

การหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเซลล์ ความต้านทานภายในและภายนอกเซลล์

จากหลักทรงพลังงาน

พลังงานทั้งหมดที่เคลื่อนครบวงจรพอดี = พลังงานเคลื่อนประจุภายนอกเซลล์ + พลังงานเคลื่อนประจุภายนอกเซลล์

$$\begin{aligned}
 qE &= qV_R + qV_r \\
 \text{จะได้ } E &= V_R + V_r \quad (\text{เมื่อ } V = IR) \\
 E &= IR + Ir \\
 E &= I(R+r)
 \end{aligned}$$

ได้ว่า

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

เราสามารถบอกได้ว่าความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ (V_R) ก็คือความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ เพราะคิดจากขั้วบวกถึงขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า เราสามารถหาค่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } E &= V_R + V_r \quad (\text{เมื่อ } V = IR) \\
 E &= V_R + Ir \\
 \text{จะได้ } E - Ir &= V_R
 \end{aligned}$$

หรือ

$$V_R = E - Ir$$

หรือ

$$V_R = IR$$

การแก้ปัญหาจากโจทย์ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากใบความรู้ 16 การหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วเซลล์ ความต้านทานภายในและภายนอกเซลล์ แล้ว

ดังนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในวงจร แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ ความต้านทานภายในและภายนอกเซลล์

จะได้

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

ดังนั้น ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ ก็คือความต่างศักย์ไฟฟ้าภายนอกเซลล์ (V_R) เพราะคิดจากขั้วบวกถึงขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า เราสามารถหาค่า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์ได้

จาก

$$V_R = E - Ir$$

หรือ

$$V_R = IR$$

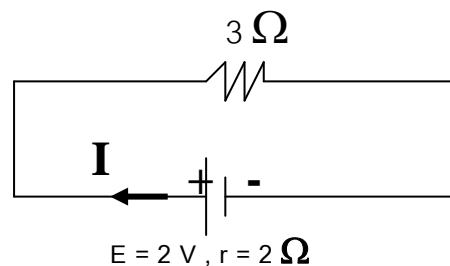
ตัวอย่างการแก้ปัญหาจากโจทย์ เรื่อง แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้า จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ตัวอย่างที่ 1 เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่ง มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2 โวลต์ ความต้านทานภายใน 2 โอห์ม ต่อเป็นวงจรด้วยลวดเส้นหนึ่งมีความต้านทาน 3 โอห์ม จงหา

- กระแสไฟฟ้าในวงจร
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์
- ความต่างศักย์ภายในเซลล์

วิธีทำ สิ่งที่เราทราบค่าคือ $E = 2 \text{ V}$, $r = 2 \Omega$, $R = 3 \Omega$

$$\begin{aligned} \text{ก. จาก } I &= \frac{E}{R + r} \\ &= \frac{2}{3 + 2} \\ \therefore I &= 0.4 \text{ A} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{ข. จาก } V_R &= E - Ir \\ V_R &= 2 - (0.4)(2) \\ V_R &= 1.2 \text{ V} \end{aligned}$$

หรือ	V_R	=	IR
	V_R	=	$(0.4)(3)$
	V_R	=	1.2 V

$$\begin{aligned} \text{ค. จาก } V_r &= Ir \\ V_r &= (0.4)(2) \\ V_r &= \mathbf{0.8 \text{ V}} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 2 เซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่ง เมื่อเอาลวดต้านทาน 5 โอห์ม ต่อระหว่างขั้วทั้งสองของเซลล์ไฟฟ้าจะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ 2.5 โวลต์ แต่ถ้าวงจรเปิด ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เปลี่ยนเป็น 3 โวลต์ จงหาความต้านทานภายในเซลล์

วิธีทำ สิ่งที่เราทราบค่าคือ $R = 5 \Omega$, เมื่อต่อครบวงจร ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ คือ $V_R = 2.5 \text{ V}$ และเมื่อวงจรเปิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์ก็คือค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้านั้น $E = 3 \text{ V}$ ต้องการหาค่า r หาค่า I ก่อน

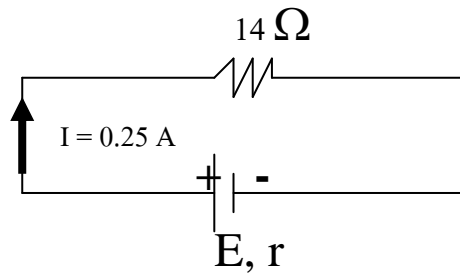
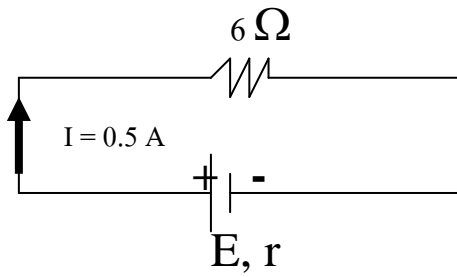
$$\begin{aligned} \text{จาก } V_R &= IR \\ 2.5 &= I(5) \\ I &= \mathbf{0.5 \text{ A}} \\ \text{จาก } I &= \frac{E}{R+r} \\ 0.5 &= \frac{3}{5+r} \\ \therefore r &= \mathbf{1 \Omega} \end{aligned}$$

ตอบ ความต้านทานภายในเซลล์มีค่า 1 โอห์ม

ตัวอย่างที่ 3 เมื่อเซลล์ไฟฟ้าเซลล์หนึ่งต่อเข้ากับความต้านทาน 6 โอห์ม มีกระแสไฟฟ้าผ่าน 0.5 แอมแปร์ แต่เมื่อเซลล์ไฟฟ้านี้ต่อเข้ากับตัวต้านทาน 14 โอห์ม จะมีกระแสไฟฟ้าผ่าน 0.25 แอมแปร์ จงหา

- แรงเคลื่อนไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า
- ความต้านทานภายในของเซลล์ไฟฟ้า

วิธีทำ เขียนวงจรไฟฟ้าตามที่กำหนด



ต้องการหาค่า E และ r

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad I &= \frac{E}{R+r} \\ 0.5 &= \frac{E}{6+r} \quad \dots\dots\dots ① \\ 0.25 &= \frac{E}{14+r} \quad \dots\dots\dots ② \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ①/② \quad \frac{0.5}{0.25} &= \frac{14+r}{6+r} \\ 12+2r &= 14+r \end{aligned}$$

$$\therefore r = 2 \quad \Omega$$

$$\text{แทนค่า } r \text{ ใน (1); } E = 4 \quad \text{V}$$

ตอบ แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่า 4 โวลต์ และมี ความต้านทานภายในมีค่า 2 โอห์ม

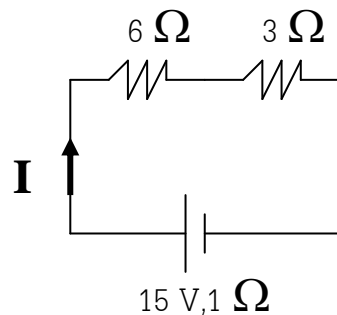
ตัวอย่างที่ 4 เมื่อเอาลวดตัวต้านทาน 6 โอห์ม และ 3 โอห์ม มาต่อเข้ากับเซลล์ไฟฟ้าขนาด 15 โวลต์, 1 โอห์ม จะเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วเซลล์เท่าใด เมื่อลวดตัวต้านทานทั้งสอง ต่อกันแบบ

- ก. อนุกรม
- ข. ขนาน

วิธีทำ ก. อนุกรม เขียนวงจรไฟฟ้าตามที่โจทย์กำหนดให้ได้ดังนี้

หา I ก่อน

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad I &= \frac{E}{R+r} \\ I &= \frac{15}{(6+3)+1} \end{aligned}$$

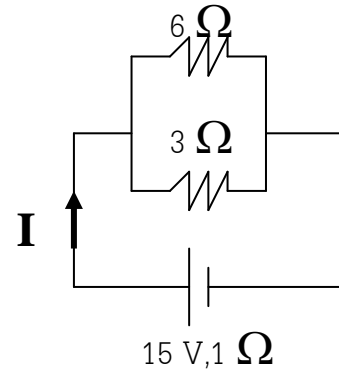


$$\begin{aligned}
 I &= 1.5 \text{ A} \\
 \text{หา } V_R ; \quad \text{จาก } V_R &= IR \\
 &= 1.5 (6+3) \\
 \therefore V_R &= 13.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ตอบ เมื่อต่อลวดต้านทานแบบอนุกรม จะเกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์มีค่า 13.5 โวลต์

ข. ขนาน เขียนวงจรไฟฟ้าตามที่โจทย์กำหนดให้ได้ดังนี้

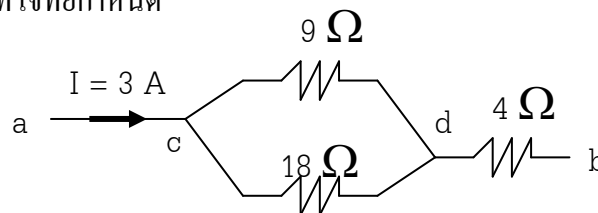
$$\begin{aligned}
 \text{จาก } I &= \frac{E}{R+r} \\
 I &= \frac{15}{\left(\frac{6 \times 3}{6+3}\right) + 1} \\
 I &= 5 \text{ A} \\
 \text{หา } V_R ; \quad \text{จาก } V_R &= IR \\
 &= (5)(2) \\
 \therefore V_R &= 10 \text{ V}
 \end{aligned}$$



ตอบ เมื่อต่อลวดต้านทานแบบขนาน จะเกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วเซลล์มีค่า 10 โวลต์

ตัวอย่างที่ 5 จากรูป เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 3 แอมแปร์ ผ่านตัวต้านทานจาก a ไป b จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน 9 โอห์ม 18 โอห์ม และความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง ab เป็นเท่าไร

วิธีทำ เขียนวงจรตามที่โจทย์กำหนด



ต้องการหา I ที่ผ่าน 9 Ω และ 18 Ω ซึ่งต่อกันอย่างขนาน

$$\begin{aligned}
 \text{จาก } V_{cd(\text{บน})} &= V_{cd(\text{รวม})} \\
 IR_{(\text{บน})} &= IR_{(\text{รวม})} \\
 I \times 9 &= 3 \times \left(\frac{9 \times 18}{9 + 18} \right) \\
 \therefore I_{(9\Omega)} &= 2 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } V_{cd(\text{ต่าง})} &= V_{cd(\text{รวม})} \\ IR_{(\text{ต่าง})} &= IR_{(\text{รวม})} \\ I \times 18 &= 3 \times \left(\frac{9 \times 18}{9 + 18} \right) \end{aligned}$$

$$\therefore I_{(18\Omega)} = 1 \text{ A}$$

$$\text{ต้องการหา } V_{ab} \text{ เมื่อ } I = 3 \text{ A ; } R = \left(\frac{9 \times 18}{9 + 18} \right) + 4 = 10 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{จาก } V_{ab} &= IR \\ &= 3 \times 10 \end{aligned}$$

$$\therefore V_{ab} = 30 \text{ V}$$

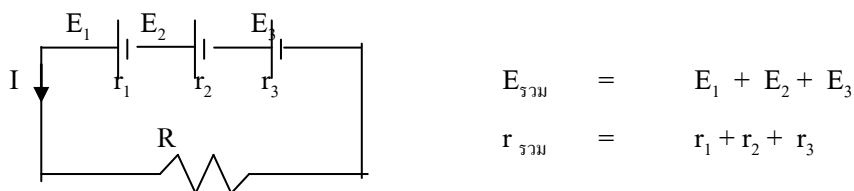
ตอบ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน 9 โอห์ม และ 18 โอห์มมีค่า 2 และ 1 แอมแปร์ตามลำดับและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่าง ab มีค่า 30 โวลต์

การต่อเซลล์ไฟฟ้า

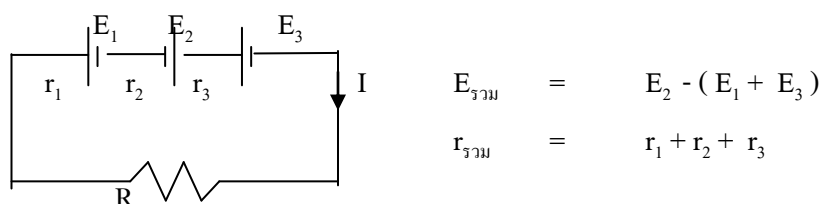
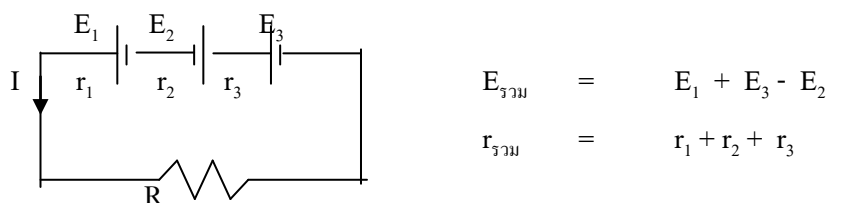
คือ การนำเอาเซลล์ไฟฟ้ามากกว่า 1 เซลล์มาต่อรวมกัน เพื่อให้ได้ขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือ กระแสไฟฟ้าตามต้องการ ดังนี้

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม คือ การนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อเรียงเป็นเส้นเดียวกัน ได้ 2 แบบ

ก. ต่อแบบตามกัน คือ การต่อเซลล์ในลักษณะเสริมกัน โดยกระแสไฟฟ้าไปทางเดียวกัน



ข. ต่อแบบขัดกัน คือ การต่อเซลล์ไฟฟ้าในลักษณะหักล้างกัน โดยกระแสไฟฟ้าสวนทางกัน



หมายเหตุ สังเกตทิศของเซลล์ไฟฟ้า ถ้าทิศเดียวกันบวกกัน ถ้าทิศตรงข้ามลบกัน

กระแสไฟฟ้าในวงจร (I) หาได้จาก $I = \frac{E_{รวม}}{R + r_{รวม}}$

หรือ $I = \frac{E}{R + r}$

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้าในวงจร มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

E คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวมในวงจร มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

R คือ ความต้านทานภายนอกเซลล์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

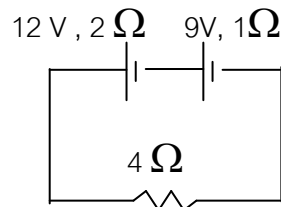
r คือ ความต้านทานภายในเซลล์ไฟฟ้ารวมในวงจร มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

ตัวอย่าง วงจรดังรูป จงหากระแสไฟฟ้า

วิธีทำ จากสมการ $I = \frac{E}{R + r}$

$$I = \frac{12 + 9}{4 + 2 + 1}$$

$$I = \frac{21}{7} = 3 \text{ } \Omega$$

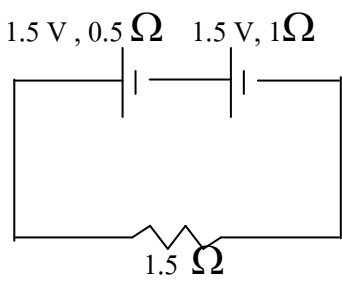


ก. ตั้งนั้นกระแสไหลในวงจรเท่ากับ 3 แอมแปร์



คำถาม

1. จากรูปกระแสที่ไหลในวงจรมีค่าเท่าใด



- ก. 1 แอมแปร์
- ข. 2 แอมแปร์
- ค. 3 แอมแปร์

2. จากโจทย์ข้อ 1 จงหาความต้านทานภายในรวม และ แรงเคลื่อนไฟฟ้ารวม

- ก. 3 โอห์ม , 1.5 โวลต์
- ข. 1.5 โอห์ม , 3 โวลต์
- ค. 3 โอห์ม , 3 โวลต์

โจทย์ เซลล์ไฟฟ้า 3 เซลล์ มีแรงเคลื่อนไฟฟ้า เซลล์ละ 2 โวลต์ ความต้านทานภายในเซลล์ เซลล์ละ 4 โอห์ม ต่อกันแบบอนุกรม จงหา

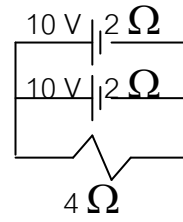
ตัวอย่าง จากวงจร จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 4 โอห์ม

วิธีทำ $E = 10 \text{ V}, r = 2 \Omega$

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

$$I = \frac{10}{4 + \frac{2}{2}}$$

$$= 2 \text{ A}$$



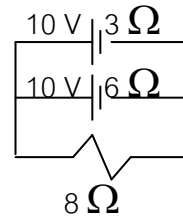
ตัวอย่าง จากวงจร จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 8 โอห์ม

วิธีทำ จากสมการ $I = \frac{E}{R + r}$

เมื่อ $\frac{1}{r} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$ จะได้ $r = 2 \Omega$

$$I = \frac{10}{8 + 2}$$

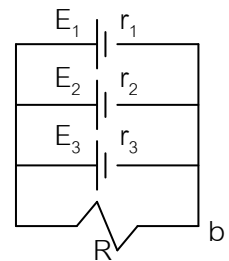
$$= 1 \text{ A}$$



คำถาม

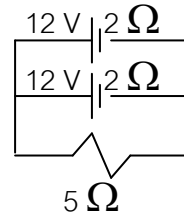
1. ถ้าให้เซลล์ไฟฟ้าที่ต่อกันแบบขนานระหว่างจุด a และจุด b กระแสไฟฟ้า (I) ผ่านตัวต้านทาน R มีค่าเท่าใด เมื่อ $E_1 = E_2 = E_3$ และ $r_1 = r_2 = r_3$

ก. $I = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$ ข. $I = \frac{E}{R + nr}$ ค. $I = \frac{E}{R + r}$



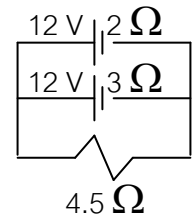
2. จากรูป จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 5 โอห์ม

ก. 1 แอมแปร์ ข. 2 แอมแปร์ ค. 3 แอมแปร์



3. จากรูป จงหากระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน 4.5 โอห์ม

ก. 1 แอมแปร์ ข. 2 แอมแปร์ ค. 3 แอมแปร์



ตอบคำถามได้ทุกข้อใช่ไหม
ครับ คุณเฉลยได้เลยครับ

2. ข.

3. ข.

แล้วการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมมี
ผลอย่างไรคะ

