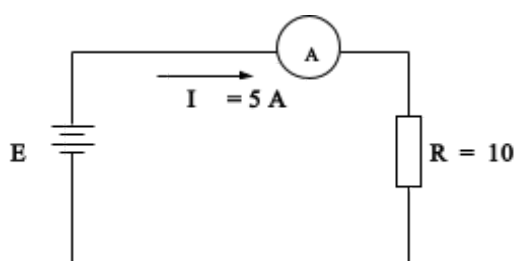
$$= 30/3 = 10 \text{ } \Omega$$

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ ให้กับวงจรไฟฟ้าวงจรถัดนี้ ซึ่งมีความต้านทาน 6 โอห์ม อยากทราบว่า จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่าไร



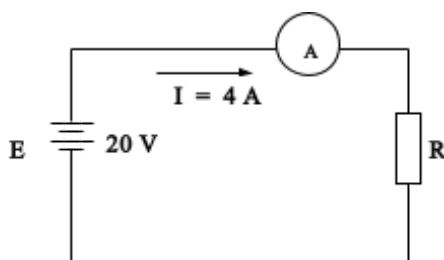
$$\begin{aligned}\text{จากกฎของโอห์ม } I &= E / R \\ I &= 12 / 6 \\ &= 2 \text{ A}\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3 จากระบบที่กำหนดให้ ถ้ามีกระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ ไหลผ่านความต้านทาน 10 โอห์ม จงคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายว่ามีค่าเท่าไร



$$\begin{aligned}\text{จากกฎของโอห์ม } E &= I R \\ &= 5 \times 10 \\ &= 50 \text{ V}\end{aligned}$$

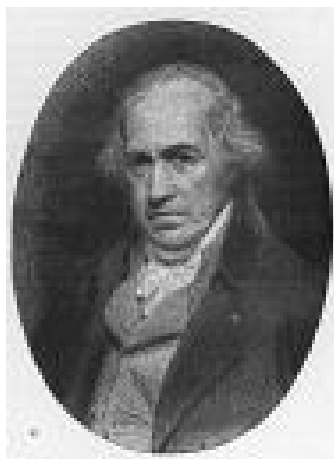
ตัวอย่างที่ 4 จงคำนวณหาความต้านทานจากระบบที่กำหนดให้



$$\begin{aligned}\text{จากกฎของโอห์ม } R &= E / I \\ &= 20 / 4 \\ &= 5 \Omega\end{aligned}$$

1.2

ผู้ค้นพบหลักการของกำลังไฟฟ้า คือเจมส์ วัตต์ (James Watt) ชาวสกอตแลนด์ โดยการทดสอบใช้ม้าที่แข็งแรงหนึ่งตัวยกของหนัก 33,000 ปอนด์ เป็นระยะทาง 1 ฟุต ในเวลา 1 นาที เรียกแรงงานนี้ว่า 1 แรงม้า (1 Horse Power) โดย 1 แรงม้ามักมีค่าเท่ากับ 746 วัตต์



กำลังไฟฟ้า คือผลคูณของแรงดันไฟฟ้าเป็นโวลต์ (V) กับกระแสไฟฟ้าเป็นแอมแปร์ (A) ค่าของกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

$$P = E \times I$$

P = กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

E = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

I = กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

และจากกฎของโอห์ม $E = IR$ เมื่อนำไปแทนในสมการกำลังไฟฟ้าจะได้ว่า

$$P = I^2 R$$

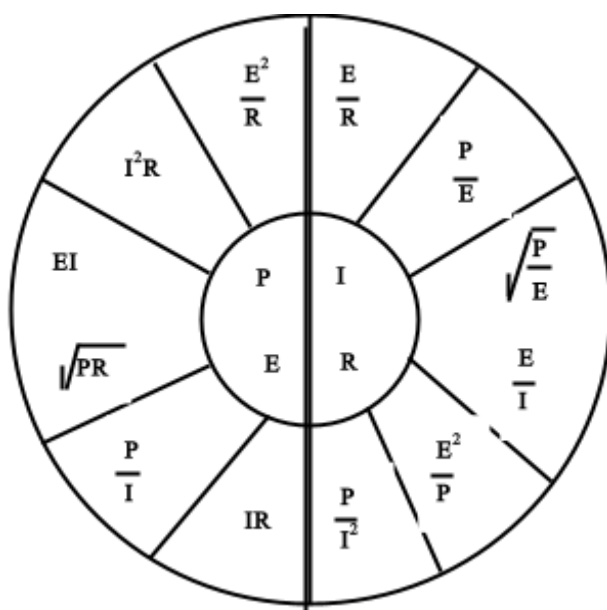
และจากกฎของโอห์ม $I = E/R$ เมื่อนำไปแทนในสมการกำลังไฟฟ้าจะได้ว่า

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

สรุป สูตรหาลำดับไฟฟ้า

$$P = EI = I^2R = E^2/R$$

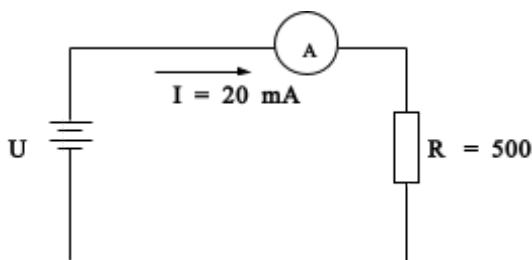
จากปริมาณไฟฟ้าทั้ง 4 คือ P, E, I, R สามารถสรุปเป็นสูตรเบื้องต้นได้ ดังนี้



การแปลงหน่วยของกำลังไฟฟ้า

1,000 วัตต์ (W)	=	1 กิโลวัตต์ (KW)
1,000,000 วัตต์ (W)	=	1 เมกกะวัตต์ (MW)
1,000 กิโลวัตต์ (KW)	=	1 เมกกะวัตต์ (MW)
1 แรงม้า (HP)	=	746 วัตต์ (W)

ตัวอย่างที่ 5 จากวงจรที่กำหนดให้ถ้ากระแสไฟฟ้า 20 มิลลแอมแปร์ ไหลผ่านตัวต้านทาน 500Ω ให้คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้น



จากสมการ $P = I^2 R$

$$I = 20 \text{ mA} = 20 / 1000 = 0.02 \text{ A}$$

$$P = (0.02)^2 \times 500 = 0.2 \text{ W}$$

ตัวอย่างที่ 6 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้น เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าและมีกระแสไฟฟ้าไหลขนาด 120 V และ 20 A ตามลำดับให้กับโหลด

จากสมการ $P = UI$

$$= 120 \times 20$$

$$= 2400 \text{ W} = 2.4 \text{ KW}$$

ตัวอย่างที่ 7 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ตัวต้านทานขนาด $10 \text{ K}\Omega$ เมื่อต่อกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 V

จากสมการ $P = U^2 / R$

$$= (12)^2 / (10 \times 10^3)$$

$$= 14.4 \times 10^{-3} = 14.4 \text{ mW}$$

1.3

ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกลกับพลังงานความร้อน คือ เจมส์ เพรสคอต จูล (James Prescott Joule) ชาวอังกฤษพบว่าพลังงานมิได้สูญหายไปไหน แต่จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่นๆซึ่งส่วนมากเป็นพลังงานความร้อน โดย 1 จูล มีค่าเท่ากับ 4.2 แคลอรี ซึ่งของจูลเป็นหน่วยวัดพลังงานไฟฟ้าด้วย คือ พลังงาน 1 จูล (J) มีค่าเท่ากับ 1 วัตต์-นาฬิกา



พลังงานไฟฟ้า (W) หมายถึง ปริมาณไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟหรือโหลดทางไฟฟ้าที่ถูกใช้ พลังงานทั้งหมด คิดในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น วัตต์ - ชั่วโมง โดยจะได้รับความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้าและเวลาดังนี้

$$W = P \times t$$

เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วย วัตต์ - วินาที (Watt - Second)

P = กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์ (W)

t = เวลา หน่วย วินาที (Second)

หน่วยและการเปลี่ยนหน่วยพลังงานไฟฟ้า

วัตต์ - วินาที คือ พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าไป 1 วัตต์ ในเวลา 1 วินาที หรือ 1 จูล (Joule)

วัตต์ - ชั่วโมง (Watt - Hour) คือ พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าไป 1 วัตต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง

กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt - Hour) คือ พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าไป 1,000 วัตต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง หรือบางทีเรียกว่า 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิต (Unit)

การคิดค่ากระแสไฟฟ้าคิดจากจำนวนหน่วยยูนิต (KW - h) จะได้

$$1 \text{ ยูนิต (Unit)} = 1 \text{ กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (KW - h)}$$

ตัวอย่างที่ 8 อาคารหลังหนึ่งใช้หลอดไฟแสงสว่างขนาด 100 วัตต์ จำนวน 20 หลอด ใช้งานนานวันละ 6 ชั่วโมง จะเสียค่าไฟฟ้าวันละเท่าใด ถ้าคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5 บาท

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } W &= P \times t \\
 &= (100 \text{ W} \times 20) \times 6 \text{ ชั่วโมง} \\
 &= 12,000 \text{ W-h} \\
 &= 12 \text{ KW-h} \\
 1 \text{ วันใช้พลังงานไฟฟ้า} &= 12 \text{ หน่วย} \\
 \text{ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 5 บาท} &= 12 \text{ หน่วย} \times 5 \\
 \text{จะเสียค่าไฟฟ้าวันละ} &= 60 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 9 ภายในบ้านหลังหนึ่งเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน 1 เดือน อยากทราบว่าเสียค่าไฟฟ้าเท่าใด กำหนดให้ 1 หน่วย = 4.50 บาท ดังมีเครื่องใช้ไฟฟ้าดังนี้

- ก. เตารีด 750 W ใช้งานวันละ 3 ชั่วโมง
- ข. ตู้เย็น 200 W ใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง
- ค. ปั๊มน้ำ 1 hp. ใช้งานวันละ 5 ชั่วโมง (1 hp. = 746 W)
- ง. กาต้มน้ำร้อน 300 W ใช้งานวันละ 30 นาที
- จ. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 750 W ใช้งานวันละ 30 นาที
- ฉ. ระบบแสงสว่าง 1,000 W ใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง

วิธีทำ

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } W &= P \times t \\
 &= (750 \times 3) + (200 \times 24) + (746 \times 5) + (300 \times 0.5) \\
 &\quad + (750 \times 0.5) + (1,000 \times 8) \\
 &= 2,250 + 4,800 + 3,730 + 150 + 375 + 8,000 \\
 &= 19,305 \text{ Wh} \\
 &= 19.305 \text{ KW.h} \\
 \text{ใน 1 เดือนจะใช้พลังงานไฟฟ้า} &= 19.305 \text{ KW.h} \times 30 \text{ วัน} \\
 &= 579.15 \text{ KW.h หรือ } 579.15 \text{ หน่วย} \\
 \text{จะเสียค่าไฟฟ้า} &= 579.15 \times 4.50 \text{ บาท} \\
 &= 2,606.175 \text{ บาท}
 \end{aligned}$$

กิจกรรมฝึกทักษะและแบบทดสอบ

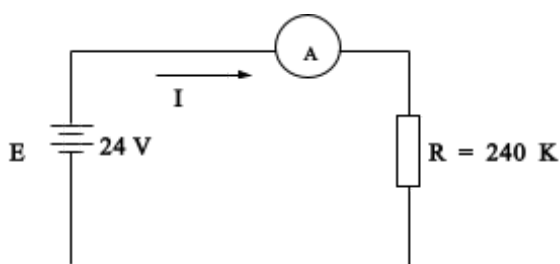
บทที่ 1 เรื่อง กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....เลขที่.....

คะแนน

ตอนที่ 1 จงแสดงวิธีทำ

1. จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร เมื่อต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 24 V และความต้านทานขนาด $240\text{ K}\Omega$ ดังรูป



.....

.....

.....

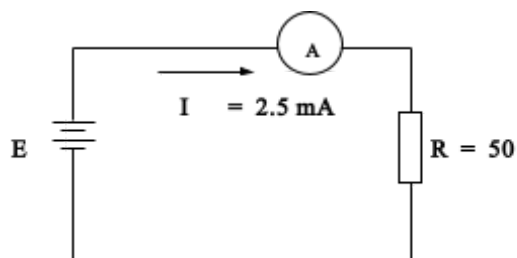
.....

.....

.....

.....

2. จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายในวงจร เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 2.5 มิลลิแอมแปร์ (mA) และความต้านทานมีขนาด $50\text{ }\Omega$ ดังรูป



.....

.....

.....

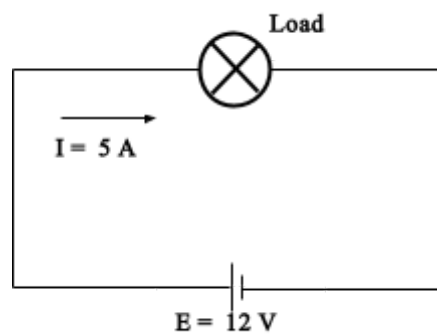
.....

.....

.....

.....

3. จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าทั้งหมดของวงจร (P_T) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่ากับ 5 A โดยต่อเข้ากับแหล่งจ่ายขนาด 12 V



.....

.....

.....

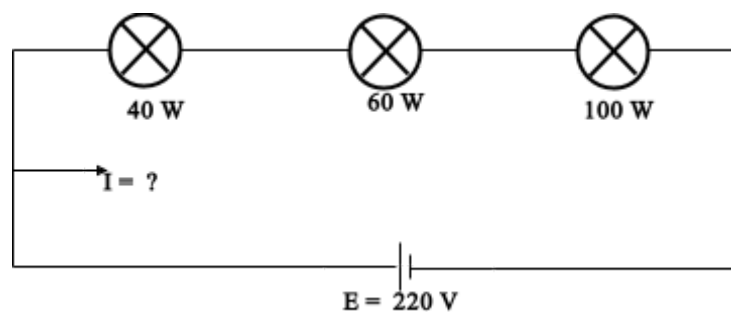
.....

.....

.....

.....

4. จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร เมื่อวงจรจ่ายแรงดัน 220 V ต่อเข้ากับหลอดไฟขนาด 40 W , 60 W , 100 W ดังรูป



[illegible]

- พัดลมเพดาน ขนาด 110 W ใช้งานวันละ 7 ชั่วโมง
- หม้อหุงข้าว ขนาด 750 W ใช้งานวันละ 30 นาที
- เตารีดไฟฟ้า ขนาด 1,600 W ใช้งานวันละ 1.30 ชั่วโมง
- โทรทัศน์สี ขนาด 150 W ใช้งานวันละ 6 ชั่วโมง
- ตู้เย็น ขนาด 250 W ใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง
- ระบบแสงสว่าง ขนาด 1,000 W ใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง
- ปั้มน้ำ 3 ตัว ตัวละ 1 hp ใช้งานวันละ 5 ชั่วโมง

อยากทราบว่า 1 เดือน บ้านหลังนี้จะเสียค่าไฟฟ้าเท่าใด หากการไฟฟ้าคิดค่าไฟฟ้ายุติละ 3.50 บาท

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school writing paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

ตอนที่ 2 จงอธิบายคำศัพท์

1. Ohm's Law

.....
.....
.....
.

2. Electrical Power

.....
.....
.....
.

3. Horse Power

.....
.....
.....
.

4. Electrical Energy

.....
.....
.....
.

5. Watt

.....
.....
.....
.

6. Kilowatt - Hour

.....

.....

.....

.

ตอนที่ 3 กิจกรรมฝึกทักษะ

1. แบ่งกลุ่มอภิปราย เรื่อง กฎของโอห์ม
2. สรุปขั้นตอนวิธีการคำนวณ