

4. डडड 10²⁰ डुव

डडडडड डडड 1 डक $I = \frac{Q}{t}$
 डडडडड डडडडड $Q = It = 3.2 (5) = 16$ डुकडडड

डडड 2 डुडडडडडडडडडडडडडडड

डक $Q = ne$
 $n = \frac{Q}{e}$
 $= \frac{16}{1.6 \times 10^{-19}}$

$n = 10^{20}$ डुव

⊗ ⊗

5. डडड 8.01 डडडडडड

डडडडड डडड 1 डकडडडडड $A = 3 \text{ mm}^2 = 3 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2 = 3 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
 $N = 6 \times 10^{28}$ डुकडडड
 $V = 0.28 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

डक $I = NeVA$
 $= (6 \times 10^{28}) (1.6 \times 10^{-19}) (0.28 \times 10^{-3}) (3 \times 10^{-6})$

$I = 8.01$ डडडडडड

⊗ ⊗

6. डडड डुड 1.

डडडडड डडड डडडडडडडडडडडडडडडड $= \frac{I}{A} = 1.0 \times 10^6$

डक $I = Ne v A$

डडडडड $\frac{I}{A} = Ne v$

$(1 \times 10^6) = (5 \times 10^{28}) (1.6 \times 10^{-19}) v$

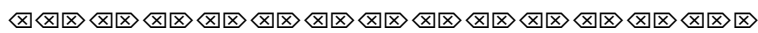
डडडडड **$v = 1.25 \times 10^{-4} \text{ m/s}$**

डडडडड डडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडडड $1.25 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

⊗ ⊗

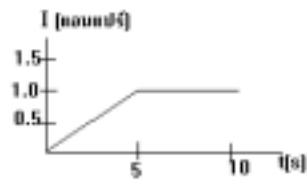
7. อดบ ใ้อ 3.

วิธีทำ โจทยบออก $A = 1 \text{ mm}^2 = 3 \times (10^{-3})^2 \text{ m}^2 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
 $t = 4 \text{ วินาที}$
 $V = 0.02 \times 10^{-2} \text{ m/s}$
 จาก $I = NeVA$ และ $I = \frac{Q}{t}$
 จะได $\frac{Q}{t} = NeVA$
 $Q = NeVA t$
 $= (1 \times 10^{29}) (1.6 \times 10^{-19}) (0.02 \times 10^{-2}) (1 \times 10^{-6}) (4)$
 $Q = 12.8 \text{ คูลอมบ์}$

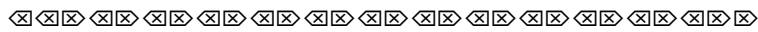


8. อดบ ใ้อ 3.

วิธีทำ

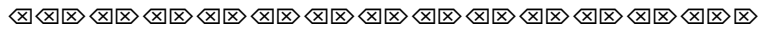


จาก $Q = \text{พื้นที่ใต้กราฟ } I \& t$
 $= \frac{1}{2} (\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน})(\text{สูง})$
 $= \frac{1}{2} (10 + 5) (1)$
 $Q = 7.5 \text{ คูลอมบ์}$



9. อดบ 100 โวลต์

วิธีทำ จากโจทย $I = 1 \text{ mA} = 1 \times 10^{-3} \text{ A}$
 $R = 1 \text{ M}\Omega = 1 \times 10^6 \Omega$
 จาก $V = IR$
 $= (1 \times 10^{-3}) (1 \times 10^6)$
 $V = 1000 \text{ โวลต์}$



10. อดบ ใ้อ ง.

วิธีทำ ตอน ที่ 1 จาก $V = IR$

จาก $R = \frac{\rho L}{A}$

$1.6 \times 10^{-8} = \rho \frac{1}{1}$

$\rho = 1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$

☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒

14. ตอบ ข้อ 1.

วิธีทำ จากรูปจะเห็นว่า $L = x$

$A = YZ$

จาก $R = \rho \frac{L}{A} = \frac{\rho x}{YZ}$

☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒

15. ตอบ ข้อ ค.

วิธีทำ จาก $R = \rho \frac{L}{A}$

จะได้ $AR = \rho L$

เส้นแรก $A_1R = 3\rho L \rightarrow \text{①}$

เส้นที่ 2 $A_2R = \rho L \rightarrow \text{②}$

เอา ① ÷ ② $\frac{A_1R}{A_2R} = \frac{3\rho L}{\rho L}$

จะได้ **$\frac{A_1}{A_2} = \frac{3}{1}$**

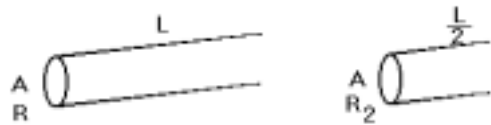
☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒ ☒☒☒☒

16. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ เนื้อโลหะชนิดเดิมย่อมต้องมีสภาพต้านทานไฟฟ้า ρ เท่าเดิมเสมอ แม้ถูกตัดให้สั้นลงก็ตาม เพราะ ρ เป็นค่าคงที่

จาก $R = \rho \frac{L}{A}$

จะได้ $AR = \rho L$

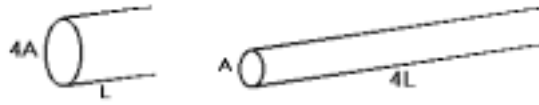


ตอนแรก $AR = \rho L$

ตอนหลัง $AR_2 = \rho \frac{L}{2}$

21. ตอบ 96 โอห์ม

วิธีทำ เมื่อลวดถูกรีดให้ยาวออก 4 เท่า ขนาดพื้นที่หน้าตัดจะเล็กลง 4 เท่าด้วย



จาก $R = \rho \frac{L}{A}$

จะได้ $AR = \rho L$

ตอนแรก $(4A) 6 = \rho L \rightarrow \text{①}$

ตอนหลัง $AR_2 = \rho(4L) \rightarrow \text{②}$

เอา ① ÷ ② $\frac{(4A) 6}{AR_2} = \frac{\rho L}{\rho 4L}$

$$\frac{(4)6}{R_2} = \frac{1}{4}$$

$96 = R_2$

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

22. ตอบ

วิธีทำ ก. $R_{รวม} = 2 + 3 = 5 \Omega$

ข. เนื่องจาก $I_1 = I_2 = I_{รวม} = 5$ แอมแปร์

ค. จาก $V_1 = I_1 R_1 = (5)(2) = 10$ โวลต์

$$V_2 = I_2 R_2 = (5)(3) = 15 \text{ โวลต์}$$

ง. จาก $V_{รวม} = V_1 + V_2 = 10 + 15 = 25$ โวลต์

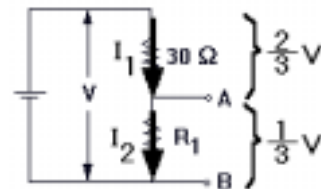
หรือ $V_{รวม} = I_{รวม} R_{รวม} = (5)(5) = 25$ โวลต์

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

23. ตอบ 15 โอห์ม

วิธีทำ เพราะ $V_{รวม} = V_1 + V_2$

$$V = \frac{1}{3}V + \frac{2}{3}V$$



3x = 36

x = 12

I1 = x = 12 A

I2 = 18 - x = 18 - 12 = 6 A

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

25. ตอบ 2 A , 1.5 A

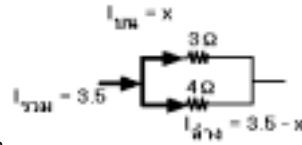
วิธีทำ จาก

Vบน = Vล่าง

Iบน Rล่าง = Iล่าง Rล่าง

x (3) = (3.5 - x)(4)

x = 2



ดังนั้น กระแสที่ผ่านความต้านทาน 3Ω = x = 2

และ กระแสที่ผ่านความต้านทาน 4Ω = 3.5 - x = 3.5 - 2 = 1.5

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

26. ตอบ 13 แอมแปร์

วิธีทำ หาคความต่างศักย์ที่ปลาย ความต้านทาน 3 Ω

จาก V = IR = (4)(3) = 12

หา R รวมทั้งหมด จาก

1/Rรวม = 1/2 + 1/3 + 1/4 = (6+4+3)/12 = 13/12

Rรวม = 12/13

หากระแสรวม เนื่องจากต่อแบบขนาน ดังนั้น Vรวม = Vที่3Ω = 12 โวลต์

จาก Vรวม = Iรวม Rรวม

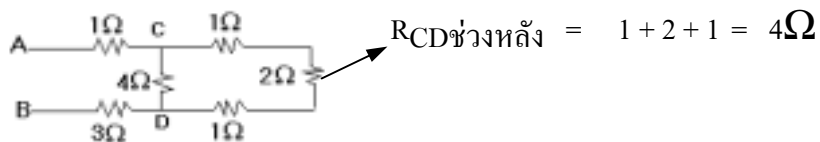
12 = Iรวม (12/13)

Iรวม = 13 แอมแปร์

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

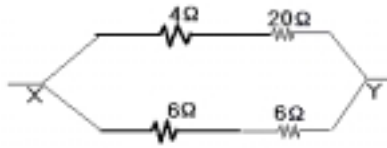
27. ตอบ 6

วิธีทำ



พิจารณา ช่วง XY สายบน

$$R_{XY\text{สายบน}} = 4 + 20 = 24 \Omega$$



พิจารณา ช่วง XY สายล่าง

$$R_{XY\text{สายล่าง}} = 6 + 6 = 12 \Omega$$

ดังนั้น หา $R_{XY\text{รวม}}$ $\frac{1}{R_{XY}} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} = \frac{3}{24}$

$$R_{XY} = 8 \Omega$$

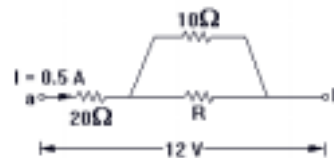
⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

30. ตอบ ข้อ ค.

วิธีทำ หา $R_{\text{รวม}}$ ของ 10Ω และ R ซึ่งต่อกันแบบขนาน จะได้

$$R_{\text{รวม}} = \frac{10R}{10+R}$$

ดังนั้น $R_{\text{รวมทั้งหมด}} = 20 + \frac{10R}{R+10}$



จาก $V_{\text{รวม}} = I_{\text{รวม}} R_{\text{รวม}}$

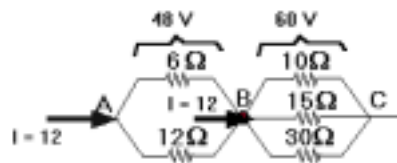
$$12 = 0.5(20 + \frac{10R}{R+10})$$

$$R = 6.67 \Omega$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

31. ตอบ ข้อ 1.

วิธีทำ



ตอน 1 คัดช่วง AB

$$R_{AB} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{AB} = \frac{(12)(6)}{12+6}$$

$$R_{AB} = 4$$

จาก $V_{รวม} = I_{รวม} R_{รวม}$
 $48 = I_{รวม} (4)$

$I_{รวม} = 12$

กระแสรวมที่เข้าวงจรหน้า = 12

กระแสรวมที่เข้าวงจรหลัง = 12

ตอน 2 คัดช่วง BC

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{R_{BC}} = \frac{3+2+1}{30}$$

$R_{BC} = 5 \Omega$

จาก $V_{รวม} = I_{รวม} R_{รวม}$

$$V_{รวม} = (12)(5)$$

$V_{รวม} = 60$

การต่อขนาน ความต่างศักย์เท่ากัน ดังนั้น $V_{บน} = V_{รวม} = 60$ โวลต์

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

32. ตอบ

วิธีทำ

ก) จาก $E = I(R+r)$

จะได้ $I = \frac{E}{R+r} = \frac{2}{8+2} = 0.2 \text{ A}$

ข) ความต่างศักย์ที่ขั้วเซลล์ = $V_{ภายนอก}$

จาก $V_{นอก} = IR_{นอก} = 0.2(8) = 1.6$ โวลต์

ค) จาก $V_{ใน} = Ir_{ใน} = 0.2(2) = 0.4$ โวลต์

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

33. ตอบ ข้อ ค.

วิธีทำ

จาก $E = I(R+r)$

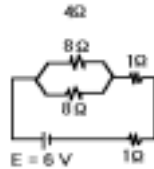
$$50 = 4.5 (10 + r)$$

$$11.1 = 10 + r$$

$r = 1.1 \Omega$

34. डुडु डुडु 3.

वुडुडु डुडु 1



$$R_{रुडुडु} = \frac{8(8)}{8+8} = 4 \Omega$$

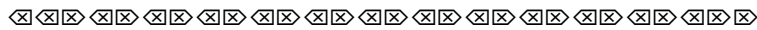
$$R_{रुडुडुडुडुडुडुडुडुडुडु} = 4 + 1 + 1 = 6 \Omega$$

डुडु 2 डुडुडुडुडुडुडुडुडुडु

कक $E = I(R + r)$

कडुडुडु $I = \frac{E}{R+r}$
 $= \frac{6}{6+0}$

$I = 1$ डुडुडुडुडुडुडुडुडुडु



35. डुडुडु डु. 16.2 V डु. 12 V

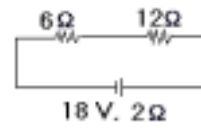
वुडुडुडु डु) $R_{रुडुडु} = 6 + 12 = 18 \Omega$

कक $V = IR$ डुडुडु $I = \frac{E}{R+r}$

$$V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$$

$$= \left(\frac{18}{18+2}\right)18$$

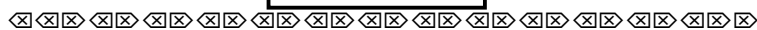
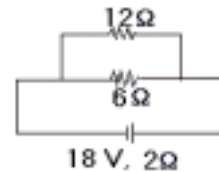
$V = 16.2$ डुडुडुडुडुडुडुडुडुडु



डु) $R_{रुडुडु} = \left(\frac{6(12)}{6+12}\right) = 4 \Omega$

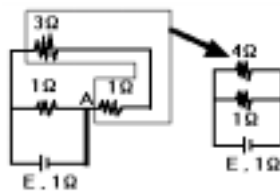
कक $V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$
 $= \left(\frac{18}{4+2}\right)4$

$V = 12$ डुडुडुडुडुडुडुडुडुडु



36. डुडुडु डुडु डु.

वुडुडुडु डुडुडुडुडुडुडुडुडुडु डु



$$R_{रुडुडु} = \frac{1(4)}{1+4} = 0.8$$

कक $I = \frac{E}{R+r}$
 $= \frac{E}{0.8+1}$

$I = \frac{E}{1.8}$

$$V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$$

$$1.5 = \left(\frac{1.55}{10+r}\right)10$$

$r = 0.33$

สตุคทลย ใส้ R = 2

จภภ

$$V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$$

$$x = \left(\frac{1.55}{2+0.33}\right)2$$

$x = 1.33 \text{ โวลลตุ้$

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗

42. ทอภ ใส้ 3.

วลลลทล ข้ันแรก

$$E_{รวม} = 20 + 30 = 50 \text{ V}$$

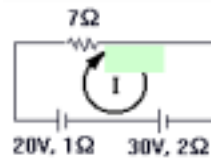
$$r_{รวม} = 1 + 2 = 3 \text{ } \Omega$$

$$R = 7 \text{ } \Omega$$

จภภ $I = \frac{E}{R+r} = \frac{10}{7+3} = 1 \text{ A}$

มลลลคตามขลลลนาฟลภภ

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗



43. ทอภ ใส้ ค.

วลลลทล ข้ันแรก

$$E_{รวม} = 20 - 10 = 10 \text{ V}$$

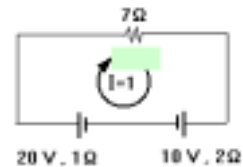
$$r_{รวม} = 1 + 2 = 3 \text{ } \Omega$$

$$R = 7 \text{ } \Omega$$

จภภ $I = \frac{E}{R+r} = \frac{10}{7+3} = 1 \text{ A}$

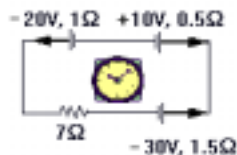
มลลลคตามขลลลนาฟลภภ

⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗



44. ทอภ 4 A

วลลลทล



$$E_{รวม} = -30 + 10 - 20 = -40 \text{ V}$$

นั่นคือ แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่า 40 โวลต์ เครื่องหมายลบ แสดงว่ามีทิศทางวนเข็มนาฬิกา

$$r_{รวม} = 1.5 + 0.5 + 1 = 3 \Omega$$

$$\text{จาก } I = \frac{E}{R+r} = \frac{40}{7+3} = 4 \text{ A}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

45. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ ขั้นแรก

$$E_{รวม} = 12 - 2 - 4 = 6 \text{ โวลต์}$$

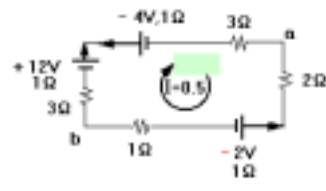
$$r_{รวม} = 1 + 1 + 1 = 3 \Omega$$

$$R_{รวม} = 1 + 2 + 3 + 3 = 9 \Omega$$

$$\text{จาก } I = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{9+3} = 0.5 \text{ แอมแปร์}$$

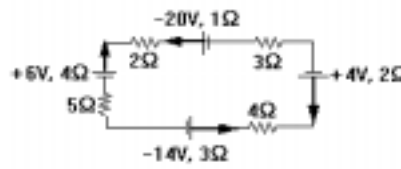
มีทิศตามเข็มนาฬิกา

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗



46. ตอบ 1 A

วิธีทำ



$$E_{รวม} = -14 + 4 - 20 + 6 = -24$$

นั่นคือ แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่า 24 โวลต์ เครื่องหมายลบ แสดงว่ามีทิศทางวนเข็มนาฬิกา

$$r_{รวม} = 3 + 2 + 1 + 4 = 10 \Omega$$

$$R_{รวม} = 4 + 3 + 2 + 5 = 14 \Omega$$

$$\text{จาก } I = \frac{E}{R+r} = \frac{24}{14+10} = 1 \text{ A}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

47. ตอบ

วิธีทำ ขั้นแรก

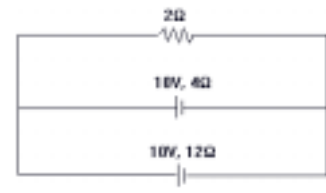
$$E_{รวม} = 10 \text{ โวลต์}$$

$$r_{รวม} = \frac{4 \times 12}{4 + 12} = 3$$

$$R = 2 \Omega$$

$$\text{จาก } I = \frac{E}{R+r} = \frac{10}{2+3} = 2 \text{ แอมแปร์}$$

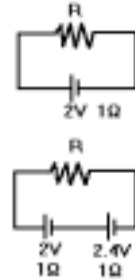
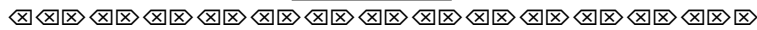
⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗



48. อดบ อดอ ข.

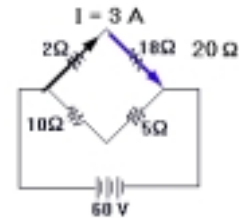
วิธีทำ จาก $I = \frac{E}{R+r}$
 จะได้ $E = I \cdot (R + r)$
 ตอนแรก $2 = I \cdot (R + r) \rightarrow \textcircled{1}$
 ตอนหลัง $2 = I \cdot (R + r) \rightarrow \textcircled{2}$
 เอา $\textcircled{1} \div \textcircled{2}$ $\frac{2}{4.4} = \frac{I(R+1)}{2I(R+2)}$
 $4(R+2) = 4.4(R+1)$
 $4R + 8 = 4.4R + 4.4$

R = 9



49. อดบ 3 แอมแปร์

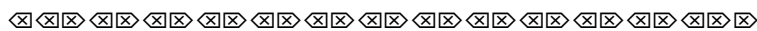
วิธีทำ เมื่อ ความต้านทานภายในเป็น 0 จะได้ว่า
 ความต่างศักย์ภายนอก (V) = แรงแเคลื่อนไฟฟ้ (E)
 = 60 โวลต์



เนื่องจากตัวต้านทานรวมสายบน ต่อขนานกับสายล่าง
 ดังนั้น ความต่างศักย์บน = ความต่างศักย์รวม = 60 V

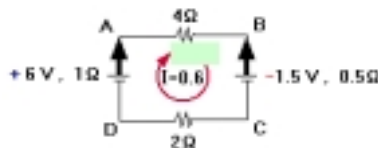
ต่อไปคิดเฉพาะสายบนเท่านั้น

จาก $I = \frac{V}{R} = \frac{60}{20} = 3$ แอมแปร์
 แสดงว่า กระแสไหลขึ้นไปผ่าน $18 \Omega = 3A$



50. อดบ อดอ ก.

วิธีทำ



$E_{รวม} = 6 - 1.5 = 4.5$ โวลต์
 $r_{รวม} = 1 + 0.5 = 1.5 \Omega$
 $r_{รวม} = 4 + 2 = 6 \Omega$

56. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ ขั้นแรก

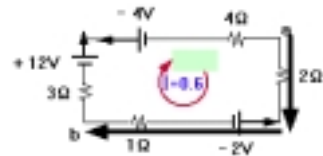
$$E_{รวม} = 12 - 2 - 4 = 6 \text{ โวลต์}$$

$$r_{รวม} = 0 \Omega$$

$$r_{รวม} = 1 + 2 + 3 + 4 = 10 \Omega$$

$$\text{จาก } I = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{10+0} = 0.6 \text{ แอมแปร์}$$

มีทิศตามเข็มนาฬิกา



ต่อไป จะหา V_{ab} ต้องคิดตามแนวกระแสไฟฟ้า คือคิดตามแนว ab ดังรูป

$$\text{จาก } V_{ab} = \sum I R - \sum E$$

$$V_{ab} = [0.6(2) + 0.6(1)] - (-2)$$

$$V_{ab} = 3.8 \text{ โวลต์}$$

E เป็นลบเพราะมีทิศสวนกระแส I

⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗

57. ตอบ กระแสผ่านลวด $6 \Omega = 1$ แอมแปร์

กระแสผ่านลวด $2 \Omega = 2$ แอมแปร์

กระแสผ่านลวด $4 \Omega = 2 - 1 = 1$ แอมแปร์

วิธีทำ คิดวงบนจากจุด B ถึงจุด B

$$\text{จาก } \sum E = \sum I R$$

$$20 - 18 = x(1) + x(6) + (x-y)(1) + (x+y)(4)$$

$$12x - 5y = 2 \rightarrow \textcircled{1}$$

คิดวงบนจากจุด A ถึงจุด A

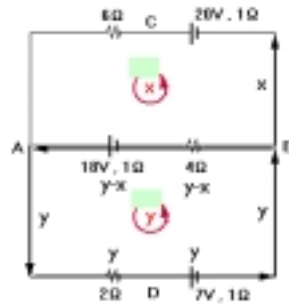
$$\text{จาก } \sum E = \sum I R$$

$$-7 + 18 = y(2) + y(1) + (y-x)(4) + (y-x)(1)$$

$$8y - 5x = 11 \rightarrow \textcircled{2}$$

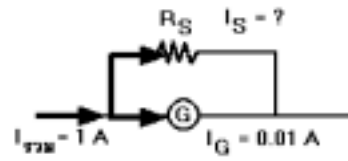
เมื่อแก้สมการทั้งสองจะได้ $x = 1$, $y = 2$

กระแสผ่านลวด $6 \Omega = x = 1$ แอมแปร์



ตอน 2 เมื่อนำแกลวานอมิเตอร์ ไปทำเป็นแอมป์มิเตอร์ต้องนำช่วงต่อขานานเพิ่มเติม
 ดังรูป

จากรูปจะได้ว่า $I_{\text{รวม}} = I_S + I_G$
 $1 = I_S + 0.01$



$I_S = 0.99 \text{ แอมแปร์}$

นั่นคือ กระแสไหลผ่านช่วงต่อมีค่า 0.99 แอมแปร์
 ⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

61. ตอบ ข้อ ง.

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

62. ตอบ 900 Ω

วิธีทำ จากโจทย์

$R_g = 1000 \Omega$
 $I_g = 100 \times 10^{-6} \text{ A}$
 $V_{\text{รวม}} = 1 \text{ โวลต์}$

จาก

$V_{\text{รวม}} = I_g (R_m + R_g)$
 $(100 \times 10^{-6}) (R_m + 1000)$

$R_m = 9000 \Omega$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

63. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ จากโจทย์

$R_g = 0.2 \Omega$
 $I_g = 50 \times 10^{-3} \text{ A}$
 $V_{\text{รวม}} = 100 \times 10^{-3} \text{ โวลต์}$

จาก

$V_{\text{รวม}} = I_g (R_m + R_g)$
 $100 \times 10^{-3} = (50 \times 10^{-3}) (R_m + 0.2)$

$R_m = 1.8 \Omega$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

67. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ จาก $P = \frac{W}{t}$
 $W = P t$
 $= 80 (1800 \text{ วินาที})$
 $= 144 \times 10^3 \text{ J}$
W = 144 kJ

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

68. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ จาก $P = \frac{V^2}{R}$
 $P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{12^2}{4} = 36$
 $P_2 = \frac{V_2^2}{R_2} = \frac{15^2}{5} = 45$
 ดังนั้น $\Delta P = 45 - 36 = 9 \text{ วัตต์}$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

69. ตอบ 2.25 บาท

วิธีทำ จากโจทย์ $P = 3000 \text{ วัตต์}$; $t = 15 \text{ นาที} = \frac{15}{60} \text{ ชั่วโมง}$
 ราคาต่อหน่วย = 3 บาท

จาก ค่าไฟฟ้า = $(\frac{P}{1000}) t$ (ราคาต่อหน่วย)
 $= (\frac{3000}{1000}) \frac{15}{60} (3)$

ค่าไฟฟ้า = 2.25 บาท

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

70. ตอบ 2.10 บาท

วิธีทำ จาก ค่าไฟฟ้า = $(\frac{P}{1000}) t$ (ราคาต่อหน่วย)
 ค่าไฟของนาย ก = $\frac{150}{1000} \times 3 \times 2 = 0.90 \text{ บาท}$
 ค่าไฟของนาย ข = $\frac{150}{1000} \times 10 \times 2 = 3.00 \text{ บาท}$
 นั่นคือ นาย ก ประหยัดค่าไฟมากกว่านาย ข = $3.00 - 0.90 = 2.10 \text{ บาท}$

71. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ

$$P_{รวม} = 1200 + 900 + 600 = 2700 \text{ วัตต์}$$

จาก $P = IV$

จะได้ $I = \frac{P}{V} = \frac{2700}{220} = 12.27 \text{ A}$

⊗ ⊗

72. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ เนื่องจากตม้นำปริมาณเดียวกันให้เดือด จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากัน

ดังนั้น $W_A = W_B$

จะได้ $\frac{V^2}{R} t_A = \frac{V^2}{R} t_B$ เพราะ $W = \frac{V^2}{R} t$

$$\frac{t_A}{R_A} = \frac{t_B}{R_B} \text{ (เพราะว่า } V \text{ เท่ากัน)}$$

$$\frac{4 \text{ นาที}}{0.64} = \frac{3 \text{ นาที}}{R_B}$$

$R_B = 0.48 \ \Omega$

ดังนั้น ความต้านทานของขดลวด B มีค่าเป็น 0.48 โอห์ม

⊗ ⊗

73. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ

จาก $P = I^2 R$ และ $R = \rho \frac{L}{A}$

จะได้ $P = I^2 \rho \frac{L}{A}$

$$48 \times 10^{-3} = I^2 \rho \left(\frac{2}{10^{-6}}\right)$$

$\rho = 2.4 \times 10^{-8} \ \Omega.m$

⊗ ⊗

74. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ

ตอน 1

จาก $P = \frac{V^2}{R}$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{100}$$

ตอน 2

V ลดลงเหลือ 200 โวลต์ แต่ความต้านทาน (R) จะคงที่เท่าเดิม

จาก $P = \frac{V^2}{R} = \frac{200^2}{220^2/100} = 83 \text{ วัตต์}$

75. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ จากโจทย์ $P = 88 \text{ kw} = 88000 \text{ w} ; V = 22000$
 $R = 0.5 \Omega \quad t = 5 \text{ วินาที}$

จาก $w = I^2 Rt$ และ $P = IV$
 $w = \left(\frac{P}{V}\right)^2 Rt$ $I = \frac{P}{V}$
 $= \left(\frac{88000}{22000}\right)^2 (0.5)(5)$
W = 40 จูล

หมายเหตุ ข้อนี้ไม่อาจหาพลังงานจากสูตร

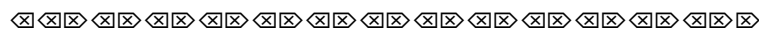
$w = \frac{V^2}{R} t$ โดยตรงได้ เพราะความต่างศักย์ (V)

ในสูตรเป็นความต่างศักย์ที่เกิดในสายไฟ

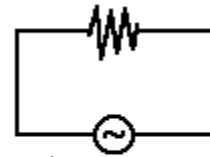
แต่ความต่างศักย์ที่โจทย์บอกเป็นความต่างศักย์ของ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งมีค่าไม่เท่ากัน จึงใช้ความต่างศักย์

22000 มาแทนสูตรนี้ไม่ได้



ในสายไฟไม่ทราบ



V เครื่องกำเนิด = 22000 โวลต์
 แต่กระแส (I) ของเครื่องกำเนิด
 และที่ผ่านสายไฟจะเท่ากัน

76. ตอบ 18000 จูล

วิธีทำ จากโจทย์ $P = 90 \text{ kw} = 90000 \text{ w} ; V = 3000$
 $R = 0.1 \Omega \quad t = 20$

จาก $w = I^2 Rt$ และ $P = IV$
 $w = \left(\frac{P}{V}\right)^2 Rt$ $I = \frac{P}{V}$
 $= \left(\frac{90000}{3000}\right)^2 (0.1)(20)$
W = 1800 จูล

หมายเหตุ ข้อนี้ไม่อาจหาพลังงานจากสูตร $w = \frac{V^2}{R} t$

โดยตรงได้ เพราะความต่างศักย์ (V) ในสูตรเป็น

ความต่างศักย์ที่เกิดในสายไฟ แต่ความต่างศักย์ที่

โจทย์บอกเป็นความต่างศักย์ ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ซึ่งมีค่าไม่เท่ากัน จึงใช้ความต่างศักย์ 3000 มาแทนสูตรนี้ไม่ได้

ในสายไฟไม่ทราบ



V เครื่องกำเนิด = 3000 โวลต์
 แต่กระแส (I) ของเครื่องกำเนิด
 และที่ผ่านสายไฟจะเท่ากัน

77. ตอบ 45.5 โวลต์

วิธีทำ อิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่สนามไฟฟ้าจากขั้วลบไปหาขั้วบวกนั้น จะมีการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้กลายเป็นพลังงานจลน์

จะได้

$$W = E_k$$

$$qV = \frac{1}{2} mv^2$$

$$V = \frac{1}{2} \frac{mv^2}{q}$$

$$= \frac{1}{2} \frac{(9.1 \times 10^{-31})(0.4 \times 10^7)^2}{1.6 \times 10^{-19}}$$



$$\boxed{V = 45.5 \text{ โวลต์}}$$

๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙

78. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ ข้อนี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า ($W = qV$) ไปเป็นพลังงานจลน์ ($E_k = \frac{1}{2} mv^2$)

และกฎทรงพลังงานจะได้ว่า $qV = \frac{1}{2} mv^2$

$$V = \frac{mv^2}{2q}$$

$$= \frac{(4 \times 10^{-2})(100)^2}{2(8 \times 10^{-9})}$$

$$\boxed{V = 2.5 \text{ โวลต์}}$$

๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙

79. ตอบ 2.5×10^8 m/s

วิธีทำ ข้อนี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า ($W = qV$) ไปเป็นพลังงานจลน์ ($E_k = \frac{1}{2} mv^2$)

และกฎทรงพลังงานจะได้ว่า

$$\frac{1}{2} mv^2 = qV$$

$$v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(1.6 \times 10^{-19})(1.8 \times 10^5)}{9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$\boxed{v = 2.5 \times 10^8 \text{ m/s}}$$

๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙ ๙๙๙

เฉลย แบบฝึกหัด บทที่ 12 ไฟฟ้ากระแส

1. ตอบ ข้อ 1.

เหตุผล ข้อ 1 ผิด เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนจากลบไปบวกแต่สนามไฟฟ้ามีทิศจากบวกไปลบ

ข้อ 2 ถูก เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนจากลบไปบวก

ข้อ 3 ถูก เพราะอิเล็กตรอนเคลื่อนจากลบไปบวก แต่กระแสจะเคลื่อนจากบวกไปลบ

ข้อ 4 ถูก เพราะสนามไฟฟ้าในตัวนำมีค่าเป็นศูนย์จึงเกิดกระแสไฟฟ้าไหลเวียน

2. ตอบ ข้อ ง.

วิธีทำ จากโจทย์ $t = 1 \text{ นาที} = 60 \text{ วินาที}$

$$I = 250 \text{ mA} = 250 \times 10^{-3} \text{ A}$$

จาก $I = \frac{Q}{t}$

$$Q = It$$

$$= (250 \times 10^{-3}) (60)$$

$$= 15 \text{ คุลอมบ์}$$

$$= 15 \times 10^6 \times 10^{-6} \text{ คุลอมบ์}$$

$$Q = 1.5 \times 10^7 \mu \text{ คุลอมบ์}$$

3. ตอบ ข้อ ค.

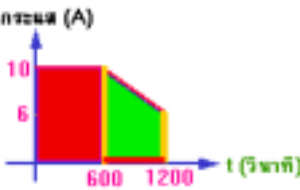
วิธีทำ จาก $I = \frac{Q}{t}$ และ $Q = ne$

จะได้ $I = \frac{ne}{t}$

$$n = \frac{It}{e}$$

4. ตอบ 10800 คุลอมบ์

วิธีทำ



จาก

$$Q = \text{พื้นที่ใต้กราฟ } I \ \& \ t$$

$$= (\text{กว้าง} \cdot \text{ยาว}) + \frac{1}{2}(\text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}) \cdot \text{สูง}$$

$$= (10 \times 600) + \frac{1}{2} (10+6) \cdot 600$$

$$Q = 10800 \text{ คูลอมบ์}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

5. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ

จาก

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

และ $D = \frac{m}{V}$

$$\text{เนื่องจาก } V = AL$$

$$R = \rho \frac{L}{\frac{m}{DL}}$$

$$D = \frac{m}{AL}$$

$$R = \rho \frac{DL^2}{m}$$

$$A = \frac{m}{DL}$$



$$\frac{Rm}{D\rho} = L^2$$

$$L = (mR / D\rho)^{1/2}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

6. ตอบ ข้อ ข.

วิธีทำ

จาก

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$\text{และ } A = \pi r^2$$

จะได้

$$R = \rho \frac{L}{\pi r^2}$$

$$\pi r^2 R = \rho L$$



ตอน 1

$$\pi r^2 R_1 = \rho L \quad \rightarrow \text{①}$$

ตอน 2

$$\pi (2r)^2 R_2 = \rho (2L) \quad \rightarrow \text{②}$$

เอา ② ÷ ①

$$\frac{\pi 4r^2 R_2}{\pi r^2 R_1} = \frac{\rho (2L)}{\rho L}$$

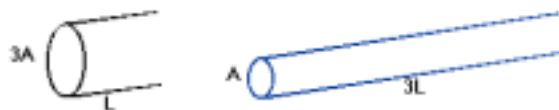
$$R_2 = \frac{1}{2} R_1$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

7. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ

เมื่อรีดเส้นให้ยาว 3 เท่า จะทำให้พื้นที่หน้าตัดเล็กลง 3 เท่าทันที



$$R = 3.00 \times 10^3 \Omega$$

$$R = 3.00 \text{ k} \Omega$$

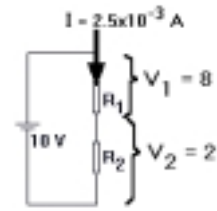
⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

10. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ

เพราะ $V_{รวม} = V_1 + V_2$
 $10 = 8 + 2$

และ $I_1 = I_2 = I_{รวม} = 2.5 \text{ mA}$
 $= 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$



พิจารณา R₁

จาก $V = I R$
 จะได้ $R = \frac{V}{I}$
 $R_1 = \frac{8}{2.5 \times 10^{-3}} = 3200 \Omega$

พิจารณา R₂

จาก $R = \frac{V}{I}$
 $R_2 = \frac{2}{2.5 \times 10^{-3}} = 800 \Omega$

โจทย์ต้องการกระแสไฟฟ้าที่น้อยกว่า 2.5 มิลลิแอมแปร์ ต้องใช้ความต้านทานมากกว่าที่คำนวณได้ และต้องใกล้เคียงที่สุด จึงเลือกข้อ 3

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

11. ตอบ ข้อ 4.

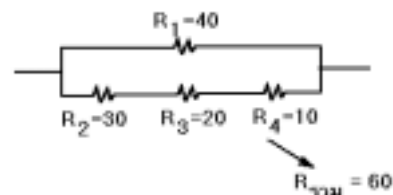
วิธีทำ ข้อนี้ให้นักเรียนลองแทนค่าความต้านทานที่ละข้อ และหา R_{รวม}

ข้อ 1 $\frac{1}{R_{รวม}} = \frac{1}{40} + \frac{1}{60}$
 จะได้ $R_{รวม} = 24$

ข้อ 2 $R_{รวม} = 21$

ข้อ 3 $R_{รวม} = 16$

ข้อ 4 $R_{รวม} = 9$



เนื่องจากเป็นการต่อแบบขนาน จึงได้ว่า

$$จาก V_{บน} = V_{ล่าง}$$

$$I_{บน} R_{บน} = I_{ล่าง} R_{ล่าง}$$

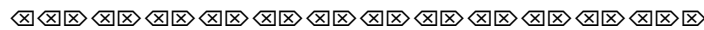
$$x(15) = (2 - x) 10$$

$x = 0.8$

∴ กระแสที่ผ่านความต้านทาน 7Ω และ $8 \Omega = x = 0.8$ แอมแปร์

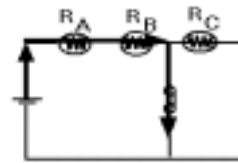
กระแสผ่านความต้านทาน $10 \Omega = 2 - x = 2 - 0.8 = 1.2$

แอมแปร์

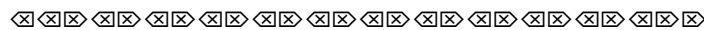


14. ตอบ ข้อ 4.

เหตุผล

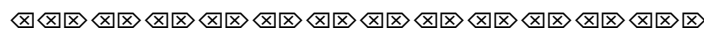


เมื่อสับสวิตช์ S ลง จะทำให้กระแสไม่ไหลผ่าน R_C ทำให้ R_C ดับ และเมื่อเหลือแต่ R_A อนุกรมกับ R_B ทำให้ความต้านทานรวมลดลง ทำให้ กระแส (I) มีค่ามากขึ้น R_A , R_B จึงสว่างมากขึ้น



15. ตอบ ข้อ 3.

เหตุผล เมื่อต่อตัวต้านทาน R_1 ขนานเพิ่มกับวงจร จะทำให้ความต้านทานรวมทั้งหมดของ วงจรมีค่าลดลง ดังนั้นกระแสในวงจรจึงมีค่ามากขึ้น นั่นคือ A อ่านค่าได้มากขึ้น แต่เนื่องจากใช้เซลล์ไฟฟ้าชุดเดิม ดังนั้น ความต่างศักย์รวมของวงจรจึงเท่าเดิม และความต่างศักย์ที่คร่อม R_1 จะเท่ากับ ความต่างศักย์รวมจึงมีค่าคงที่ด้วย ทำให้กระแสที่ไหลผ่าน คงที่ ดังนั้น A1 จึงอ่านค่าได้คงที่



16. ตอบ ข้อ 1.

วิธีทำ

จาก $E = I (R + r)$

จะได้ $I = \frac{E}{R + r}$ และ $I = \frac{Q}{t}$

$$\frac{Q}{t} = \frac{E}{R + r}$$

$$Q = \frac{E \cdot t}{R + r} = \frac{(12)(1200)}{6000 + 0}$$

Q = 2.4 कुडुडुडुडु

17. कुडुडु डुडु ड.

डुडुडुडु डुडुडु 1 कुडुडु $R = \frac{\rho L}{A} = \frac{(2 \times 10^{-8})50}{(2 \times 10^{-6})} = 0.5$

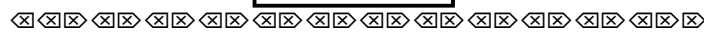
डुडुडुडु 2 कुडुडु $I = \frac{E}{R+r} = \frac{16}{(0.5+0.5)} = 1.6$

डुडुडुडु 3 कुडुडु $I = NevA$

कुडुडुडुडु $N = \frac{I}{e v A}$

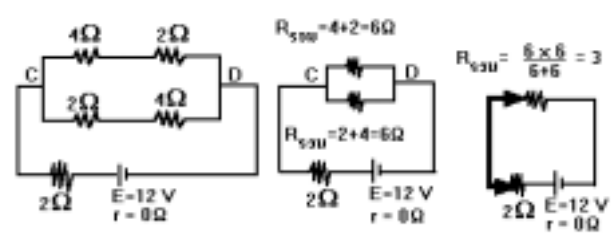
$= \frac{1.6}{1.6 \times 10^{-19} (0.5 \times 10^3)^2 2 \times 10^{-6}}$

N = 1x10²⁸



18. कुडुडु डुडु ड.

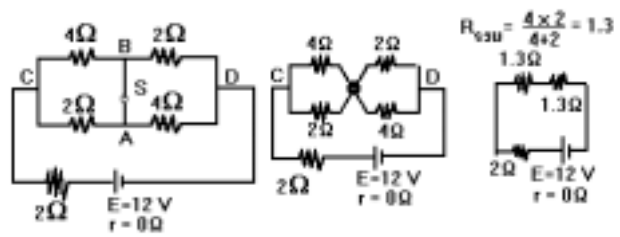
डुडुडुडु डुडुडुडु डुडुडुडु



Rसुडुडुडुडुडुडुडुडुडु = 3 + 2 = 5 Ω

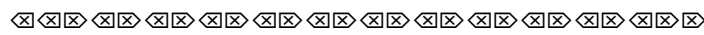
कुडुडु $I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{5+0} = 2.4$ डुडुडुडुडुडुडु

डुडुडुडु डुडुडुडु डुडुडुडु



Rसुडुडुडुडुडुडुडुडुडु = 1.3 + 1.3 + 2 = 4.6 Ω

कुडुडु $I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{4.6+0} = 2.60$ डुडुडुडुडुडुडु



19. कुडुडु डुडु 1.

วิธีทำ

จาก

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

ตอนที่ 1

$$E = I(R + 0)$$

→ ①

ตอนที่ 2

$$E = \frac{1}{4}(R + 1500 + 0)$$

→ ②

เอา ① = ②

$$IR = \left(\frac{1}{4}\right)(R + 1500)$$

$$R = \frac{R+1500}{4}$$

$$4R = R + 1500$$

$$3R = 1500$$

$$\boxed{R = 500}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

20. ตอบ 4 โอห์ม

วิธีทำ

จากกราฟ พิจารณาจุด

$$V = 5 \text{ โวลต์ จะได้ } I = 1 \text{ แอมแปร์}$$

$$V = 7 \text{ โวลต์ จะได้ } I = 0.5 \text{ แอมแปร์}$$

จาก $E = I(R+r)$

$$E = IR + Ir$$

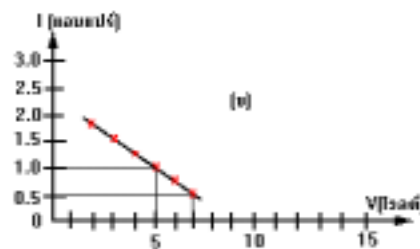
$$E = V + Ir$$

ตอน 1

$$E = 5 + 1r$$

ตอน 2

$$E = 7 + 0.5r$$



เนื่องจาก E คงตัว จึงได้ว่า

$$5 + 1r = 7 + 0.5r$$

$$1r - 0.5r = 7 - 5$$

$$0.5r = 2$$

$$\boxed{r = 4 \Omega}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

21. ตอบ $\left(\frac{A(x-y)}{y}\right)$

วิธีทำ

ความต่างศักย์ เมื่อไม่ต่อตัวต้านทาน = แรงเคลื่อนไฟฟ้า (E) = x

แต่เมื่อต่อตัวต้านทาน (A) ความต่างศักย์ที่ขั้วเซลล์ = V = y

จาก $V = IR$ และ $I = \frac{E}{R+r}$

$$V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$$

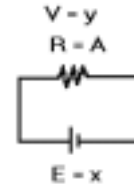
$$y = \left(\frac{x}{A+r}\right)A$$

$$A+r = \frac{xA}{y}$$

$$r = \frac{xA}{y} - A$$

$$r = \frac{Ax - Ay}{y}$$

$$r = \frac{A(x-y)}{y}$$



⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

22. ตอบ 7.5 Ω ต่อขนาน

วิธีทำ

ตอน 1

ความต้านทานภายนอก (R) = 5 Ω

ความต่างศักย์ (V) = 10 โวลต์

V เมื่อไม่ต่อตัวต้านทาน = E = 12 โวลต์

จาก $V = IR$

และ $I = \frac{E}{R+r}$

จะได้ $V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$

$$10 = \left(\frac{12}{5+r}\right)5$$

$$r = 1 \Omega$$

ตอน 2

ความต่างศักย์ (V) = 9 โวลต์

จาก $V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R$

$$9 = \left(\frac{12}{R+1}\right)R$$

$$R = 3 \Omega$$

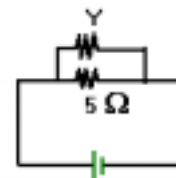
ตอน 3

เดิมมีความต้านทาน 5 Ω ตอนหลังลดลงเหลือ 3 Ω จะเป็นไปได้ต้อง

หา

ตัวต้านทานใหม่มาต่อขนานดังรูป

สมมุติตัวต้านทานใหม่มีค่า = y



$E_{รวม} = 2E$

$E_{รวม} = E$

$r_{รวม} = 2r$

$r_{รวม} = \frac{r \times r}{r+r} = \frac{r^2}{2r} = \frac{r}{2}$

โจทย์กำหนดว่า $I_{แบบอนุกรม} = I_{แบบขนาน}$

แทนค่า $\frac{2E}{R+2r} = \frac{E}{R+\frac{r}{2}}$

เพราะ $I = \frac{E}{R+r}$

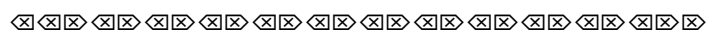
$\frac{2E}{R+2r} = \frac{E}{\frac{2R+r}{2}}$

$\frac{2E}{R+2r} = \frac{2E}{2R+r}$

$2R+r = R+2r$

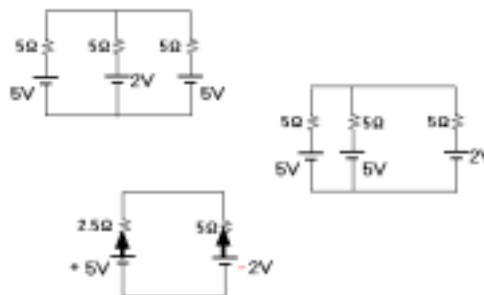
$R = r$

ดังนั้น ความต้านทานภายใน r ต้องมีค่าเป็น 1 เท่าของ R



27. ตอบ ข้อ 2.

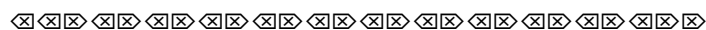
วิธีทำ วงจรเขียนใหม่เป็นดังรูป



เซลล์ 5V 2 เซลล์ ต่อขนานกันได้แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม 5V

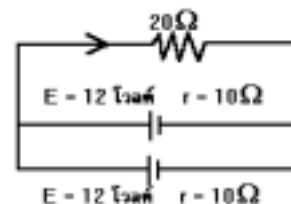
และ 5Ω 2 ตัว ต่อขนานกันได้ความต้านทาน 2.5Ω

จาก $I = \frac{E}{R+r} = \frac{5-2}{7.5+0} = 0.4$ แอมแปร์



28. ตอบ 0.48 แอมแปร์

วิธีทำ เนื่องจากตัวต้านทาน 30 Ω ต่ออยู่กับไดโอดแบบกลับด้าน ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไหลผ่าน จึงตัดทิ้งได้วงจรจึงเหลือ ดังรูปด้านข้าง



ขั้นแรก คำนวณ $E_{รวม}$ และ $R_{รวม}$ ของเซลล์ไฟฟ้า 2 ตัวที่ต่อกันแบบขนาน

$$E_{รวม} = E = 12 \text{ โวลต์}$$

$$\text{และ } \frac{1}{r} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{2}{10}$$

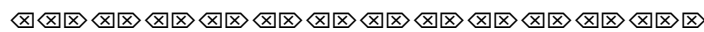
$$\boxed{r = 5}$$

ขั้น 2 จาก

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

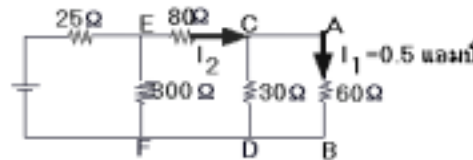
$$= \frac{12}{20+5}$$

$$\boxed{I = 0.48 \text{ แอมแปร์}}$$



29. ตอบ 200 โวลต์

วิธีทำ



คิดที่ตัวต้านทาน 60 Ω

$$\text{จาก } V_{AB} = IR = 0.5(60) = 30 \text{ โวลต์}$$

ต่อไปคิดวงจรหลัง $V_{รวม} = V_{AB} = 30 \text{ โวลต์}$

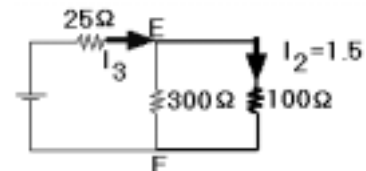
$$R_{CDรวม} = \frac{30(60)}{30+60} = 20 \text{ } \Omega$$

จาก

$$V = I R$$

$$30 = I_2(20)$$

$$\boxed{I_2 = 1.5 \text{ A}}$$



คิดที่ตัวต้านทาน 100Ω

$$\text{จาก } V = IR = 1.5(100) = 150 \text{ โวลต์}$$

ต่อไปคิดวงจรหลัง $V_{รวม} = V_{ที่ 100 \Omega} = 150 \text{ โวลต์}$

$$R_{EFรวม} = \frac{300(100)}{300+100} = 75 \text{ } \Omega$$

31. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ จากโจทย์ $R_G = 500 \Omega$, $I_G = 200 \mu A$

$$I_{รวม} = 200 \text{ mA} = 200000 \mu A$$

จาก $I_G R_G = (I_{รวม} - I_G) R_s$

$$(200 \mu) (500) = (200000 - 200) \mu R_s$$

$R_s = 1 \Omega$

XX

32. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ จากโจทย์ $R_g = 1000 \Omega$

$$I_G = 40 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$V_{รวม} = 0.2 \text{ โวลต์}$$

จาก $V_{รวม} = I_g (R_m + R_g)$

$$0.2 = (40 \times 10^{-6})(R_m + 500)$$

$R_m = 4500 \Omega$

XX

33. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ จากโจทย์ $R_g = 4 \Omega$, $I_g = 1 \times 10^{-3} \text{ A}$, $V_{รวม} = 10 \text{ โวลต์}$

จาก $V_{รวม} = I_g (R_m + R_g)$

$$10 = (1 \times 10^{-3})(R_m + 4)$$

$R_m = 9996 \Omega$

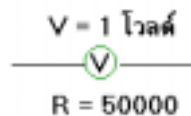
XX

34. ตอบ 200.00 kΩ

วิธีทำ **ตอน 1** พิจารณาเฉพาะโวลต์มิเตอร์

จาก $V = I R$

$$V = I (50000)$$



$$V = \frac{1}{50000}$$

แสดงว่ากระแสไฟฟ้าผ่านโวลต์มิเตอร์นี้ได้ $\frac{1}{50000}$ แอมแปร์

ตอน 2 ต่อไปพิจารณาเมื่อตัวต้านทาน (R) เพิ่ม

จาก

$$V = IR$$

$$5 = \frac{1}{50000} (R + 50000)$$

$$250000 = R + 50000$$

$$R = 200 \times 10^3 \Omega$$

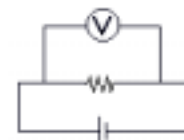
$$R = 200 \text{ k}\Omega$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

35. ตอบ ข้อ 1.

เหตุผล

การใช้โวลต์มิเตอร์วัดความต่างศักย์ ต้องนำโวลต์มิเตอร์ต่อขนานกับตัวต้านทาน ดังรูป และการต่อแบบขนานนั้น

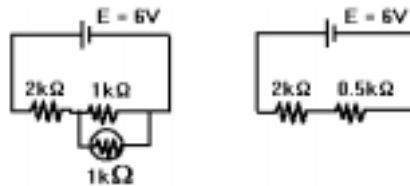


จะทำให้วัดความต่างศักย์ในแต่ละสายได้ค่าเท่ากัน ดังนั้น ความต่างศักย์ในสายตัวต้านทานเป็น 11.6 V ความต่างศักย์ในสายโวลต์มิเตอร์ที่วัดได้ก็จะเท่ากับ 11.6 ด้วย

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

36. ตอบ ข้อ 2.

วิธีทำ



$$R_{รวม} = \frac{1 \times 1}{1 \times 1} = 0.5 \text{ k}\Omega$$

ค่าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์จะเท่ากับความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทาน 1 kΩ นั่นเอง
 ข้อนี้จึงต้องทำความต่างศักย์คร่อมตัวต้านทาน 1 kΩ

ขั้นแรก หากกระแสในวงจรก่อน

$$\text{จากรูป } R_{รวมทั้งหมด} = 2 + 0.5 = 2.5 \text{ k}\Omega = 2500 \Omega$$

$$\text{จาก } I = \frac{E}{R+r} = \frac{6}{2500+0} = \frac{6}{2500}$$

ขั้น 2 หา V ที่ 1 kΩ ที่ต่อขนานกัน 2 ตัว ($R_{รวม} = 500\Omega$)

$$\text{จาก } V_{รวม} = I_{รวม} \cdot R_{รวม} = \frac{6}{2500} (500) = 1.2 \text{ โวลต์}$$

สุดท้าย พิจารณาที่ $1\text{ k}\Omega$ 2 ตัว ที่ต่อขนานกัน

เนื่องจากขึ้น 2 จะได้ $V_{\text{รวม}}$ ของ 2 ตัวนี้เป็น 1.2 โวลต์

และเนื่องจากต่อแบบขนาน จาก $V_{\text{ย่อย}} = V_{\text{รวม}}$

ดังนั้น ตัวต้านทาน $1\text{ k}\Omega$ จะมีความต่างศักย์ = 1.2 โวลต์ด้วย

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

37. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ เนื่องจากมีหลอดไฟ 2 ดวง จึงต้องใช้กระแสไฟฟ้า

$$2 \times 5 = 10 \text{ แอมแปร์}$$

จาก

$$W = I t V$$

$$= 10 (600 \text{ วินาที}) (12)$$

$$W = 72000 \text{ จูล}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

38. ตอบ ข้อ ก.

วิธีทำ จาก

$$W = I^2 R t \quad \text{และ} \quad I = \frac{Q}{t}$$

$$I = \left(\frac{Q}{t}\right)^2 R t$$

$$= \frac{Q^2 R t}{t^2}$$

$$W = \frac{Q^2 R}{t}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

39. ตอบ ข้อ ก.

วิธีทำ กำลังไฟฟ้ารวม = $650 + 750 + (40 \times 5) + 150 = 1750$ วัตต์

จาก $P = I V$

$$1750 = I(220)$$

$$I = 8 \text{ แอมแปร์}$$

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗

40. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ เนื่องจาก กำลังไฟฟ้ารวม($R_{\text{รวม}}$) = $(100 \times 3) + (200 \times 2) = 700$ W

จาก $P = I V$

จะได้ $I = \frac{P}{V} = \frac{700}{200} = 3.5$ แอมแปร์

นั่นคือ ควรใช้ฟิวส์ขนาดเล็กที่สุด 4A จึงจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านพอใช้
 ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒

41. ตอบ ข้อ ก.

เหตุผล เมื่อความต้านทานต่ำจะได้มีกระแสไฟฟ้าผ่านไปได้มากพอที่จะใช้งาน แต่จุดหลอมเหลวต้องต่ำเพราะเมื่อเกิดไฟลัดวงจรกระแสไฟฟ้าผ่านมากเกินปกติ ฟิวส์จะขาดเป็นการตัดไฟเพื่อความปลอดภัย

☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒ ☒☒☒☒☒

42. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ พิจารณาการรีดเส้นลวด

เมื่อความยาวลวดเพิ่ม 2 เท่า พื้นที่หน้าตัดจะเล็กลง 2 เท่าด้วย

จาก $R = \rho \frac{L}{A}$

จะได้ $RA = \rho L$

ตอน 1 $R_1(2A) = \rho L \rightarrow \mathbf{1}$

ตอน 2 $R_2A = \rho(2L) \rightarrow \mathbf{2}$

เอา $\mathbf{2} \div \mathbf{1}$ $\frac{R_2A}{R_1(2A)} = \frac{\rho(2L)}{\rho L}$

$R_2 = 4R_1$

สุดท้าย จาก $W = \frac{V^2}{R} t$

$W = V^2 t$

ตอน 1 $W_1(R_1) = V^2 t \rightarrow \mathbf{1}$

ตอน 2 $W_1(4R_1) = V^2 t \rightarrow \mathbf{2}$

เอา $\mathbf{2} = \mathbf{1}$ $W_2 4R_1 = W_1 R_1$

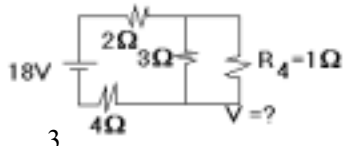
$$W_2 = \frac{1}{4} W_1$$

ดังนั้น W_2 มีค่าเป็น $\frac{1}{4}$ เท่าของ W_1

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗

43. ตอบ 4 วัตต์

วิธีทำ ตอน 1 หา $R_{รวม}$



$$R_{รวม} \text{ 3}\Omega \text{ กับ } 1\Omega = \frac{3(1)}{3+1} = \frac{3}{4}$$

$$R_{รวมทั้งหมด} = 2 + \frac{3}{4} + 4 = \frac{27}{4}$$

ตอน 2 จาก $I = \frac{E}{R+r} = \frac{18}{\frac{27}{4}+0} = \frac{72}{27}$

ตอน 3 หาคความต่างศักย์รวมของ 3Ω กับ 1Ω

$$V_{รวม} = I_{รวม} R_{รวม}$$

$$V_{รวม} = \left(\frac{72}{27}\right)\left(\frac{3}{4}\right) = 2$$

ตอน 4 คิดที่ $R_4 = 1\Omega$

เนื่องจากต่อแบบขนานดังนั้น $v_{ที่ 1\Omega} = V_{รวม} = 2$ โวลต์

จาก $P = \frac{V^2}{R} = \frac{2^2}{1} = 4$ วัตต์

⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗ ⊗⊗⊗⊗

44. ตอบ ข้อ 1.

วิธีทำ ตอน 1 หลอดไฟ 12V 10 W หาคความต้านทานได้จาก

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

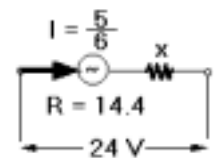
จะได้ $R = \frac{V^2}{P} = \frac{12^2}{10} = 14.4 \Omega$

และกระแสไฟฟ้าผ่านได้สูงสุด หากจาก

$$P = I V$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6} \text{ แอมแปร์}$$

ตอน 2 เมื่อต่อหลอดไฟตามโจทย์จะได้วงจรดังรูป



จาก $P = IV$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{10 \times 10^6}{20 \times 10^3} = 500 \text{ แอมแปร์}$$

ตอน 2 หาคความต้านทาน (R) จากกำลังที่เสียไป

จาก $P = I^2 R$

$$R = \frac{P}{I^2} = \frac{10^6}{500^2} = 4 \text{ โอห์ม}$$

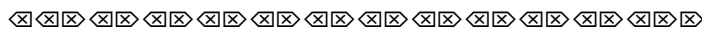
ตอน 3 หา ρ จาก

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

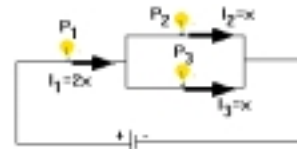
$$= \frac{4(1 \times 10^{-4})}{1000}$$

$$\rho = 4 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$$



48. ตอบ ข้อ 4.

วิธีทำ หลอดไฟทั้ง 3 หลอด มีความต้านทานเท่ากัน
กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอด P_2 และ P_3 จึงเท่ากัน
และมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของกระแสที่ผ่าน P_1



จาก $P = I^2 R$

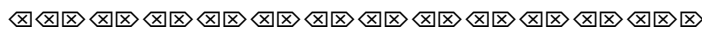
จะได้ $P_1 = (2x)^2 R = 4x^2 R$

$$P_2 = x^2 R$$

$$P_3 = x^2 R$$

จะเห็นว่า $P_2 = P_3 = \frac{1}{4} P_1$

$$P_2 = P_3 = 0.25 P_1$$



49. ตอบ ข้อ 3.

วิธีทำ **ตอน 1** หางานของมอเตอร์

วิธีทำ

จาก

$$W = q V \quad \text{และ} \quad V = E d$$

$$W = q E d$$

$$= (1.6 \times 10^{-19}) (5 \times 10^2) (2 \times 10^{-2}) \text{ จูล}$$

$$= \frac{(1.6 \times 10^{-19})(5 \times 10^2)(2 \times 10^{-2})}{(1.6 \times 10^{-19})} \text{ eV}$$

$$\boxed{W = 10 \text{ eV}}$$

⊗ ⊗

53. ตอบ ข้อ 1.

วิธีทำ

ตอน 1

จากโจทย์ $u = 0, t = 4.2 \times 10^{-10}, s = 0.02$ ม.

จาก
$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right) t$$

$$0.02 = \left(\frac{0+v}{2}\right) (4.2 \times 10^{-10})$$

$$\boxed{v = 9.5 \times 10^7}$$

ตอน 2

ข้อนี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า ($W = qV$) ไปเป็นพลังงานจลน์

($E_k = \frac{1}{2} mv^2$) และกฎทรงพลังงานจะได้ว่า

$$qV = \frac{1}{2} mv^2$$

$$V = \frac{mv^2}{2q}$$

$$= \frac{(9.1 \times 10^{-31})(9.5 \times 10^7)^2}{2(1.6 \times 10^{-19})}$$

$$\boxed{V = 2.6 \times 10^4 \text{ โวลต์}}$$

⊗ ⊗

54. ตอบ 56.875 N/C

วิธีทำ

ข้อนี้มีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า ($W = qV$) ไปเป็นพลังงานจลน์ ($E_k = \frac{1}{2} mv^2$)

และกฎทรงพลังงานจะได้ว่า

$$qV = \frac{1}{2} mv^2$$


$$\boxed{\text{และ} \quad V = E d}$$

จะได้

$$q E d = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E = \frac{mv^2}{2 q d}$$

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

