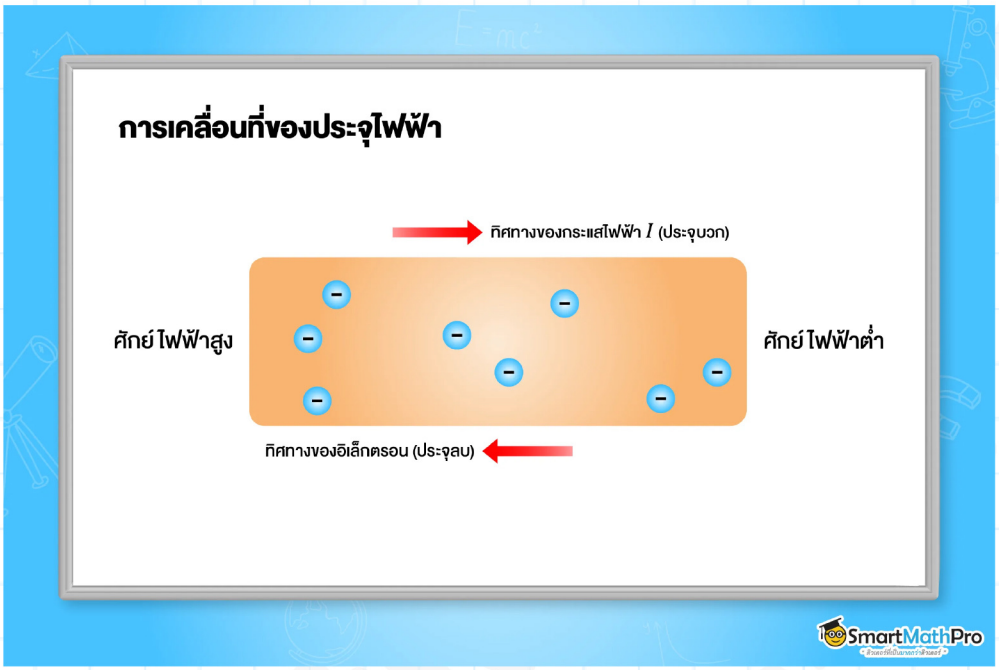
ไฟฟ้ากระแส ม.5

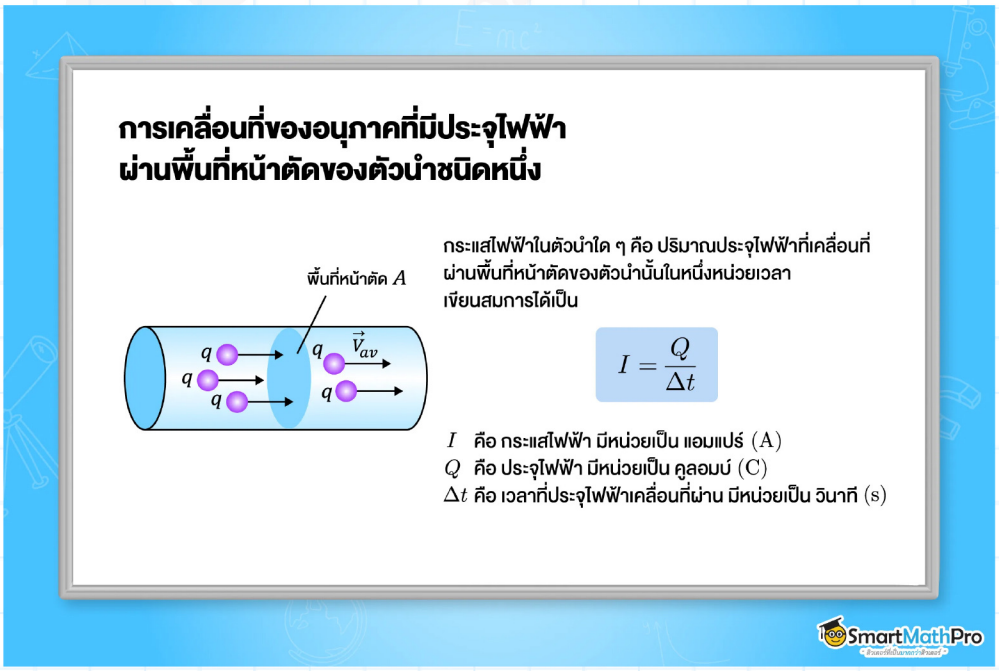
ไฟฟ้ากระแส คืออะไร ?

ไฟฟ้ากระแส คือ การไหลของประจุไฟฟ้า ผ่านตัวนำไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง โดยมีแรงขับเคลื่อนจากความต่างศักย์ระหว่างสองจุด



1.1 กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

กระแสไฟฟ้าเกิดจากการมีประจุไฟฟ้าลัพธ์เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง จึงได้มีการกำหนดว่า **กระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ** คือ ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวนำนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา



ตัวอย่างโจทย์กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

ในหลอดทดลองที่มีสารละลายอิเล็กโทรไลต์ มีประจุบวกจำนวน 300 C เคลื่อนที่ไปทางขวา และมีประจุลบจำนวน -500 C เคลื่อนที่ไปทางซ้าย ผ่านพื้นที่หน้าตัดหนึ่งภายในเวลา 4 วินาที จงหาขนาดของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองนี้

วิธีทำ

หาขนาดของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองนี้

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

$$I = \frac{|300| + |-500|}{4}$$

$$I = \frac{800}{4}$$

$$I = 200 \text{ A}$$

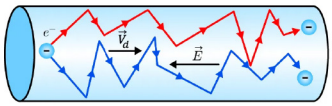
ตอบ ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในหลอดทดลองนี้มีค่าเท่ากับ 200 แอมแปร์

1.2 กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

ในตัวนำที่เป็นโลหะ อิเล็กตรอนบางส่วนไม่ได้ถูกยึดติดกับอะตอมใดอะตอมหนึ่ง แต่จะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เรียกว่า **อิเล็กตรอนอิสระ** ซึ่งมีการเคลื่อนที่ 2 ลักษณะ คือ ในกรณีเมื่อลวดตัวนำไม่มีสนามไฟฟ้าและมีสนามไฟฟ้า

SmartMathPro × PHYSICS FARM

กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเมื่อมีสนามไฟฟ้า



แรงจากสนามไฟฟ้าจะผลักให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าด้วยความเร็วเฉลี่ยที่เรียกว่า **ความเร็วลอยเลื่อน (Drift Velocity)** ส่งผลให้เกิด**กระแสไฟฟ้า** ขึ้นในลวดตัวนำ เขียนสมการได้เป็น

$$I = nev_dA$$

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
n คือ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในลวดตัวนำ มีหน่วยเป็น อนุภาคต่ออิเล็กตรอน $(\mathrm{m^{-3}})$
e คือ ประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน มีค่าเป็น $1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$
v_d คือ ความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอน มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที $(\mathrm{m/s})$
A คือ พื้นที่หน้าตัด มีหน่วยเป็น ตารางเมตร $(\mathrm{m^2})$

*กระแสไฟฟ้าในตัวนำมีทิศทางเดียวกับสนามไฟฟ้า ซึ่งมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

SmartMathPro

ตัวอย่างโจทย์กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

ลวดเงินเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 2.0 ตารางมิลลิเมตร มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 2.4 แอมแปร์ จงหาขนาดของความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระในลวดเงินนี้

กำหนดให้

ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนอิสระในเงิน $n = 5.8 \times 10^{28}$ ต่อลูกบาศก์เมตร
ประจุของอิเล็กตรอน $e = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{C}$

หาขนาดของความเร็วลอยเลื่อน

$$\begin{aligned} I &= nev_dA \\ 2.4 &= (5.8 \times 10^{28})(1.6 \times 10^{-19})v_d(2 \times 10^{-6}) \\ v_d &= \frac{2.4}{(5.8 \times 10^{28})(1.6 \times 10^{-19})(2 \times 10^{-6})} \\ v_d &= 0.13 \times 10^{-3}\ \mathrm{m/s} \end{aligned}$$

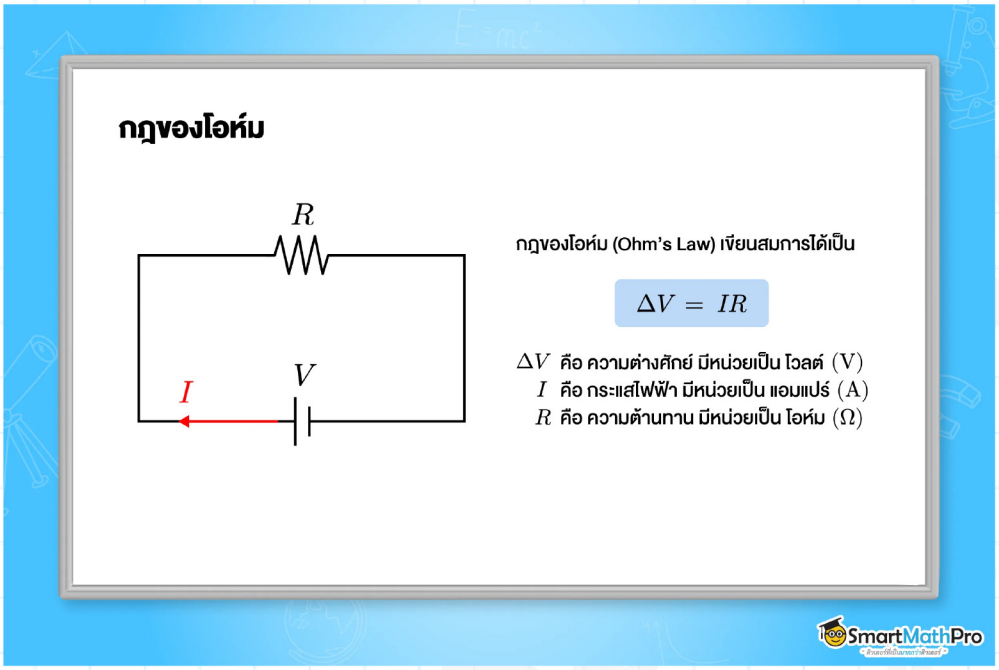
ตอบ ขนาดของความเร็วเลื่อนมีค่าเท่ากับ 0.13×10^{-3} เมตรต่อวินาที

SmartMathPro × PHYSICS FARM

ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์

2.1 กฎของโอห์ม

ถ้าอุณหภูมิของลวดตัวนำคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองของลวดตัวนำนั้น ซึ่งเป็นไปตาม **กฎของโอห์ม (Ohm's Law)**



ตัวอย่างโจทย์กฎของโอห์ม

เตารีดไฟฟ้าเครื่องหนึ่งมีความต้านทาน $44\ \Omega$ ต่อเข้ากับปลั๊กไฟในบ้านซึ่งมีแรงดัน $220\ \text{V}$ จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเตารีดกี่แอมแปร์

วิธีทำ

หากระแสไฟฟ้าไหลผ่านเตารีด

$$\begin{aligned} \Delta V &= IR \\ 220 &= I(44) \\ I &= \frac{220}{44} \\ I &= 5\ \text{A} \end{aligned}$$

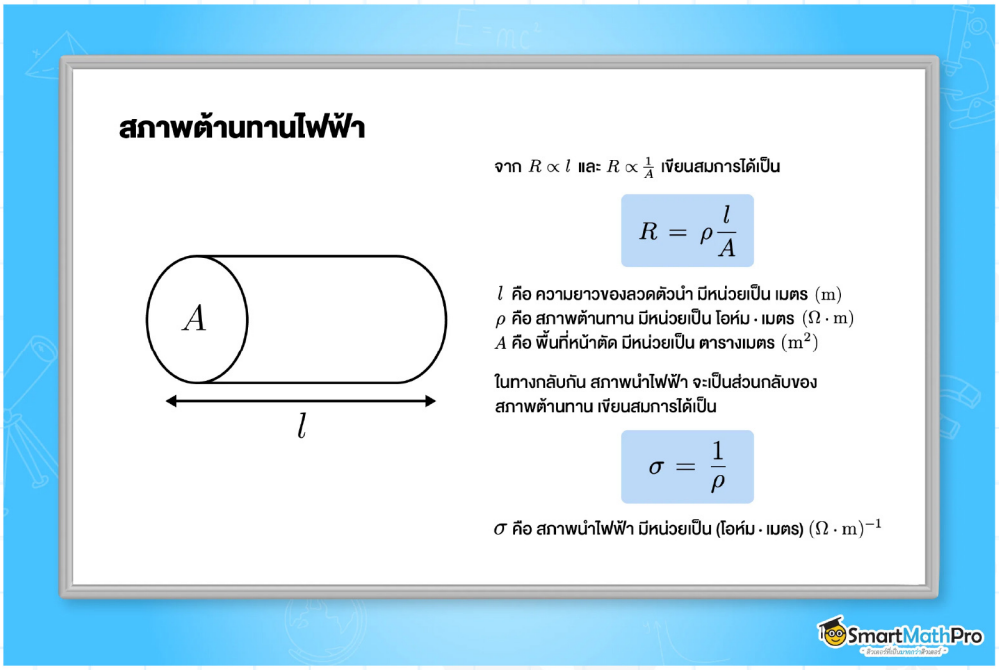
ตอบ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเตารีด 5 แอมแปร์

SmartMathPro × PHYSICS FARM

2.2 สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ไฟฟ้า (ΔV) และกระแสไฟฟ้า (I) เพื่อหาความต้านทานของลวดโลหะตามกฎของโอห์ม ทำให้ทราบว่า

1. ความต้านทาน (R) **แปรผันตรง** ความยาวของลวดโลหะ (l) เมื่อพื้นที่หน้าตัด (A) คงที่
2. ความต้านทาน (R) **แปรผันผกผัน** พื้นที่หน้าตัด (A) เมื่อความยาวของลวดโลหะ (l) คงที่



ตัวอย่างโจทย์สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า

ลวดโลหะเส้นหนึ่งยาว 1.00 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.10 ตารางมิลลิเมตร และความต้านทาน 0.10 โอห์ม ลวดเส้นนี้มีสภาพต้านทานเท่าใด

วิธีทำ

หาสภาพความต้านทาน

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

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

$$\rho = \frac{(0.1)(0.1 \times 10^{-6})}{1}$$

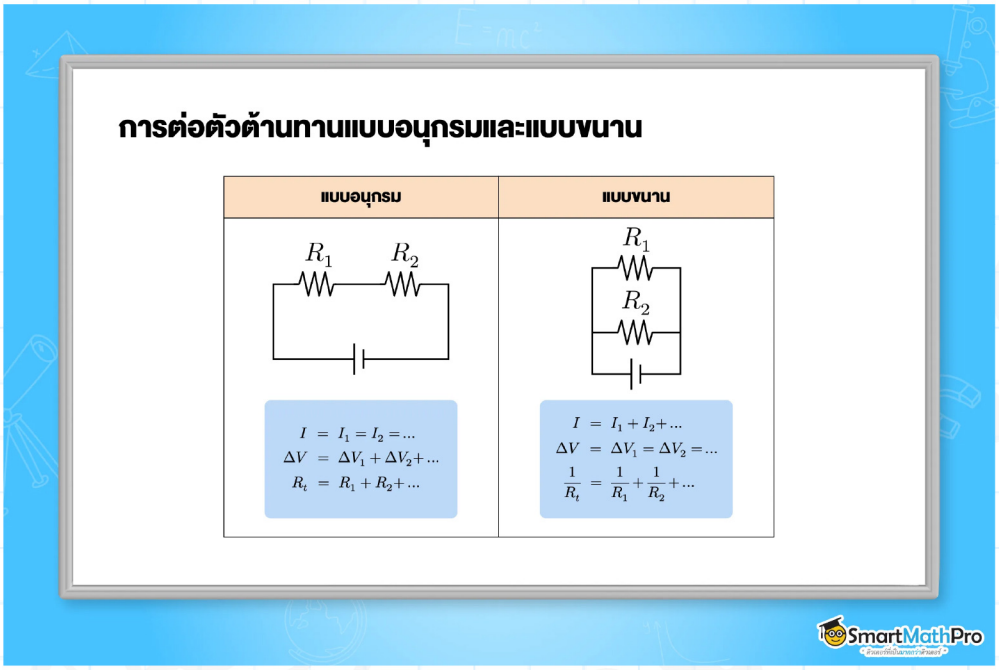
$$\rho = 1.0 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \mathrm{m}$$

ตอบ ลวดโลหะเส้นนี้มีสภาพต้านทาน 1.0×10^{-8} โอห์ม · เมตร

SmartMathPro × PHYSICS FARM

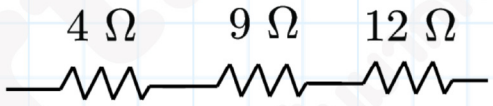
2.3 การต่อตัวต้านทาน

การต่อตัวต้านทาน คือ การเชื่อมตัวต้านทานตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเข้าด้วยกันในวงจรไฟฟ้าระหว่างจุดร่วมสองจุด ซึ่งวิธีการต่อตัวต้านทานจะมี 2 แบบ คือ การต่อแบบอนุกรมและการต่อแบบขนาน



ตัวอย่างโจทย์การต่อตัวต้านทาน

ตัวต้านทานสามตัวมีความต้านทาน 4 โอห์ม 9 โอห์ม และ 12 โอห์ม เมื่อนำมาตัวต้านทานทั้งสามตัวมาต่อกันแบบอนุกรม จะมีความต้านทานสมมูลเท่าไร



วิธีทำ

หาความต้านทานสมมูล

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

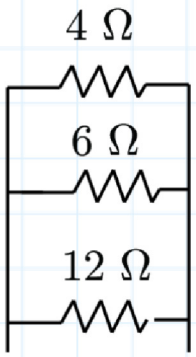
$$R_t = 4 + 9 + 12$$

$$R_t = 25\ \Omega$$

ตอบ ความต้านทานสมมูลมีค่าเท่ากับ 25 โอห์ม

SmartMathPro × PHYSICS FARM

ตัวต้านทานสามตัวมีความต้านทาน 4 โอห์ม 6 โอห์ม และ 12 โอห์ม เมื่อนำมาตัวต้านทานทั้งสามตัวมาต่อกันแบบขนาน จะมีความต้านทานสมมูลเท่าไร



วิธีทำ

หาความต้านทานสมมูล

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{3}{12} + \frac{2}{12} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{3+2+1}{12}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{6}{12}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{2}$$

$$R_t = 2\ \Omega$$

ตอบ ความต้านทานสมมูลมีค่าเท่ากับ 2 โอห์ม

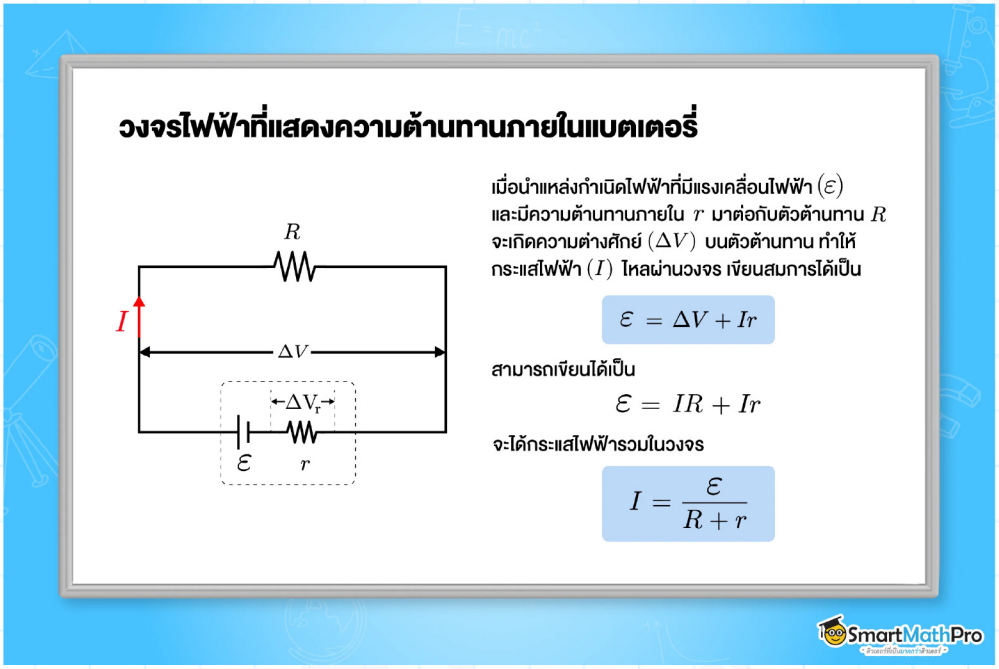
SmartMathPro
"ติวเตอร์ที่เป็นมากกว่าติวเตอร์"
SmartMathPro ร้อยเรื่องราวเป็นมากกว่าติวเตอร์
× PHYSICS FARM

พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

3.1 พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

แรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือ อีเอ็มเอฟ (emf) คือ พลังงานที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้า (เช่น แบตเตอรี่) ให้แก่ประจุไฟฟ้าต่อหน่วยประจุไฟฟ้า เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่จากขั้วลบไปยังขั้วบวกภายในแหล่งกำเนิดนั้น

ความต่างศักย์ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าถ่ายโอนให้กับส่วนประกอบต่าง ๆ ในวงจร (เช่น ตัวต้านทาน หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า) ต่อหนึ่งหน่วยประจุ



ตัวอย่างโจทย์พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

แบตเตอรี่อีเอ็มเอฟ 12 โวลต์ มีความต้านทานภายใน 0.5 โอห์ม ต่ออยู่กับตัวต้านทานที่ความต้านทาน 3.5 โอห์ม จงหากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร

วิธีทำ

หากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร

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

$$I = \frac{12}{3.5+0.5}$$

$$I = \frac{12}{4}$$

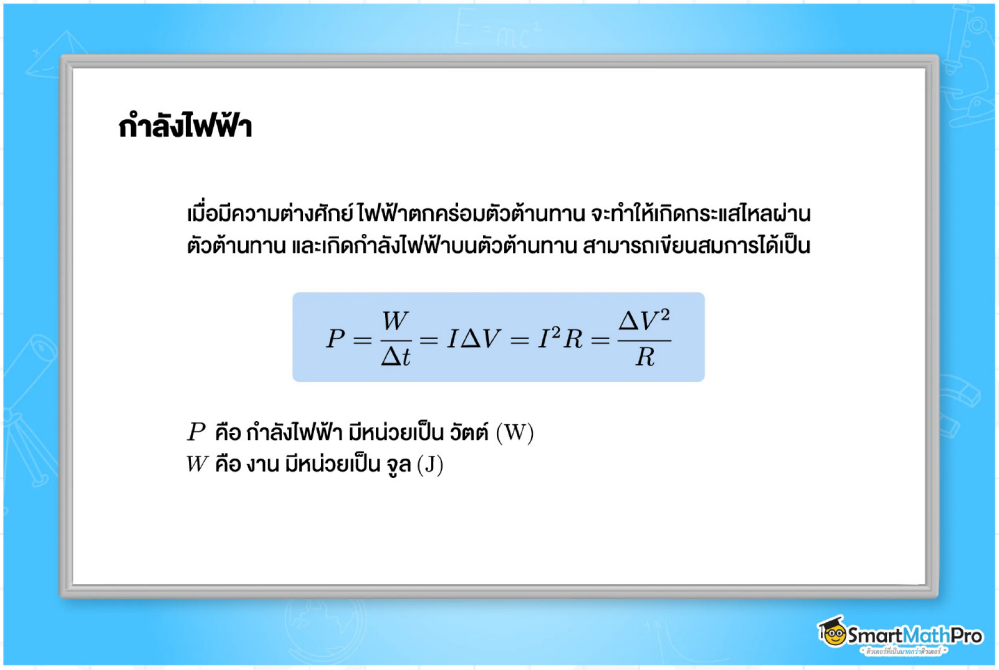
$$I = 3 \text{ A}$$

ตอบ กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรเท่ากับ 3 แอมแปร์

SmartMathPro × PHYSICS FARM

3.2 พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

กำลังไฟฟ้า คือ งานที่ประจุไฟฟ้าทำได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ พลังงานไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าที่ถ่ายโอนไปยังส่วนต่าง ๆ ของวงจรในหนึ่งหน่วยเวลา



ตัวอย่างโจทย์พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

พัดลมพกพาขนาดเล็กใช้แรงดันไฟฟ้า $9\ \text{V}$ มีค่าความต้านทานภายในวงจร $18\ \Omega$ พัดลมตัวนี้จะใช้กำลังไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ

หากำลังไฟฟ้า

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

$$P = \frac{(9)^2}{18}$$

$$P = \frac{81}{18}$$

$$P = 4.5\ \text{W}$$

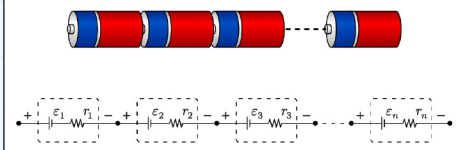
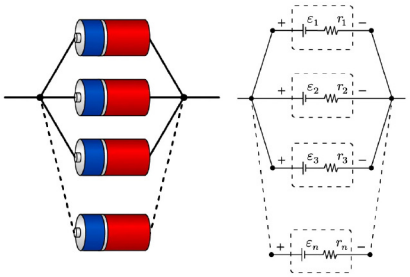
ตอบ พัดลมตัวนี้จะใช้กำลังไฟฟ้า 4.5 วัตต์

SmartMathPro × PHYSICS FARM

แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น

4.1 การต่อแบตเตอรี่

การนำแบตเตอรี่หลายก้อนมาต่อกันสามารถทำได้ 2 รูปแบบคือ แบบอนุกรมและแบบขนาน

แบบอนุกรม	แบบขนาน
	
$\varepsilon_t = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \ldots + \varepsilon_n$ $r_t = r_1 + r_2 + r_3 \ldots + r_n$	$\varepsilon_t = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 \ldots = \varepsilon_n$ $\frac{1}{r_t} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \ldots + \frac{1}{r_n}$

ตัวอย่างโจทย์การต่อแบตเตอรี่

นำแบตเตอรี่ขนาด 2.4 โวลต์ ความต้านทานภายใน 0.2 โอห์ม จำนวน 3 ก้อนมาต่อแบบอนุกรม เพื่อเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า จงหาอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลของแบตเตอรี่ที่ต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

วิธีทำ

หาอีเอ็มเอฟสมมูลที่ต่อแบบอนุกรม

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \\ \varepsilon_t &= 2.4 + 2.4 + 2.4 \\ \varepsilon_t &= 7.2\ \text{V}\end{aligned}$$

หาความต้านทานภายในสมมูลที่ต่อแบบอนุกรม

$$\begin{aligned}r_t &= r_1 + r_2 + r_3 \\ r_t &= 0.2 + 0.2 + 0.2 \\ r_t &= 0.6\ \Omega\end{aligned}$$

ตอบ อีเอ็มเอฟสมมูลที่ต่อแบบอนุกรมมีค่าเท่ากับ 7.2 โวลต์ และความต้านทานภายในสมมูลที่ต่อแบบอนุกรมมีค่าเท่ากับ 0.6 โอห์ม

SmartMathPro × PHYSICS FARM

หาอีเอ็มเอฟสมมูลที่ต่อแบบขนาน

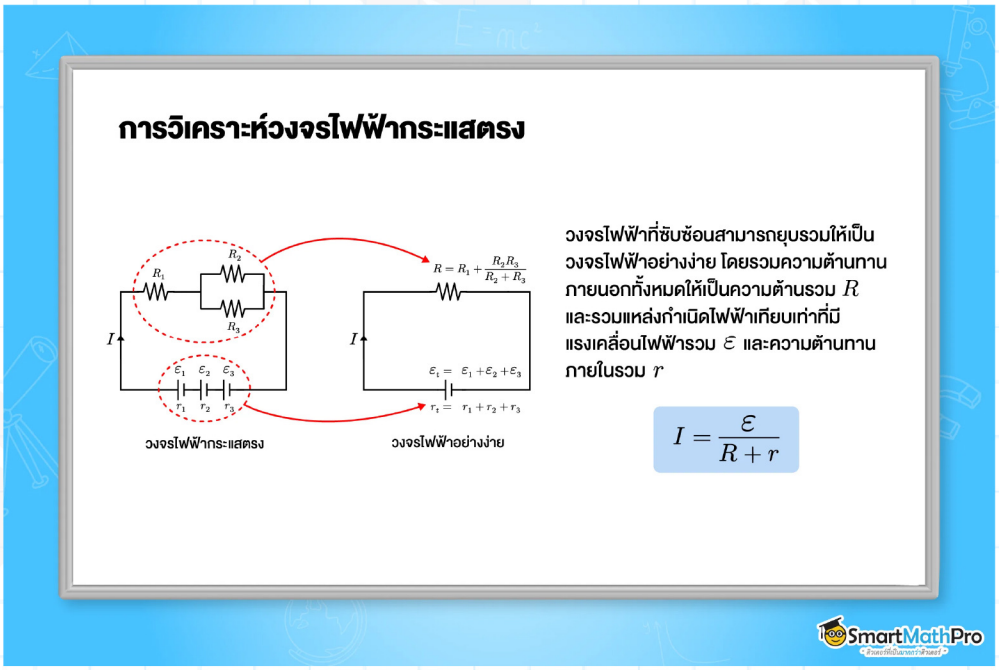
$$\varepsilon_t = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$$
$$\varepsilon_t = 2.4 \text{ V}$$

หาความต้านทานภายในสมมูลที่ต่อแบบขนาน

$$\frac{1}{r_t} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$$
$$\frac{1}{r_t} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.2}$$
$$\frac{1}{r_t} = \frac{3}{0.2}$$
$$r_t = \frac{0.2}{3} = 0.067\ \Omega$$

ตอบ อีเอ็มเอฟสมมูลที่ต่อแบบขนานมีค่าเท่ากับ 2.4 โวลต์ และความต้านทานภายในสมมูลที่ต่อแบบขนานมีค่าเท่ากับ 0.067 โอห์ม

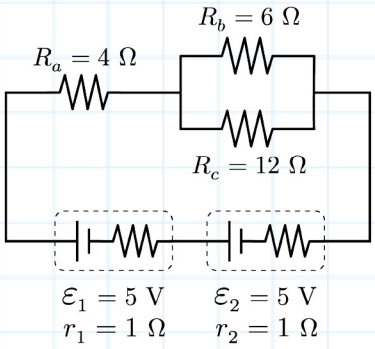
4.2 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง



SmartMathPro × PHYSICS FARM

ตัวอย่างโจทย์การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

จงหากระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน R_b ดังรูป



วิธีทำ

หา R_{bc}

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_{bc}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_{bc}} = \frac{2}{12} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_{bc}} = \frac{3}{12}$$

$$\frac{1}{R_{bc}} = \frac{1}{4}$$

$$R_{bc} = 4\ \Omega$$

หาความต้านทานภายนอกสมมูล

$$R = R_a + R_{bc}$$
$$R = 4 + 4$$
$$R = 8\ \Omega$$

หาอีเอ็มเอฟสมมูล

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$
$$\varepsilon = 5 + 5$$
$$\varepsilon = 10\ \text{V}$$

หาความต้านภายในสมมูล

$$r = r_1 + r_2$$
$$r = 1 + 1$$
$$r = 2\ \Omega$$

หากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร

$$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$$
$$I = \frac{10}{8+2}$$
$$I = \frac{10}{10}$$
$$I = 1\ \text{A}$$

SmartMathPro
ติวเตอร์ที่เป็นมากกว่าติวเตอร์
SmartMathPro ติวเตอร์ที่เป็นมากกว่าติวเตอร์
× PHYSICS FARM

หากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_b

เนื่องจาก ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมระหว่างปลายความต้านทาน R_b และ R_c มีค่าเท่ากัน จะได้ว่า

$V_b = V_c$

$I_b R_b = I_C R_C$

เนื่องจาก $I = I_b + I_C = 1$

$I_b(6) = (1 - I_b)(12)$

$I_b = 2 - 2I_b$

$3I_b = 2$

$I_b = \frac{2}{3}$ A

ตอบ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวต้านทาน R_b มีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3}$ แอมแปร์

SmartMathPro
"คิดเลขที่เป็นมากกว่าคิดเลข"
SmartMathPro × PHYSICS FARM

สูตรไฟฟ้ากระแส

สรุปสูตรเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแส

กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

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

กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

$$I = nev_dA$$

กฎของโอห์ม

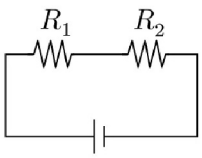
$$\Delta V = IR$$

สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำ

$$R = \rho\frac{l}{A} \qquad \sigma = \frac{1}{\rho}$$

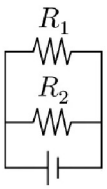
การต่อตัวต้านทาน

อนุกรม



$$I = I_1 = I_2 = \ldots$$
$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \ldots$$
$$R_t = R_1 + R_2 + \ldots$$

ขนาน



$$I = I_1 + I_2 + \ldots$$
$$\Delta V = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \ldots$$
$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$$

กระแสไฟฟ้ารวมในวงจร

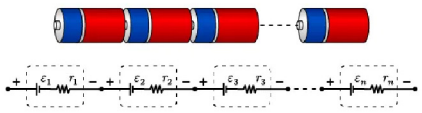
$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$$

กำลังไฟฟ้า

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

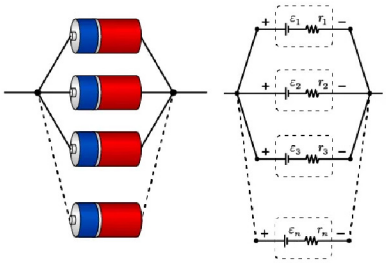
การต่อแบตเตอรี่

อนุกรม



$$\varepsilon_t = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \ldots + \varepsilon_n$$
$$r_t = r_1 + r_2 + r_3 \ldots + r_n$$

ขนาน



$$\varepsilon_t = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 \ldots = \varepsilon_n$$
$$\frac{1}{r_t} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} \ldots + \frac{1}{r_n}$$

SmartMathPro
ติวเตอร์ที่เป็นมากกว่าติวเตอร์

บนเส้นทางสู่เป้าหมาย ก้าวที่ยากที่สุด ... คือก้าวแรก

- พี่ฟาร์ม PhysicsFarm -

สนใจติวฟิสิกส์เพิ่มเติม online.smartmathpro.com