

บทที่ 14 ไฟฟ้ากระแส

14.1 กระแสไฟฟ้า (Electric Current)

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าเมื่อมีความต่างศักย์ระหว่างจุด 2 จุดในตัวนำนั้นๆ

14.1.1 กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

กระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ

ตัวนำ คือ ตัวที่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่าน

ฉนวน คือ ตัวที่ไม่ยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่าน

กระแสไฟฟ้า คือ ปริมาณประจุที่วิ่งผ่านตัวกลางในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น แอมแปร์

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t}$$

เมื่อ Q แทน ประจุไฟฟ้าทั้งหมด มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C)

q แทน ประจุไฟฟ้าของอนุภาค 1 ตัว มีหน่วยเป็นคูลอมบ์ (C) (1.6×10^{-19} C)

t แทน เวลาที่อนุภาคผ่านภาคตัดขวางมีหน่วยเป็นวินาที (s)

I แทน กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาที (C/s) หรือ แอมแปร์ (A)

N แทน จำนวนประจุ

14.1.2 กระแสไฟฟ้าในเส้นลวดตัวนำ

$$I = nevA$$

เมื่อ I แทน กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมบ์ต่อวินาที (C/s) หรือ แอมแปร์ (A)

n แทน จำนวนอิเล็กตรอนในปริมาณ 1 ลูกบาศก์เมตรหรือความหนาแน่น

e แทน ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน = 1.6×10^{-19} คูลอมบ์

v แทน ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ หน่วยเป็น เมตรต่อวินาที (m/s)

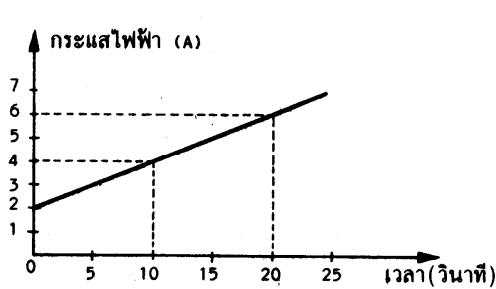
A แทน พื้นที่ภาคตัดขวางของโลหะ หน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

เมื่อนำโลหะมาต่ออนุกรมกัน (การต่ออนุกรมกันกระแสไฟฟ้าเท่ากัน)

โลหะชนิดเดียวกัน (n เท่ากัน)	โลหะต่างชนิดเดียวกัน (n ไม่เท่ากัน)
$I_1 = I_2$	$I_1 = I_2$
$n_1 e_1 v_1 A_1 = n_2 e_2 v_2 A_2$ (n, e เท่ากัน)	$n_1 e_1 v_1 A_1 = n_2 e_2 v_2 A_2$ (e เท่ากัน)
$v_1 A_1 = v_2 A_2$	$n_1 v_1 A_1 = n_2 v_2 A_2$

แบบฝึกหัด 14.1

1. ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 3 แอมแปร์ ในเวลา 5 นาที จะมีปริมาณประจุเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปเท่าใด (900 C)
2. ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 2.4 แอมแปร์ จำนวนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปในเวลา 2 นาที มีจำนวนเท่าใด (1.8×10^{21} ตัว)
3. ใน 1 m^3 ของทองแดงมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่ 5×10^{22} ตัว ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดทองแดงพื้นที่หน้าตัด 1 cm^2 ขนาด 16 แอมแปร์ จงหาความเร็วของอิเล็กตรอนในเส้นลวดนี้ (20 m/s)
4. ลวดตัวนำโลหะขนาดสม่ำเสมอมีปริมาณกระแสต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 1.0×10^{10} แอมแปร์ต่อตารางเมตร และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระเป็น 5.0×10^{28} ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จงหาขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวด (1.25 m/s)
5. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดหนึ่ง เปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังแสดงในกราฟ จงหาประจุและจำนวนอิเล็กตรอนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดในช่วงเวลาวินาทีที่ 10 ถึงวินาทีที่ 20 (50 C , 3.125×10^{20} ตัว)



แบบฝึกหัดทบทวน 14.1

1. โตรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นหนึ่งสามารถใช้งานเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ผ่าน 200 มิลลิแอมแปร์ ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านโตรศัพท์เครื่องนี้มีค่าเท่าใด
 1. 180 คูลอมป์
 2. 360 คูลอมป์
 3. 1800 คูลอมป์
 4. 3600 คูลอมป์
2. ลวดเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 4 แอมแปร์ จำนวนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปในเวลา 30 วินาที มีจำนวนเท่าใด
 1. 7.5×10^{18} ตัว
 2. 7.5×10^{19} ตัว
 3. 7.5×10^{20} ตัว
 4. 7.5×10^{22} ตัว
3. ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีกระแสไหลผ่าน 5 แอมแปร์ ในเวลา 2 นาที จะมีปริมาณประจุเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดไปเท่าใด
 1. 10 คูลอมป์
 2. 100 คูลอมป์
 3. 300 คูลอมป์
 4. 600 คูลอมป์
4. ใน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรของทองแดงมีอิเล็กตรอนอิสระอยู่ 8×10^{22} ตัว ถ้ามีกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดทองแดงพื้นที่หน้าตัด 2 ตารางเซนติเมตร ขนาด 160 แอมแปร์ จงหาความเร็วของอิเล็กตรอนในเส้นลวดนี้
 1. 1.25×10^{-4} m/s
 2. 1.25×10^{-5} m/s
 3. 1.25×10^{-6} m/s
 4. 1.25×10^{-7} m/s

5. ถ้าความหนาแน่นของพาหะของประจุไฟฟ้าในลวดทองแดง (อิเล็กตรอนอิสระ) เป็น $5.0 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$ ในลวดทองแดงพื้นที่หน้าตัด 2.0 ตารางมิลลิเมตร มีกระแสไฟฟ้าผ่าน 1.6 แอมแปร์ อัตราเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนในลวดนั้นจะเป็นเท่าใด

1. $1.0 \times 10^4 \text{ m/s}$ 2. $1.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 3. $1.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 4. $1.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

6. ลวดตัวนำโลหะขนาดสม่ำเสมอมีปริมาณกระแสต่อหน่วยพื้นที่เท่ากับ 1.6×10^6 แอมแปร์ต่อตารางเมตร และความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระเป็น 4.0×10^{22} ตัวต่อลูกบาศก์เมตร จงหาขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวด

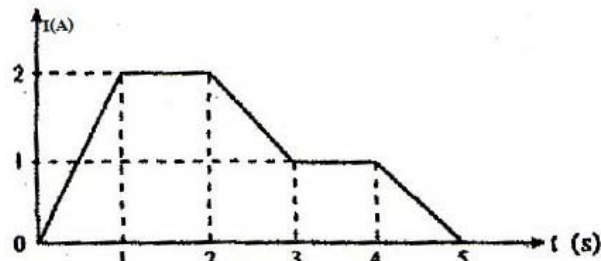
1. $2.5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 2. $2.5 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ 3. $2.5 \times 10^2 \text{ m/s}$ 4. $2.5 \times 10^4 \text{ m/s}$

7. ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลมขนาด 0.2 ตารางเซนติเมตร ความยาว 1 เมตร เมื่อต่อลวดนี้เข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจะมีประจุไฟฟ้า $9.6 \times 10^{-3} \text{ A}$ ถ้าความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนในลวดเป็น 2×10^{-4} เมตรต่อวินาที จงหาจำนวนอิเล็กตรอนอิสระในลวดเส้นนี้ทั้งหมด

1. 1.5×10^{22} ตัว 2. 4.0×10^{22} ตัว 3. 1.5×10^{25} ตัว 4. 2.0×10^{30} ตัว

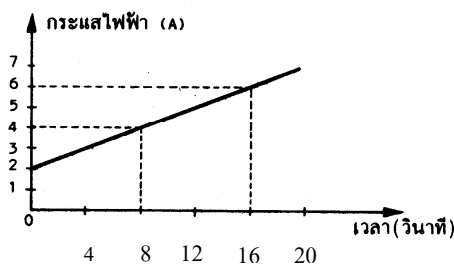
8. จากรูป เป็นกราฟแสดงไฟฟ้าที่ไหลผ่านลวดเส้นหนึ่งกับเวลา จงหาว่าเมื่อสิ้นสุดเวลา $t = 5$ วินาที จะมีประจุไฟฟ้าไหลผ่านลวดเส้นนี้กี่คูลอมบ์

1. 1.0 คูลอมบ์
2. 2.0 คูลอมบ์
3. 5.0 คูลอมบ์
4. 6.0 คูลอมบ์



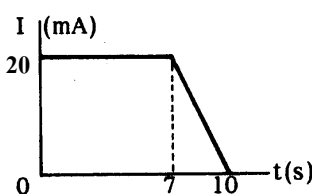
9. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเส้นลวดหนึ่งเปลี่ยนแปลงตามเวลา ดังแสดงในกราฟจงหาจำนวนอิเล็กตรอนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดหนึ่งในช่วงเวลาวินาทีที่ 8 ถึงวินาทีที่ 16

1. 2.5×10^{19} ตัว
2. 5.0×10^{19} ตัว
3. 2.5×10^{20} ตัว
4. 5.0×10^{20} ตัว



10. ในการทดลองครั้งหนึ่งสามารถเขียนกราฟระหว่างกระแสไฟฟ้า กับเวลา ดังรูป ถ้ามว่าตั้งแต่เริ่มต้นจนกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0 แอมแปร์ มีประจุเคลื่อนที่ผ่านเครื่องวัดเฉลี่ยวินาทีละกี่คูลอมบ์

1. 200 คูลอมบ์
2. 150 คูลอมบ์
3. 0.17 คูลอมบ์
4. 0.017 คูลอมบ์



14.2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์

เนื่องจากกระแสไฟฟ้าในตัวนำจะเกิดขึ้นได้ ต้องมีความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำ

14.2.1 กฎของโอห์มและความต้านทาน

กฎของโอห์ม มีใจความว่า “เมื่ออุณหภูมิคงที่ ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำหนึ่งจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น”

จะเขียนความสัมพันธ์ได้คือ $I \propto V$

$$I = KV, \quad K \text{ เป็นค่าคงตัวการแปรผัน}$$

$$\therefore \frac{V}{I} = \frac{1}{K} \quad \text{หรือ} \quad \frac{V}{I} = K$$

$$\text{ถ้าให้} \quad \frac{1}{K} = R \quad \text{จะได้} \quad \frac{V}{I} = R \quad \text{หรือ} \quad \frac{V}{I} = \frac{1}{R}$$

$$\boxed{V = IR}$$

เมื่อ V แทน ความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำ หน่วยเป็นโวลต์ (V)

I แทน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

R แทน ความต้านทานของลวดตัวนำ มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

แบบฝึกหัด 14.2.1

1. ความต่างศักย์ระหว่างปลายความต้านทานขนาด 28Ω มีค่าเท่าใด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 3 A (84 V)
2. จงหาความต่างศักย์ระหว่างปลายความต้านทานขนาด 5Ω ถ้ามีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่าน 960 คูลอมบ์ต่อวินาที (80 V)
3. จงหาความต่างศักย์ระหว่างปลายความต้านทานขนาด 10Ω ถ้ามีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่าน $1,800$ คูลอมบ์ต่อวินาที (300 V)
4. จงหาความต้านทาน เมื่อความต่างศักย์ระหว่างปลายเท่ากับ 100 โวลต์ ถ้ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 10 แอมแปร์ (10Ω)

14.2.2 สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

สภาพต้านทานไฟฟ้า (Electrical resistivity) หมายถึง ความต้านทานของสารชนิดนั้น มีความยาว 1 เมตร และพื้นที่ภาคตัดขวาง 1 ตารางเมตร มีหน่วยเป็นโอห์มเมตร (Ωm) แทนด้วยสัญลักษณ์ ρ

$$\boxed{R = \rho \frac{\ell}{A}}$$

เมื่อ R แทน ความต้านทานของตัวนำ (Ω) ρ แทน สภาพต้านทานไฟฟ้า (Ωm)

ℓ แทน ความยาวของตัวนำ (m) A แทน พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ (m^2)

เปรียบเทียบลวดโลหะ

1. เปรียบเทียบลวดต่างชนิดกัน	2. เปรียบเทียบโดยการตัดเส้นลวด
ลวดต่างชนิดกัน ($\rho_1 \neq \rho_2$) จากสูตร $R = \rho \frac{l}{A}$ สูตรเปรียบเทียบ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{A_2}{A_1}$	ลวดเส้นเดียวกัน ($\rho_1 = \rho_2$, $A_1 = A_2$) จากสูตร $R = \rho \frac{l}{A}$ สูตรเปรียบเทียบ $\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$

3. เปรียบเทียบลวดชนิดเดียวกันโดยจับยึดออก ($\rho_1 = \rho_2$)

การยึดปริมาตรไม่เปลี่ยน $V_1 = V_2$

$$A_1 l_1 = A_2 l_2$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{A_2}{A_1} \dots\dots\dots(1)$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{l_1}{l_2} \cdot \frac{A_2}{A_1} \dots\dots\dots(2)$$

สูตรเปรียบเทียบ $\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{l_1}{l_2}\right)^2 = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^4 = \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4$

ความนำไฟฟ้า (Electrical Conductance) เป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น (โอห์ม)⁻¹ หรือซีเมนส์ (Siemens) แทนด้วยสัญลักษณ์ S วัตถุที่มีความนำไฟฟ้าสูงจะมีความต้านทานต่ำ วัตถุที่มีความนำไฟฟ้าต่ำจะมีความต้านทานสูง

จะได้ $S = \frac{1}{R}$ เมื่อ S แทน ความนำไฟฟ้า, R แทน ความต้านทาน

สภาพนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) เป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น (โอห์ม.เมตร)⁻¹ หรือซีเมนส์ต่อเมตร แทนด้วยสัญลักษณ์ σ

จะได้ $\sigma = \frac{1}{\rho}$ เมื่อ ρ แทน สภาพต้านทานไฟฟ้า ($\Omega.m$)

แบบฝึกหัดที่ 14.2.2

1. ลวดเส้นหนึ่งยาว 50 เซนติเมตร มีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางมิลลิเมตร ต่ออยู่กับความต่างศักย์ 1 โวลต์ ปรากฏว่ามีกระแสไหลผ่าน 10 แอมแปร์ สภาพความต้านทานของลวดนี้ มีค่าเท่าใด (2×10^{-6} โอห์ม-เมตร)
2. ลวดทองแดงยาว 2 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร มีสภาพต้านทาน 1.6×10^6 โอห์ม-เมตร ปลายทั้งสองของลวดต่อกับความต่างศักย์ 64 โวลต์ จงหาว่าใน 16 วินาที จะมีอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านลวดทั้งหมดกี่อนุภาค (2×10^9 อนุภาค)
3. ลวดเส้นหนึ่งยาว 60 เมตร มีความต้านทาน 6 โอห์ม ถ้านำมารีดออกให้ยาว 120 เมตร สมมติเสมอ จะมีความต้านทานเท่าใด (24 โอห์ม)

4. ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางมิลลิเมตร ยาว 500 เมตร เมื่อต่อปลายทั้งสองของลวดเส้นนี้กับความต่างศักย์ 15.9 โวลต์ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวด 0.2 แอมแปร์ จงหาสภาพต้านทานของลวดนี้ (1.59×10^{-8} โอห์ม-เมตร)
5. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1.2 ตารางมิลลิเมตร ยาว 500 เมตร จะมีความต้านทานเท่าใด ให้สภาพต้านทานของทองแดง 1.8×10^{-8} โอห์ม-เมตร (7.5 โอห์ม)
6. ลวด A ยาวเท่ากับลวด B โดยมีพื้นที่หน้าตัดเป็นครึ่งหนึ่งของลวด B แต่มีความต้านทานเท่ากัน จงหาอัตราส่วนระหว่างค่าสภาพต้านทานของลวด A และลวด B (1 : 2)
7. ลวดตัวนำมีขนาดโตสม้าเสมอ ยาว 1 เมตร พื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร ถ้าลวดนี้มีความต้านทาน 500 โอห์มจะมีสภาพการนำไฟฟ้าเป็นกิโลโอห์ม-เมตรต่อเมตร (2×10^3 (โอห์ม-เมตร)⁻¹)
8. ลวดเส้นหนึ่งยาว 1.0 เมตร มีความต้านทาน 0.5 โอห์ม จงหาว่าลวดชนิดเดียวกันที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นสองเท่าของเส้นแรกจะต้องมีความยาวเท่าใด จึงจะมีความต้านทาน 1.2 โอห์ม (9.6 เมตร)
9. เส้นลวดที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม ถ้าความยาวและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นลวดเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าทั้งสองค่าแล้ว ความต้านทานของเส้นลวดจะเป็นอย่างไร ($R_1 : R_2 = 2 : 1$)
10. ลวดตัวนำขนาดสม้าเสมอเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร วัดความต้านทานได้ 0.2 โอห์ม ถ้ามีตัวนำชนิดเดียวกันแต่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าเดิมครึ่งหนึ่ง ถ้าต้องการให้มีความต้านทาน 0.8 โอห์ม ต้องใช้ลวดยาวเท่าใด (1 เมตร)

แบบฝึกหัดทบทวน 14.2.2

1. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1.2 ตารางมิลลิเมตร ยาว 500 เมตร จะมีความต้านทานเท่าใด ให้สภาพต้านทานของทองแดง 1.8×10^{-8} โอห์ม-เมตร

1. 1.5×10^{-2}	2. 7.5×10^{-2}	3. 1.5	4. 7.5
-------------------------	-------------------------	--------	--------
2. ลวด A ยาวเท่ากับลวด B โดยมีพื้นที่หน้าตัดเป็นครึ่งหนึ่งของลวด B แต่มีความต้านทานเท่ากัน จงหาอัตราส่วนระหว่างค่าสภาพต้านทานของลวด A และลวด B

1. 1 : 4	2. 1 : 2	3. 2 : 1	4. 4 : 1
----------	----------	----------	----------
3. ลวด A ยาวเป็นสองเท่าของลวด B และมีสภาพต้านทานเป็น 3 เท่าของลวด B ถ้าลวด B มีพื้นที่หน้าตัดเป็น $\frac{1}{4}$ เท่าของลวด A จงหาอัตราส่วนของความต้านทานของลวด A ต่อลวด B

1. 2 : 3	2. 3 : 4	3. 3 : 2	4. 4 : 3
----------	----------	----------	----------
4. ลวดตัวนำมีขนาดโตสม้าเสมอ ยาว 1 เมตร พื้นที่หน้าตัด 1 ตารางมิลลิเมตร ถ้าลวดนี้มีความต้านทาน 500 โอห์ม จะมีสภาพการนำไฟฟ้าเป็นกิโลโอห์ม-เมตรต่อเมตร

1. 5×10^{-4}	2. 2×10^{-4}	3. 5×10^3	4. 2×10^3
-----------------------	-----------------------	--------------------	--------------------
5. ลวดเส้นหนึ่งยาว 1.0 เมตร มีความต้านทาน 0.5 โอห์ม จงหาว่าลวดชนิดเดียวกันที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเป็นครึ่งหนึ่งของเส้นแรกจะต้องมีความยาวเท่าใด จึงจะมีความต้านทาน 1.2 โอห์ม

1. 0.4 เมตร	2. 0.6 เมตร	3. 0.8 เมตร	4. 1.2 เมตร
-------------	-------------	-------------	-------------

6. ลวดตัวนำขนาดสม่ำเสมอเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร วัตต์ความต้านทานได้ 0.2 โอห์ม ถ้ามีตัวนำชนิดเดียวกัน แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าเดิมครึ่งหนึ่ง ถ้าต้องการให้มีความต้านทาน 0.8 โอห์ม ต้องใช้ลวดยาวเท่าใด
1. 1.0 เมตร 2. 4.0 เมตร 3. 2.0 เมตร 4. 3.0 เมตร
7. ถ้านำลวดเส้นหนึ่งให้เหลือเพียงครึ่งหนึ่งของเดิม แล้วรีดลวดที่เหลือให้ยาวเท่ากับลวดเดิม ถามว่า ความต้านทานของลวดเส้นใหม่นี้เป็นเท่าไร ถ้าลวดเส้นเดิมมีความต้านทาน 10 โอห์ม
1. 10 โอห์ม 2. 30 โอห์ม 3. 20 โอห์ม 4. 40 โอห์ม
8. ลวดโลหะขนาดสม่ำเสมอยาว 50 เซนติเมตร วัตต์ความต้านทานได้ 0.4 โอห์ม ถ้าลวดถูกรีดให้เล็กลงขนาดสม่ำเสมอและมีความยาวเป็น 4 เท่าของความยาวเดิมแล้ว ความต้านทานไฟฟ้าของลวดโลหะเส้นเล็กจะมีค่าเท่าใด
1. 0.8 โอห์ม 2. 1.6 โอห์ม 3. 3.2 โอห์ม 4. 6.4 โอห์ม
9. ลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 6 โอห์ม ถูกรีดออกให้ยาวเป็น 4 เท่าของความยาวเดิม ถ้าสภาพต้านทานและความหนาแน่นของลวดนี้มีค่าคงเดิม จงหาความต้านทานใหม่ในหน่วยโอห์ม
1. 32 โอห์ม 2. 64 โอห์ม 3. 96 โอห์ม 4. 128 โอห์ม
10. (มข.50) ลวดความต้านทานเส้นหนึ่งยาว 3 เมตร มีความต้านทาน 45 โอห์ม ถ้าแบ่งลวดออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน และนำมาต่อกันแบบขนาน จะได้ความต้านทานของลวดใหม่เท่ากับเท่าไร
1. 5 โอห์ม 2. 9 โอห์ม 3. 15 โอห์ม 4. 45 โอห์ม
11. (มข.51) ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 8 โอห์ม ถ้าทำการยึดลวดตัวนำเส้นนี้ให้ยาวเป็น 2 เท่าของความยาวเดิม จงหาความต้านทานของลวดเส้นนี้หลังจากทำการยึดแล้ว
1. 4 โอห์ม 2. 8 โอห์ม 3. 16 โอห์ม 4. 32 โอห์ม
12. (มข.52) ลวดเส้นหนึ่ง มีความต้านทาน 20 โอห์ม ถ้าตัดออกเป็นสองส่วนเท่ากันแล้วนำมาต่อขนานกัน จะมีความต้านทานใหม่เป็นกี่โอห์ม
1. 5 โอห์ม 2. 10 โอห์ม 3. 20 โอห์ม 4. 40 โอห์ม
13. (มข.55) ลวดทองแดงขนาดสม่ำเสมอสองเส้น เส้นแรกมีความยาว 10 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 มิลลิเมตร และเส้นที่สองยาว 20 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.1 มิลลิเมตร จงหาว่าความต้านทานของลวดเส้นที่สองเป็นกี่เท่าของเส้นที่หนึ่ง
1. 0.64 เท่า 2. 0.36 เท่า 3. 8 เท่า 4. 16 เท่า
14. (มข.56) ลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอ มีสภาพต้านทานไฟฟ้า $2 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ มีความยาว 25 เมตร เมื่อวัตต์ความต้านทานได้ 0.2 โอห์ม ถ้านำมาดัดให้ยาวขึ้นเป็น 100 เมตร และมีพื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอ ความต้านทานใหม่มีขนาดเท่าไร
1. 0.05 โอห์ม 2. 0.2 โอห์ม 3. 0.8 โอห์ม 4. 3.2 โอห์ม
15. ลวดเส้นนี้มีความต้านทาน R เมื่อยึดลวดเส้นนี้อย่างสม่ำเสมอให้ยาวเป็นสองเท่าความยาวเดิม ลวดนี้จะมีค่าความต้านทานใหม่เป็นเท่าใด (มข.58)
1. R 2. 2R 3. 3R 4. 4R

14.2.3 ตัวต้านทาน (resistor)

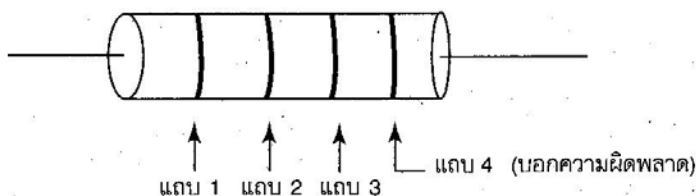
ในการออกแบบและพัฒนางจรไฟฟ้า ได้มีนักประดิษฐ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความต้านทาน เรียกว่าตัวต้านทาน เพื่อควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ในวงจรให้พอเหมาะกับการใช้งานต่าง ๆ โดยตัวต้านทานที่ใช้ในวงจรส่วนใหญ่ เป็นชนิดที่เรียกว่า ตัวต้านทานคงตัว (fixed resistor) ซึ่งมักทำมาจากฟิล์มคาร์บอน ฟิล์มโลหะ หรือฟิล์มออกไซด์ของโลหะ พันเอาไว้เป็นเกลียวและหุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าอีกชั้นหนึ่ง



รูป 14.1 สัญลักษณ์ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า

การอ่านค่าความต้านทานของตัวต้านทานคงที่

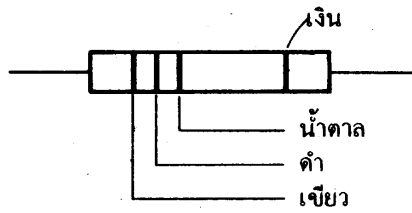
$$\text{ความต้านทาน} = [(\text{เลขแถบสีที่ 1} \text{ เลขแถบสีที่ 2}) \times 10^{\text{เลขแถบสีที่ 3}}] \pm \text{เลขแถบสีที่ 4}$$



แถบสี				แถบสี
สี	แถบ 1	แถบ 2	แถบ 3	แถบที่ 4 (บอกความผิดพลาด)
ดำ	0	0	10^0	น้ำตาล = $\pm 1\%$
น้ำตาล	1	1	10^1	แดง = $\pm 2\%$
แดง	2	2	10^2	ทอง = $\pm 5\%$
ส้ม	3	3	10^3	เงิน = $\pm 10\%$
เหลือง	4	4	10^4	ไม่มีสี = $\pm 20\%$
เขียว	5	5	10^5	สูตร ความต้านทาน = สี สี $\times 10^{\text{สี}} \pm \%$ เช่น <u>แดง เหลือง แดง ทอง</u> $= 2 \ 4 \times 10^2 \pm 5\%$ $= 2400 \pm \frac{5}{100} (2400)$ $= 2400 \pm 120 \ \Omega$
น้ำเงิน	6	6	10^6	
ม่วง	7	7	10^7	
เทา	8	8	10^8	
ขาว	9	9	10^9	
ทอง	-	-	10^{-1}	
เงิน	-	-	10^{-2}	

แบบฝึกหัดทบทวน 14.2.3

1. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาว่าตัวต้านทานมีค่ากี่โอห์ม



1. $50 \pm 5 \ \Omega$
2. $500 \pm 10 \ \Omega$
3. $500 \pm 25 \ \Omega$
4. $500 \pm 50 \ \Omega$

2. ความต้านทานตัวหนึ่งมีแถบสีดังนี้ สีแดง แดง ดำ และทอง ความต้านทานตัวนี้มีค่าเท่าไร

1. $22 \pm 5 \%$
2. $200 \pm 5 \%$
3. $220 \pm 5 \%$
4. $2000 \pm 5 \%$

3. ค่าความต้านทานบางชนิด บอกไว้ด้วยแถบสีที่คาดไว้ ตัวต้านทานที่ดีควรมีแถบอย่างไร

1. มี 4 แถบ
2. มี 3 แถบ
3. มีสีเข้ม
4. มีสีจาง

4. ตัวต้านทานที่มีขนาด $3 \text{ k}\Omega \pm 150 \text{ k}\Omega$ ต้องประกอบด้วยแถบสีใดบ้าง

1. ส้ม ดำ แดง และทอง
2. ส้ม เทา ส้ม และเงิน
3. ส้ม แดง ดำ และเงิน
4. ส้ม ดำ แดง และเงิน

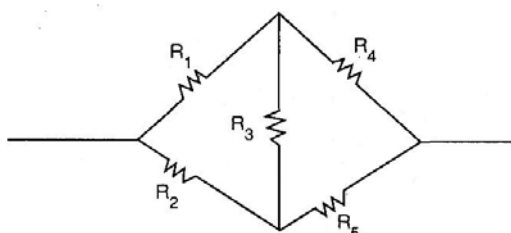
5. ความต้านทานตัวหนึ่งมีแถบสีดังนี้ สีม่วง แดง ดำ และทอง ความต้านทานตัวนี้มีค่าเท่าไร

1. $72 \pm 5 \%$
2. $720 \pm 5 \%$
3. $220 \pm 5 \%$
4. $7200 \pm 5 \%$

14.2.4 การต่อตัวต้านทาน

การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม	การต่อตัวต้านทานแบบขนาน
<ol style="list-style-type: none"> 1. $V_{\text{รวม}} = V_1 + V_2 + V_3$ 2. $I_{\text{รวม}} = I_1 = I_2 = I_3$ 3. $R_{\text{รวม}} = R_1 + R_2 + R_3$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $V_{\text{รวม}} = V_1 = V_2 = V_3$ 2. $I_{\text{รวม}} = I_1 + I_2 + I_3$ 3. $\frac{1}{R_{\text{รวม}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

การต่อตัวต้านทานแบบบริดจ์ (แบบสมดุล)



บริดจ์สมดุล จะได้ว่า

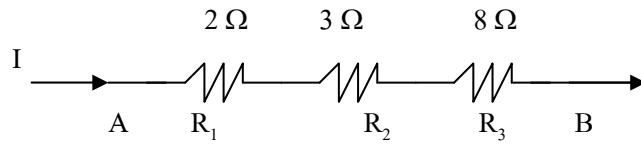
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_5}$$

ข้อสังเกต ไม่มีกระแสไหลผ่าน R_3

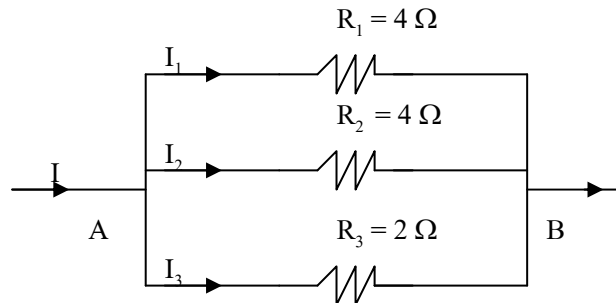
แบบฝึกหัดที่ 14.2.4

จากรูป จงหาความต้านทานรวมระหว่าง A กับ B

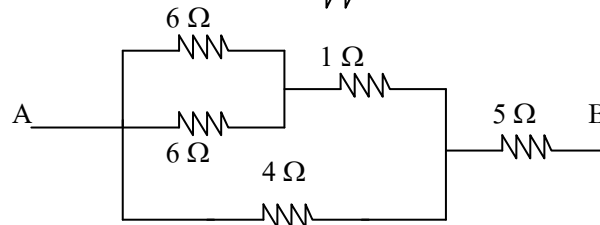
1.



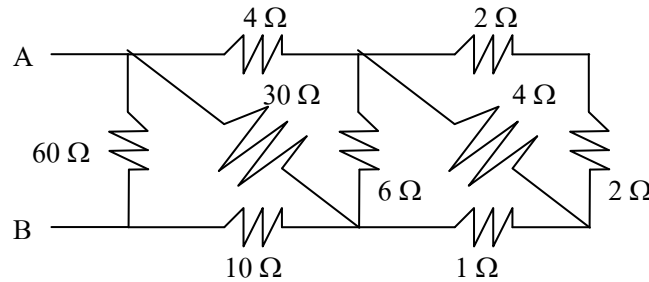
2.



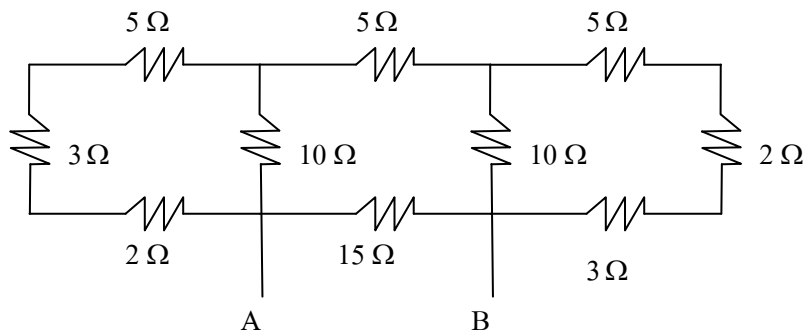
3.



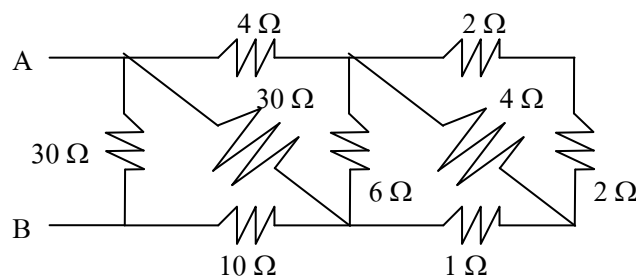
4.



5.



6.

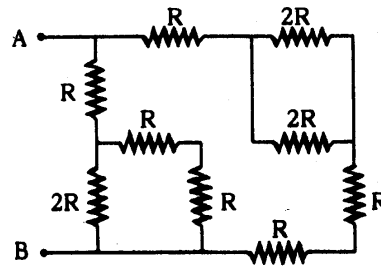


ตอบ 1. 13 Ω 2. 1 Ω 3. 7 Ω 4. 12 Ω 5. 7.5 Ω 6. 10 Ω

แบบฝึกหัดทบทวนที่ 14.2.4

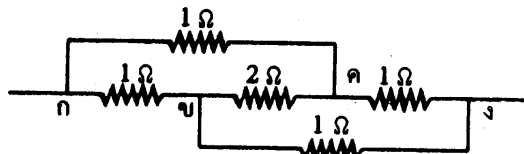
1. จากรูป ค่าความต้านทานที่วัดระหว่างจุด A กับ B จะเป็นเท่าไร ถ้า R มีค่า $\frac{3}{4} \Omega$

1. $\frac{1}{2} \Omega$
2. **1 Ω**
3. $\frac{3}{4} \Omega$
4. $\frac{4}{3} \Omega$



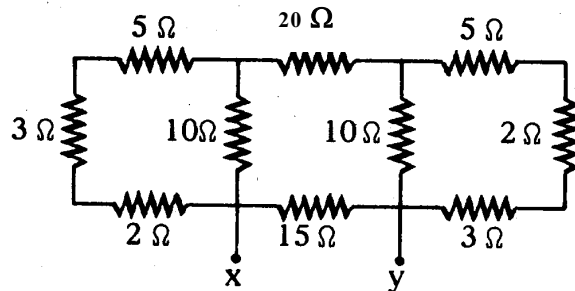
2. มีความต้านทานชุดหนึ่งต่อกันดังรูป ความต้านทานรวมระหว่างจุด ข และ ค คือ

1. **$\frac{2}{3}$ โอห์ม**
2. 1 โอห์ม
3. $\frac{3}{2}$ โอห์ม
4. 2 โอห์ม



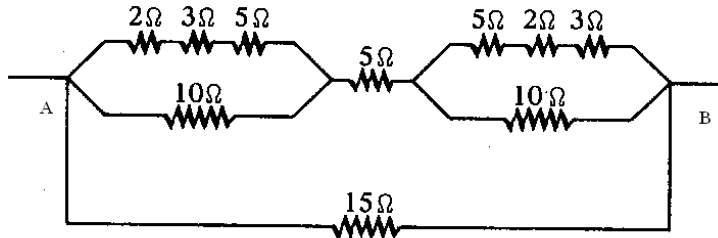
3. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง x กับ y

1. 5 โอห์ม
2. **10 โอห์ม**
3. 15 โอห์ม
4. 30 โอห์ม



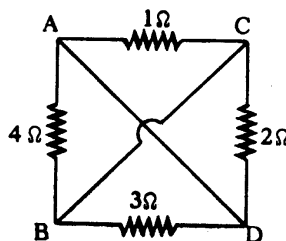
4. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง A กับ B

1. **7.5 โอห์ม**
2. 10 โอห์ม
3. 12 โอห์ม
4. 15 โอห์ม

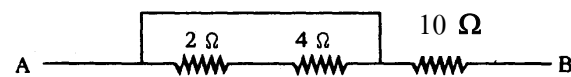


5. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง A กับ B

1. **0.48 โอห์ม**
2. 1.48 โอห์ม
3. 5 โอห์ม
4. 10 โอห์ม



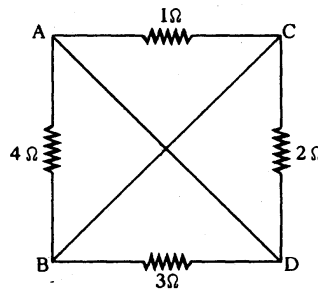
6. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง A กับ B



1. 8 โอห์ม
2. 6 โอห์ม
3. **10 โอห์ม**
4. 12 โอห์ม

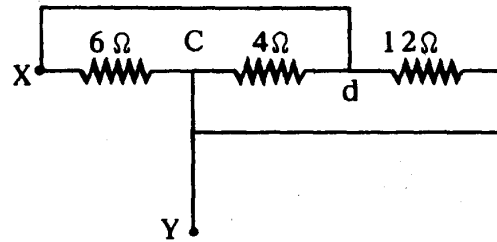
7. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง A กับ B

1. 0 โอห์ม
2. 6 โอห์ม
3. 9 โอห์ม
4. 10 โอห์ม



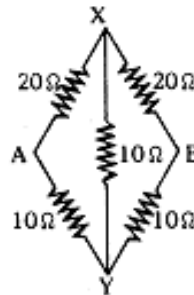
8. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง x กับ y

1. 0 โอห์ม
2. 2 โอห์ม
3. 10 โอห์ม
4. 12 โอห์ม



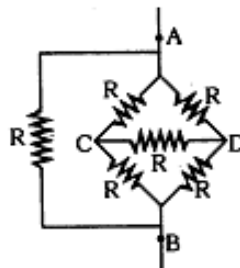
9. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง A กับ B

1. 10.5 โอห์ม
2. 12.4 โอห์ม
3. 13.3 โอห์ม
4. 14.2 โอห์ม



10. จากรูป จงหาความต้านทานระหว่าง A กับ B

1. 0.5R โอห์ม
2. 1R โอห์ม
3. 2R โอห์ม
4. 4R โอห์ม



14.3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์

แรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive Force หรือ emf) ใช้สัญลักษณ์คือ “ E ” หมายถึงแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ที่จะดันให้กระแสไฟฟ้าได้ครบวงจร มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

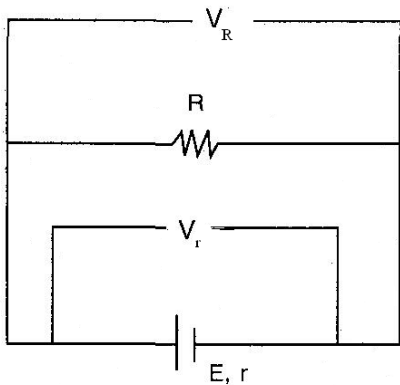
แรงเคลื่อนไฟฟ้า = ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ + ความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวต้านทานภายใน

$$E = V_R + V_r$$

$$E = IR + Ir$$

$$E = I(R + r)$$

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



กำหนดให้

E แทน แรงเคลื่อนไฟฟ้า (V)

R แทน ความต้านทานภายนอก (Ω)

r แทน ความต้านทานภายใน (Ω)

I แทน กระแสไฟฟ้า (A)

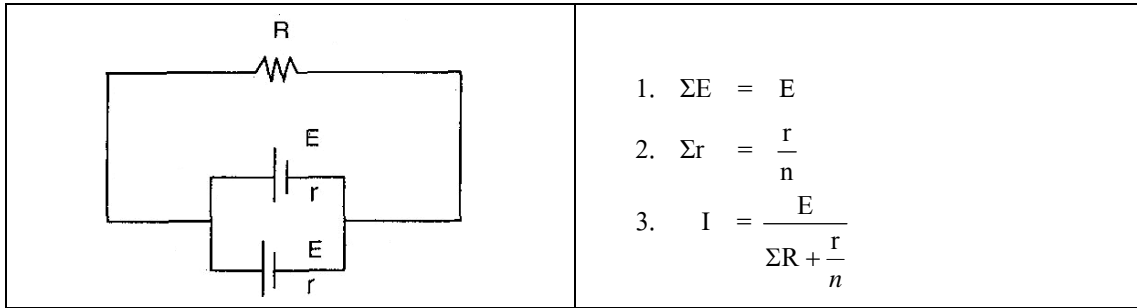
V_R แทน ความต่างศักย์ภายนอกเซลล์ (V)

V_r แทน ความต่างศักย์ภายในเซลล์ (V)

การต่อแบตเตอรี่ (การต่อเซลล์ไฟฟ้า)

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมตามกัน	การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมขัดกัน
<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Sigma E = E_1 + E_2$ 2. $\Sigma r = r_1 + r_2$ 3. $I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R + \Sigma r}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Sigma E = E_1 - E_2$ 2. $\Sigma r = r_1 + r_2$ 3. $I = \frac{\Sigma E}{\Sigma R + \Sigma r}$

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน



การต่อเซลล์เพื่อให้ได้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรมากที่สุดเมื่อ

1. $XY = n$
2. $\frac{R}{X} = \frac{r}{Y}$
3. นำค่า X และ Y ที่ได้จาก 1 และ 2 มาแทนในสูตร

$$I = \frac{E}{\frac{R}{X} + \frac{r}{Y}}$$

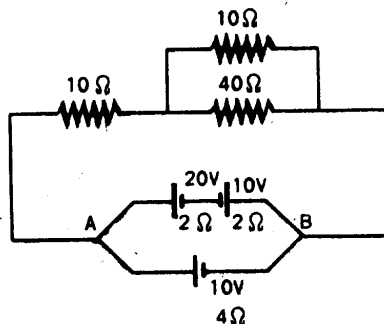
เมื่อ X แทน จำนวนเซลล์ใน 1 แถวที่ต่อแบบอนุกรม (หลัก)

Y แทน จำนวนที่ต่อแบบขนาน (แถว)

ข้อควรจำ E และ r แทน ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเพียงเซลล์เดียว

แบบฝึกหัดที่ 14.3

1. เซลล์ไฟฟ้า 4 เซลล์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 1.5 โวลต์ และความต้านทานภายในเซลล์ละ 0.5 โอห์ม นำเซลล์ทั้งหมดไปต่อกับความต้านทานภายนอก 28 โอห์ม จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร เมื่อ
 1. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (0.2 A)
 2. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน (0.053 A)
2. เซลล์ไฟฟ้าแรงเคลื่อนไฟฟ้า 4 โวลต์ ความต้านทานภายใน 2 โอห์ม จำนวน 12 เซลล์ เมื่อนำไปต่อกับความต้านทานภายนอก 6 โอห์ม จะกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมากที่สุดเท่าใด (2 A)
3. เซลล์ไฟฟ้าทั้งหมด 16 เซลล์ มีความต้านทานภายใน 6 โอห์ม และมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเซลล์ละ 12 โวลต์ จะต้องต่อเซลล์ไฟฟ้าอย่างไร เมื่อนำไปต่อกับหลอดไฟฟ้าจำนวน 10 หลอด มีความต้านทานหลอดละ 240 โอห์ม และต่อขนานกันอยู่ จึงจะมีความสว่างของหลอดมากที่สุด (2 A)
4. วงจรไฟฟ้าตามรูปความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุด B มีกี่โวลต์ (9 V)



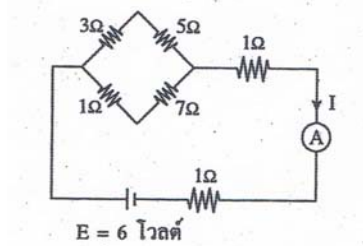
แบบฝึกหัดทบทวน 14.3

1. ถ่านไฟฟ้าฉาย 6 ก้อนมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าก้อนละ 1.5 โวลต์ ความต้านทานภายในก้อนละ 1 โอห์ม นำมาต่อแบบผสมสองแถว ๆ ละ 3 ก้อน เป็นแบตเตอรี่ชุดหนึ่ง แล้วต่อเป็นวงจรด้วยหลอดไฟฟ้าที่มีความต้านทาน 6 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟมากที่สุดเท่าไร

1. 0.45 แอมแปร์ 2. **0.60 แอมแปร์** 3. 0.75 แอมแปร์ 4. 1.00 แอมแปร์

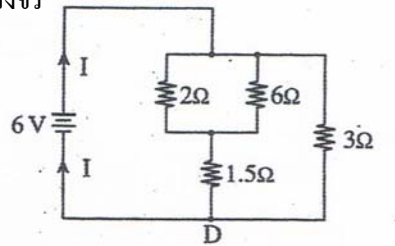
2. จากรูป จงหากระแสไฟฟ้า I ที่ผ่านแอมมิเตอร์ A ในวงจร

1. 0.3 A
2. 0.5 A
3. **1.0 A**
4. 1.5 A



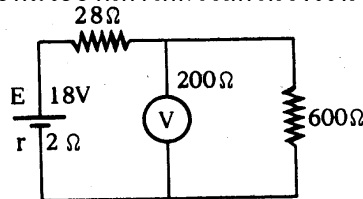
3. จากรูป จงหากระแสไฟฟ้า I ในวงจร

1. 0.6 A
2. 2.0 A
3. 2.4 A
4. **4.0 A**



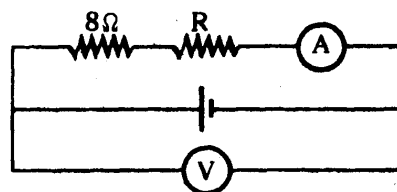
4. โวลต์มิเตอร์มีความต้านทาน 200 โอห์มจะอ่านค่าได้กี่โวลต์ในวงจรนี้

1. 5 โวลต์
2. 10 โวลต์
3. **15 โวลต์**
4. 20 โวลต์



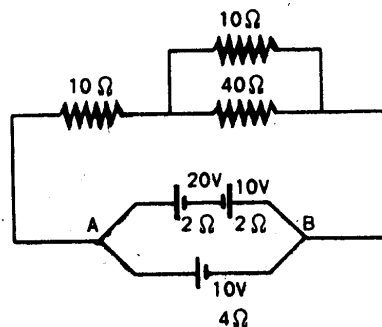
5. จากวงจรดังรูป V อ่าน 10 V A อ่าน 0.5 A จงหาว่า R มีค่าเท่าไร เมื่อ V ไม่กินกระแสไฟและ A ไม่มีความต้านทาน

1. 4 Ω 2. 10 Ω
3. **12 Ω** 4. 14 Ω



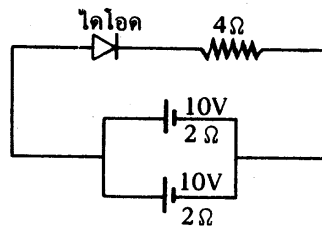
6. วงจรไฟฟ้าตามรูปความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด A กับจุด B มีค่าเท่าไร

1. 2 โวลต์
2. 4 โวลต์
3. 6 โวลต์
4. **9 โวลต์**



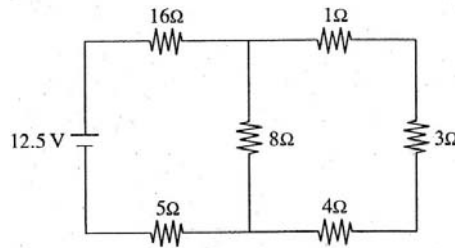
7. จากวงจรไฟฟ้า จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเซลล์ 10 โวลต์

1. 0 แอมแปร์
2. 0.5 แอมแปร์
3. 1 แอมแปร์
4. 2 แอมแปร์



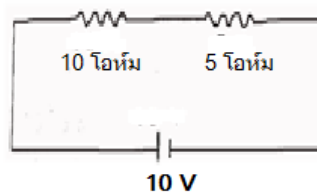
8. ตามวงจรดังรูป ค่าความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทาน 4 โอห์ม มีค่าเท่าไร

1. 0.5 โวลต์
2. 1.0 โวลต์
3. 1.5 โวลต์
4. 2.0 โวลต์



9. (มข.50) ต่อดังรูป จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทาน 5 โอห์ม กี่แอมแปร์

1. 0.67 แอมแปร์
2. 1.0 แอมแปร์
3. 1.5 แอมแปร์
4. 2.0 แอมแปร์

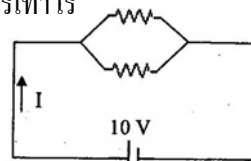


10. (มข.51) เซลล์แสงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์โดยตรง ถ้าเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละเซลล์มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเท่ากับ 0.5 โวลต์ และมีความต้านทานภายในน้อยมาก หากต้องการนำเซลล์แสงอาทิตย์นี้ไปใช้เป็นแหล่งกำเนิดของมอเตอร์ขนาด 6.0 โวลต์ จะต้องใช้เซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดกี่เซลล์และต่อกันอย่างไร

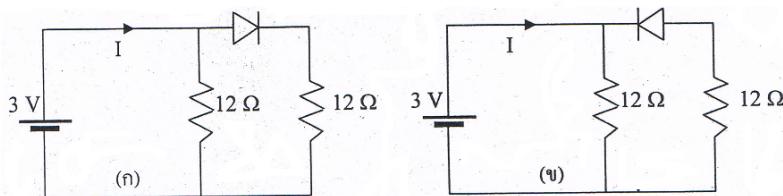
- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. 6 เซลล์ ต่อแบบอนุกรม | 2. 6 เซลล์ ต่อแบบขนาน |
| 3. 12 เซลล์ ต่อแบบอนุกรม | 4. 12 เซลล์ ต่อแบบขนาน |

11. (มข.52) นำตัวต้านทานสองตัวที่มีความต้านทานเท่ากันขนาด 1 กิโลโอห์ม มาต่อขนานกัน และนำไปต่อเข้ากับแบตเตอรี่ 10 โวลต์ ดังรูป จะมีกระแส I ไหลในวงจรเท่าไร

1. 0.01 แอมแปร์
2. 0.02 แอมแปร์
3. 1.0 แอมแปร์
4. 2.0 แอมแปร์



12. (มข.53) จากวงจรไฟฟ้าดังรูป ข้อใดเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง



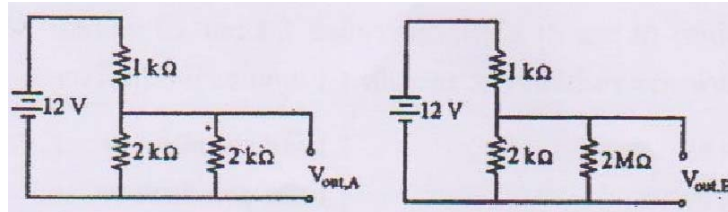
1. กระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรทั้งสองมีค่าเท่ากัน
2. กระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรตามรูป (ก) มีค่ามากกว่ารูป (ข)
3. กระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรตามรูป (ก) มีค่าน้อยกว่ารูป (ข)
4. กระแสไฟฟ้า (I) ในวงจรตามรูป (ข) มีค่าเป็นศูนย์

11. (มข.54) ต่อความต้านทาน 8 โอห์มเข้ากับแบตเตอรี่ 6 โวลต์แล้ววัดกระแสที่ไหลผ่านในวงจรได้ 0.6 แอมแปร์ จงหาค่าความต้านทานภายในของแบตเตอรี่

1. 0.2 Ω 2. 0.8 Ω 3. 2.0 Ω 4. 8.0 Ω

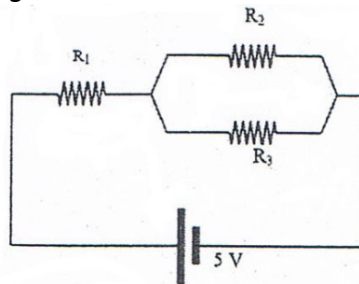
12. (มข.55) จากรูป จงหาผลต่างระหว่างความต่างศักย์ $V_{out,B} - V_{out,A}$

1. 6 โวลต์
2. 8 โวลต์
3. 4 โวลต์
4. 2 โวลต์



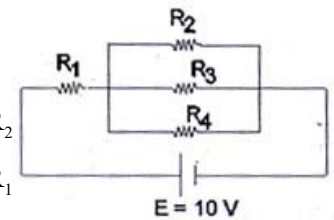
13. จากวงจรไฟฟ้าดังรูป เมื่อ $R_1 = R_2 = R_3$ จงหาความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทาน R_3 (มข.57)

1. 3 โวลต์
2. 4 โวลต์
3. 6 โวลต์
4. 2 โวลต์



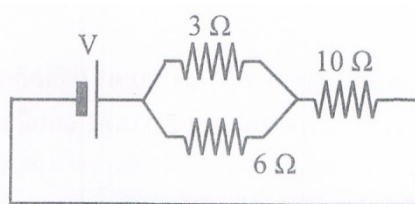
14. ต่อวงจรไฟฟ้าดังรูป นักเรียนคนหนึ่งวัดความต่างศักย์ที่คร่อมตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ได้ 8 โวลต์ และ 2 โวลต์ ตามลำดับ และเขาวัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_2, R_3, R_4 ได้กระแสเท่ากัน ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง (มข.58)

1. ความต้านทานรวมมีค่าเท่ากับ $5/3$ เท่าของความต้านทาน R_3
2. ตัวต้านทาน R_1 มีความต้านทานเท่ากับ 4 เท่าของความต้านทาน R_2
3. ตัวต้านทาน R_3 มีความต้านทานเท่ากับ 3 เท่าของความต้านทาน R_1
4. ตัวต้านทาน R_1 มีความต้านทานเท่ากับ $3/4$ เท่าของความต้านทาน R_2



15. จากวงจรดังรูป ถ้ากระแสไหลผ่านตัวต้านทานขนาด 3 โอห์ม เท่ากับ 0.2 แอมแปร์ จงหาความต่างศักย์ V ของแหล่งจ่ายไฟ (มข.60)

1. 0.3 โวลต์
2. 1.2 โวลต์
3. 1.9 โวลต์
4. 3.6 โวลต์



14.4 พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

จากสูตรไฟฟ้าสถิต งานไฟฟ้า $W = QV$ (1)

จากสูตรกระแสไฟฟ้าในตัวนำ $Q = It$ (2)

แทน (2) ใน (1) จะได้ $W = ItV$ (3)

แทนค่า $V = IR$ และ $I = \frac{V}{R}$ ในสูตร (3) จะได้

งานไฟฟ้า $W = ItV = I^2Rt = \frac{V^2t}{R}$

กำลังไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยเวลา

กำลังไฟฟ้า $P = \frac{W}{t} = IV = I^2R = \frac{V^2}{R}$

กำหนดให้ I แทน กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) W แทน งานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นจูล (J)

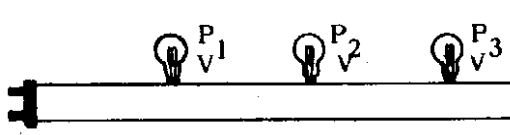
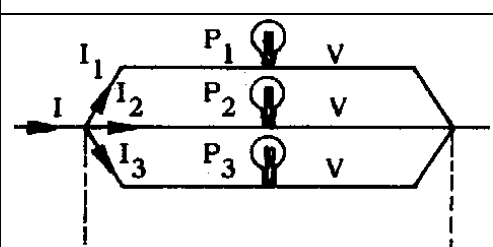
R แทน ความต้านทาน มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω) t แทน เวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

V แทน ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V) P แทน กำลัง มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

เมื่อพลังงานจากไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน จะได้ว่า

$W = \Delta Q$
 $W = mc\Delta T$

การต่อหลอดไฟ

การต่อหลอดไฟแบบอนุกรม	การต่อหลอดไฟแบบขนาน
	
<ol style="list-style-type: none"> 1. $R_{รวม} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$ 2. $\frac{V^2}{P_{รวม}} = \frac{V^2}{P_1} + \frac{V^2}{P_2} + \frac{V^2}{P_3}$ 3. $\frac{1}{P_{รวม}} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} + \frac{1}{P_3}$ เมื่อ V เท่ากัน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $I_{รวม} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$ 2. $\frac{P_{รวม}}{V} = \frac{P_1}{V} + \frac{P_2}{V} + \frac{P_3}{V}$ 3. $P_{รวม} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots$ เมื่อ V เท่ากัน

แบบฝึกหัด 14.4

1. หลอดไฟขนาด 60 W 220 V เมื่อนำไปใช้กับไฟในบ้าน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟเป็นเท่าไร
2. กำลังของมอเตอร์เครื่องหนึ่ง ซึ่งมีกระแสไหลเข้า 3 A เมื่อต่อกับแหล่งจ่ายไฟขนาด 120 V จะมีค่าเท่าไร (360 W)
3. หม้อหุงข้าวใบหนึ่งเขียนติดด้านข้างไว้ว่า 220 V 660 W แสดงว่าหม้อหุงข้าวใบนี้ใช้กระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่าไร (3 A)
4. หลอดไฟขนาด 220 V 0.5 A เมื่อใช้นาน 20 นาที จะสิ้นพลังงานเท่าใด (132,000 J)
5. เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง เมื่อใช้กับไฟฟ้า 220 V กินกระแส 2 A ถ้านำไปใช้กับความต่างศักย์ 110 V จะใช้กระแสไฟฟ้าใด
6. หลอดไฟขนาด 220 V , 40 W จำนวน 10 หลอด ถูกนำมาต่อกันแล้วต่อเข้ากับบ้าน จงหาค่ากำลังไฟฟารวม เมื่อ 1. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งหมดแบบอนุกรม 2. ต่อหลอดไฟฟ้าทั้งหมดแบบขนาน
7. จงหาว่าต้องให้ความร้อนด้วยกำลังเฉลี่ยกี่วัตต์ จึงจะทำให้โลหะมวล 2 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 30 องศาเซลเซียส ในเวลา 5 นาที กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของโลหะนั้นเท่ากับ 400 จูลต่อกิโลกรัม.เคลวิน

แบบฝึกหัดทบทวนที่ 14.4

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งกำลังทำงานด้วยอัตรา 88 กิโลวัตต์ ส่งกำลังไฟฟ้าผ่านสายไฟซึ่งมีความต้านทาน 0.5 โอห์ม เป็นเวลา 5 วินาที ที่ความต่างศักย์ 22,000 โวลต์ จงหาค่าพลังงานที่สูญเสียไปในรูปความร้อนภายในสายไฟ
 1. 8 จูล
 2. 20 จูล
 3. 40 จูล
 4. 80 จูล
2. หลอดไฟขนาด 80 วัตต์ ถูกนำมาใช้งานด้วยความต่างศักย์ 220 โวลต์ เป็นเวลานานครึ่งชั่วโมง จงคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนและแสง
 1. 2.4 กิโลจูล
 2. 4.8 กิโลจูล
 3. 17.6 กิโลจูล
 4. 144 กิโลจูล
3. จงหาว่าต้องให้ความร้อนด้วยกำลังเฉลี่ยกี่วัตต์ จึงจะทำให้โลหะมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 60 องศาเซลเซียส ในเวลา 5 นาที กำหนดให้ความจุความร้อนจำเพาะของโลหะนั้นเท่ากับ 400 จูลต่อกิโลกรัม.เคลวิน
 1. 8 วัตต์
 2. 20 วัตต์
 3. 40 วัตต์
 4. 80 วัตต์
4. ต่อตัวต้านทาน 10 โอห์ม กับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ แล้วจุ่มตัวต้านทานในแคโรอริมิเตอร์ที่บรรจุน้ำ 48 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะใช้เวลากี่วินาที อุณหภูมิของน้ำจึงจะเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส (ถ้าแคโรอริมิเตอร์มีความจุความร้อนน้อยมาก ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.2 จูล/กรัม.เคลวิน)
 1. 8 วินาที
 2. 28 วินาที
 3. 48 วินาที
 4. 80 วินาที
5. หลอดไฟหลอดแรกมีความต้านทาน 4 โอห์ม ต่อกับแบตเตอรี่ 12 โวลต์ หลอดที่สองมีความต้านทาน 5 โอห์ม ต่อกับแบตเตอรี่ 15 โวลต์ กำลังไฟฟ้าที่หลอดทั้งสองใช้ต่างกันเท่าใด
 1. 3 W
 2. 9 W
 3. 11 W
 4. 22 W

