5

التيار والمقاومة



5.1 التيار الكهربائي

قناة قطوف فيزيائية

التيار الكهربائي :

الشحنة الكلية المارة عبر مقطع من الموصل في زمن محدد مقسومًا على هذا الزمن

$$i = \frac{q}{t} = \frac{d\,q}{d\,t} \qquad : q = ne$$

وحدة القياس :

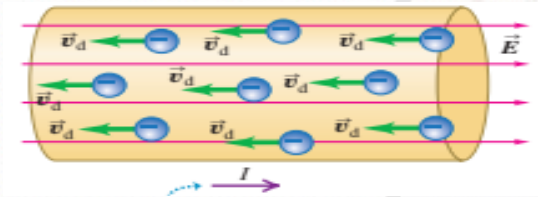
$$A = C/s$$

لحساب كمية الشحنة عبر مقطع من الموصل في زمن t :

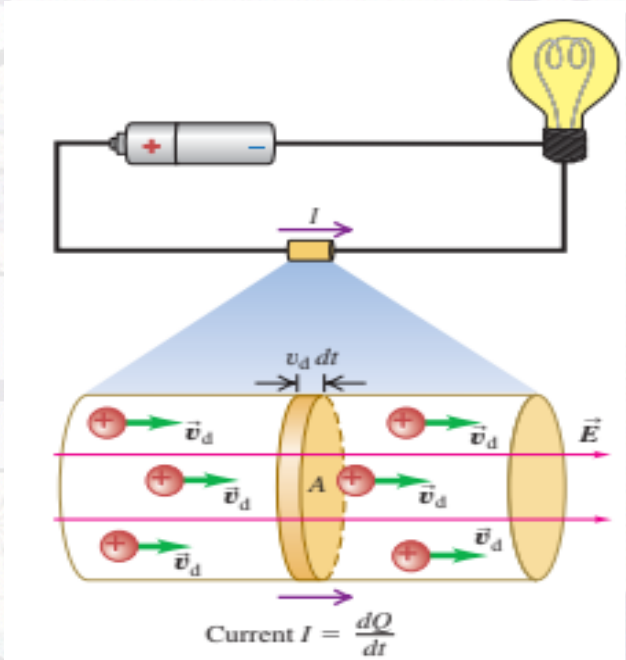
$$q = i\,t = \int_0^t i\,dt$$



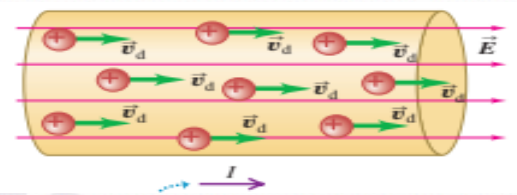
التيار الاصطلاحي والتيار الإلكتروني :



التيار الالكتروني

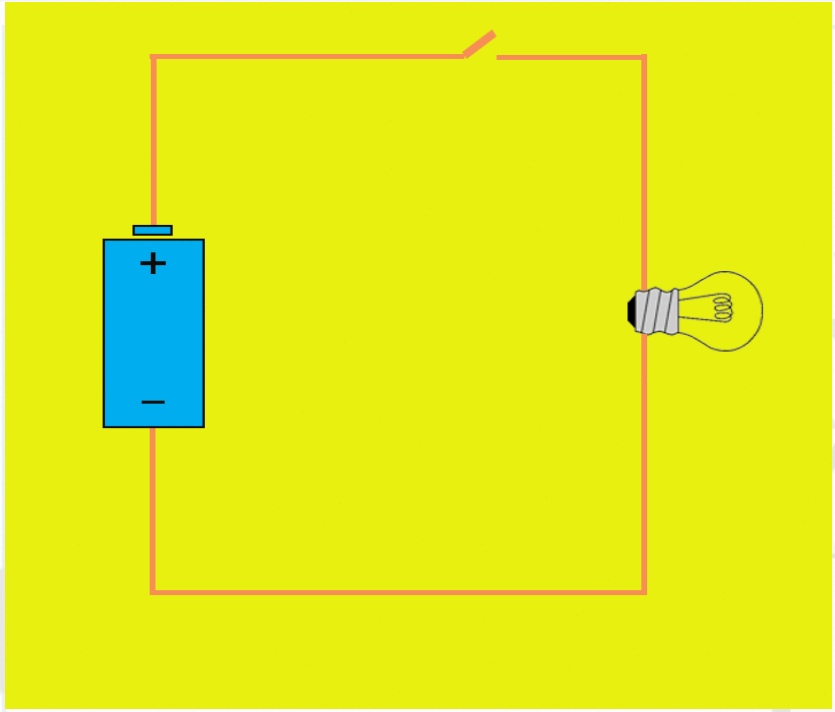


التيار الكهربائي



التيار الاصطلاحي

التيار الاصطلاحي : يُعرف باسم التيار الموجب وهو تيار يتدفق من الطرف الموجب إلى الطرف السالب خارج البطارية



الدائرة الكهربائية البسيطة

1- وجود مصدر لفرق الجهد (بطارية)

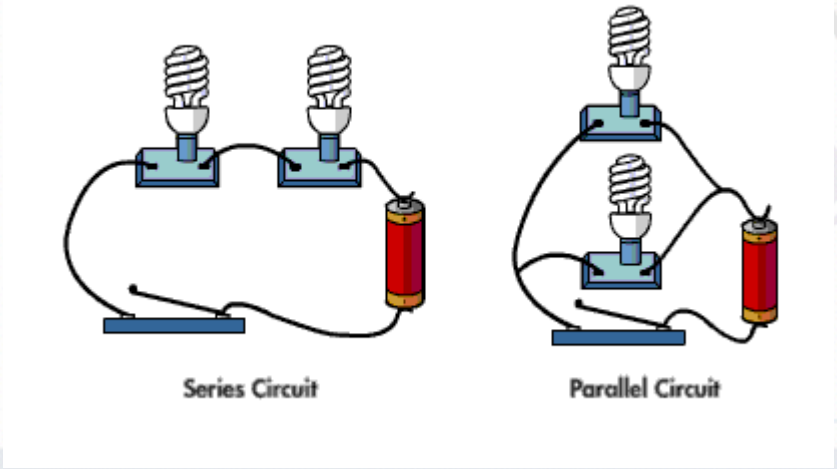
2- مقاوم لاستهلاك الطاقة (مصباح)

3- مسار مغلق لحركة الشحنات

التوصيل في الدوائر الكهربائية :

1- توصيل على التوالي

2- توصيل على التوازي

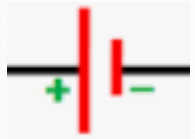


أنواع التيار الكهربائي

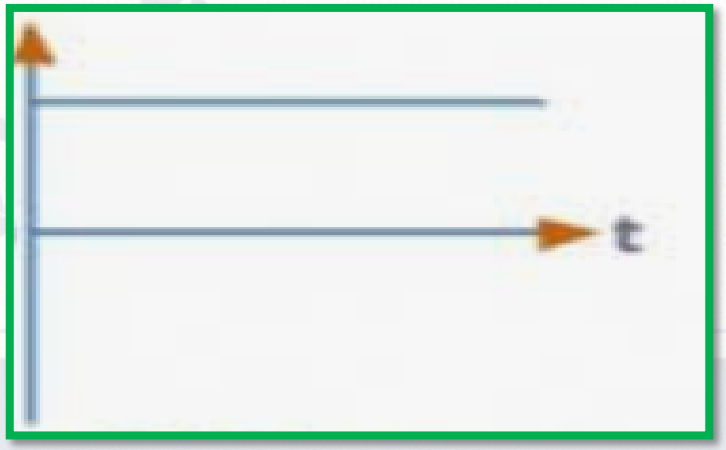
تيار مستمر

تيار ثابت الشدة موحد الإتجاه

مصدره : البطاريات



طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية



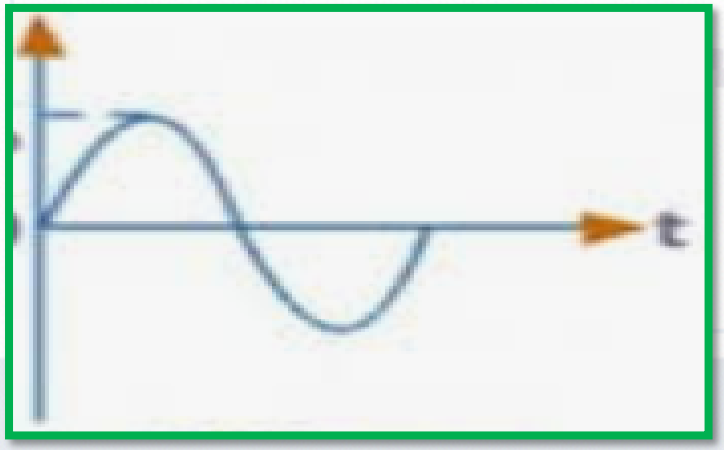
تيار متردد

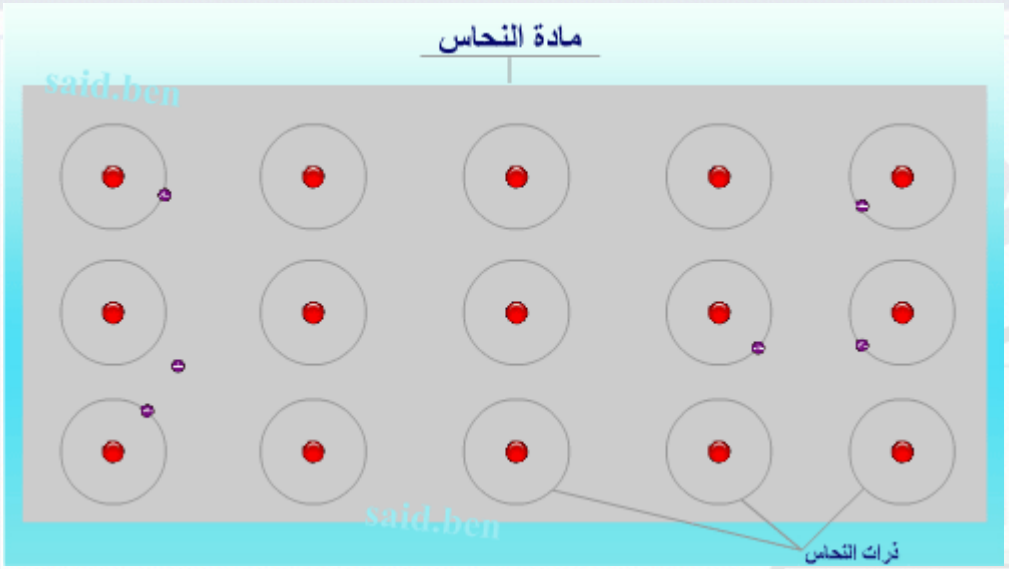
تيار متغير الشدة متغير الإتجاه

مصدره : المولدات



طاقة ميكانيكية إلى طاقة كهربائية



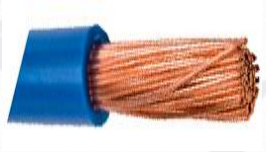


لاتمثل حركة الإلكترونات العشوائية في الموصل تياراً .

لأنها تتحرك بعشوائية في جميع الإتجاهات لذا تكون محصلة حركتها العشوائية صفر

حاملات الشحنة

المواد الصلبة
(الفلزات)



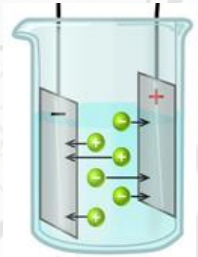
إلكترونات التكافؤ

المواد الصلبة
(اشباه الموصلات)



الثقوب (الفجوات) و الإلكترونات

المواد السائلة
(المحاليل الالكتروليتية)



الأيونات الموجبة و الأيونات السالبة

المواد الغازية
(الغازات المؤينة)



الأيونات الموجبة و الإلكترونات



تيار شدته $1mA$ يشعر به جسم الانسان في صورة وخز

تيار شدته $10mA$ يؤدي إلى انقباض العضلات إلى حد لايستطيع الإنسان إفلات السلك الحامل للتيار .

تيار شدته $100\ mA$ كافٍ لإيقاف القلب .

مثال 5.1 الإرحال الأيوني

تريد إحدى المرضات إعطاء 80 µg من الديكساميثازون في كعب لاعب كرة القدم المصاب. إذا استخدمت جهاز الإرحال الأيوني الذي يستخدم تيارًا بمقدار 0.14 mA، كما هو موضح في الشكل 5.4، فما المدة التي يستغرقها إعطاء جرعة واحدة؟ افترض أنَّ الأداة لها معدل حقن مقداره 650 µg/C وأنَّ التيار يتدفق بمعدل ثابت.

$$650\ \mu g \rightarrow 1\ C$$

$$80\ \mu g \rightarrow ??\ C$$

$$q = \frac{1 \times 80}{650} = 0.123\ C$$

$$i = \frac{q}{t}$$

$$t = \frac{q}{i} = \frac{0.123}{0.14 \times 10^{-3}} = 880\ s$$

$$t = 880\ s = 15\ min$$

سؤال الاختبار الذاتي 5.1

تم تصنيف البطارية المثالية AA القابلة للشحن بمقدار 700 mAh. ما المدة التي يمكن لهذه البطارية خلالها تزويد تيار بمقدار 100 µA؟

$$i = \frac{q}{t}$$

$$t = \frac{q}{i} = \frac{700 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-6}} = 7000\ h$$

5.28 كم عدد البروتونات في الحزمة التي تتحرك بسرعة قريبة من سرعة الضوء في معجل تيفاترون في مختبر فيرميلاب وتحمل 11 mA من التيار حول محيط طوله 6.3 km لحلقة تيفاترون الرئيسة؟

$$v = \frac{d}{t} \qquad t = \frac{d}{v} = \frac{6.3 \times 10^{3}}{3.0 \times 10^{8}} = 2.1 \times 10^{-5}\ s$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{n\,e}{t}$$

$$n = \frac{i \times t}{e} = \frac{11 \times 10^{-3} \times 2.1 \times 10^{-5}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.44 \times 10^{12}\ e$$

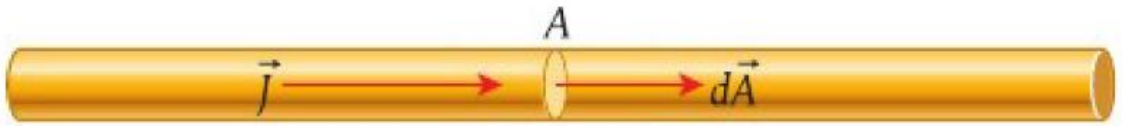
5

التيار والمقاومة

5.2 كثافة التيار



قناة قطوف فيزيائية



كثافة التيار J :

تُمثل التيار المتدفق لكل وحدة مساحة عبر الموصل .

لها نفس اتجاه السرعة المتجهة للشحنات الموجبة (عكس اتجاه حركة الشحنات السالبة)

$$i = \int \vec{J} . d\vec{A}$$

عندما يكون التيار منتظم وعمودي على المستوى يكون :

$$J = \frac{i}{A}$$

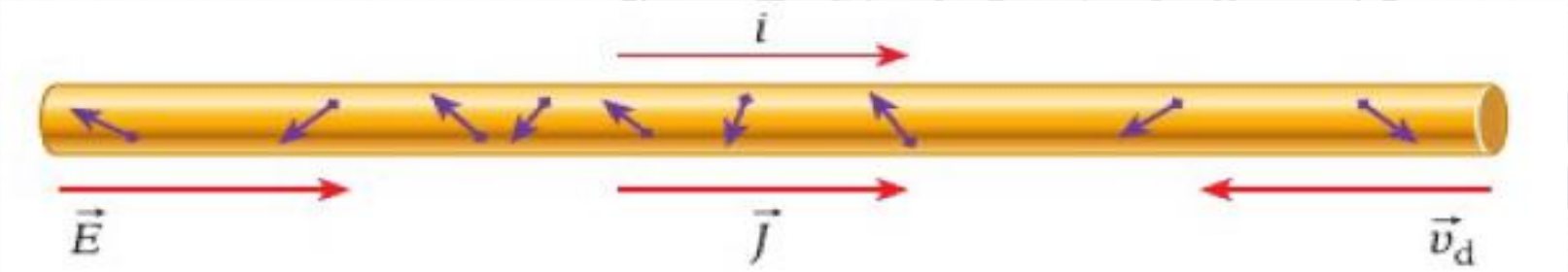
وحدة قياس كثافة التيار : A/m^2

موصل لا يمر به تيار : تتحرك إلكتروناته حركة عشوائية محصلتها صفر لا ينشأ عنها تيار كهربائي

موصل يمر به تيار : تتحرك إلكتروناته حركة عشوائية ولكن يكون لها سرعة انسياق $\overrightarrow{v_d}$ عكس اتجاه المجال المطبق .

مقدار السرعة العشوائية للإلكترونات كبير جدًا يصل إلى $10^6 m/s$

بينما مقدار سرعة الإنسياق ضئيل جدًا يصل إلى $10^{-4} m/s$



اتجاه سرعة الإنسياق يكون عكس اتجاه المجال المطبق والتيار الإصطلاحي وكثافة التيار

فسر : إضاءة المصباح فور غلق المفتاح بالرغم من أن سرعة الإنسياق صغيرة جدًا

لحظة غلق المفتاح ينشأ مجال كهربائي في جميع أجزاء الدائرة بسرعة الضوء تقريبًا مما يؤدي إلى حركة فورية لجميع الإلكترونات الحرة في الدائرة

الألمونيوم

$\rho = 2700\ kg/m^3$

$M = 26.89g$

5.29 ما كثافة التيار في سلك من الألمنيوم نصف قطره 1.00 mm ويحمل تيارًا شدته 1.00 mA؟ ما سرعة انسياق الإلكترونات التي تحمل هذا التيار؟ تبلغ كثافة الألومنيوم $2.70 \times 10^3\ kg/m^3$، ويحتوي المول الواحد من الألمنيوم على كتلة قدرها 26.98 g. يوجد إلكترون موصل واحد في كل ذرة ألمنيوم.

$$J = \frac{i}{A} = \frac{1.00 \times 10^{-3}}{\pi\,(1.00 \times 10^{-3})^2} = 318\ A/m^2$$

إثرائي

$$n = \frac{N\,\rho\,N_A}{M} = \frac{1 \times 2700 \times 6.02 \times 10^{23}}{26.89 \times 10^{-3}} = 6.04 \times 10^{28}\ e/m^3$$

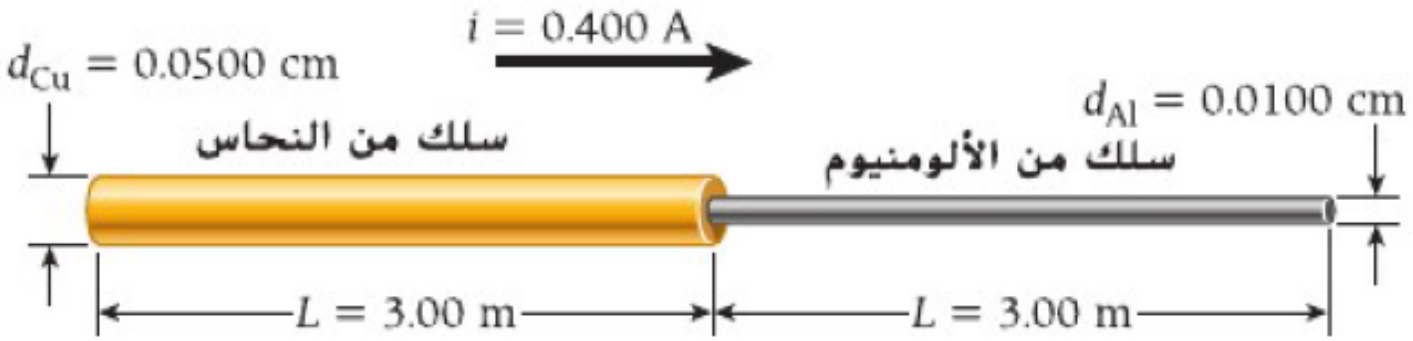
$$J = n\,e\,v_d$$

$$v_d = \frac{J}{ne} = \frac{318}{(6.04 \times 10^{28})\,(1.6 \times 10^{-19})} = 3.29 \times 10^{-8} m/s$$

5.30 سلك نحاسي قطره $d_{Cu} = 0.0500\ cm$، وطوله $3.00\ m$، وله كثافة حامل شحنة تبلغ $8.50 \cdot 10^{28}$ إلكترون لكل متر^3. كما هو مبين في الشكل، تم توصيل السلك النحاسي بسلك من الألمنيوم له الطول نفسه وقطره $d_{Al} = 0.0100\ cm$ وله كثافة حامل شحنة تبلغ 6.02×10^{28} إلكترون لكل متر^3. يتدفق تيار قدره $0.400\ A$ في السلك النحاسي.

a) ما نسبة كثافتي التيارين في السلكين، J_{Cu}/J_{Al}؟

b) ما نسبة سرعتي الانسياق في السلكين، v_{d-Cu}/v_{d-Al}؟



$$a)\quad \frac{J_{Cu}}{J_{Al}} = \frac{A_{Al}}{A_{Cu}}$$

$$\frac{J_{Cu}}{J_{Al}} = \frac{R_{Al}^2}{R_{Cu}^2} = \frac{(0.0100)^2}{(0.0500)^2} = \frac{1}{25}$$

$$b)\ J = n\,e\,v_d \qquad v_d = \frac{J}{ne} \qquad \frac{v_{d-Cu}}{v_{d-Al}} = \frac{J_{Cu}}{J_{Al}}\frac{n_{Al}}{n_{Cu}}$$

إثرائي

$$\frac{v_{d-Cu}}{v_{d-Al}} = \frac{1}{25} \times \frac{6.04 \times 10^{28}}{8.49 \times 10^{28}} = 0.0285$$

5.31 يتدفق تيار شدته 0.123 mA في سلك من الفضة تبلغ مساحة مقطعه العرضي $0.923\ mm^2$.

a) أوجد كثافة الإلكترونات داخل السلك، مفترضًا وجود إلكترون توصيل واحد في كل ذرة فضة.

b) أوجد كثافة التيار في السلك، مفترضًا أنَّ التيار منتظم.

c) أوجد سرعة انسياق الإلكترونات.

الفضة

$\rho = 1049\ kg/m^3$

$M = 107.9\ g/mol$

إثرائي

$$a)\ n = \frac{N\,\rho\,N_A}{M} = \frac{1 \times 1049 \times 6.02 \times 10^{23}}{107.9 \times 10^{-3}} = 5.85 \times 10^{27}\ e\ /m^3$$

$$b)\ J = \frac{i}{A} = \frac{0.123 \times 10^{-3}}{0.923 \times 10^{-6}} = 133\ \ A\ /m^2$$

إثرائي

$$c)\ \ J = n\,e\,v_d$$

$$v_d = \frac{J}{ne} = \frac{133}{(5.85 \times 10^{27})\,(1.6 \times 10^{-19})} = 1.42 \times 10^{-7} m/s$$

5 التيار والمقاومة

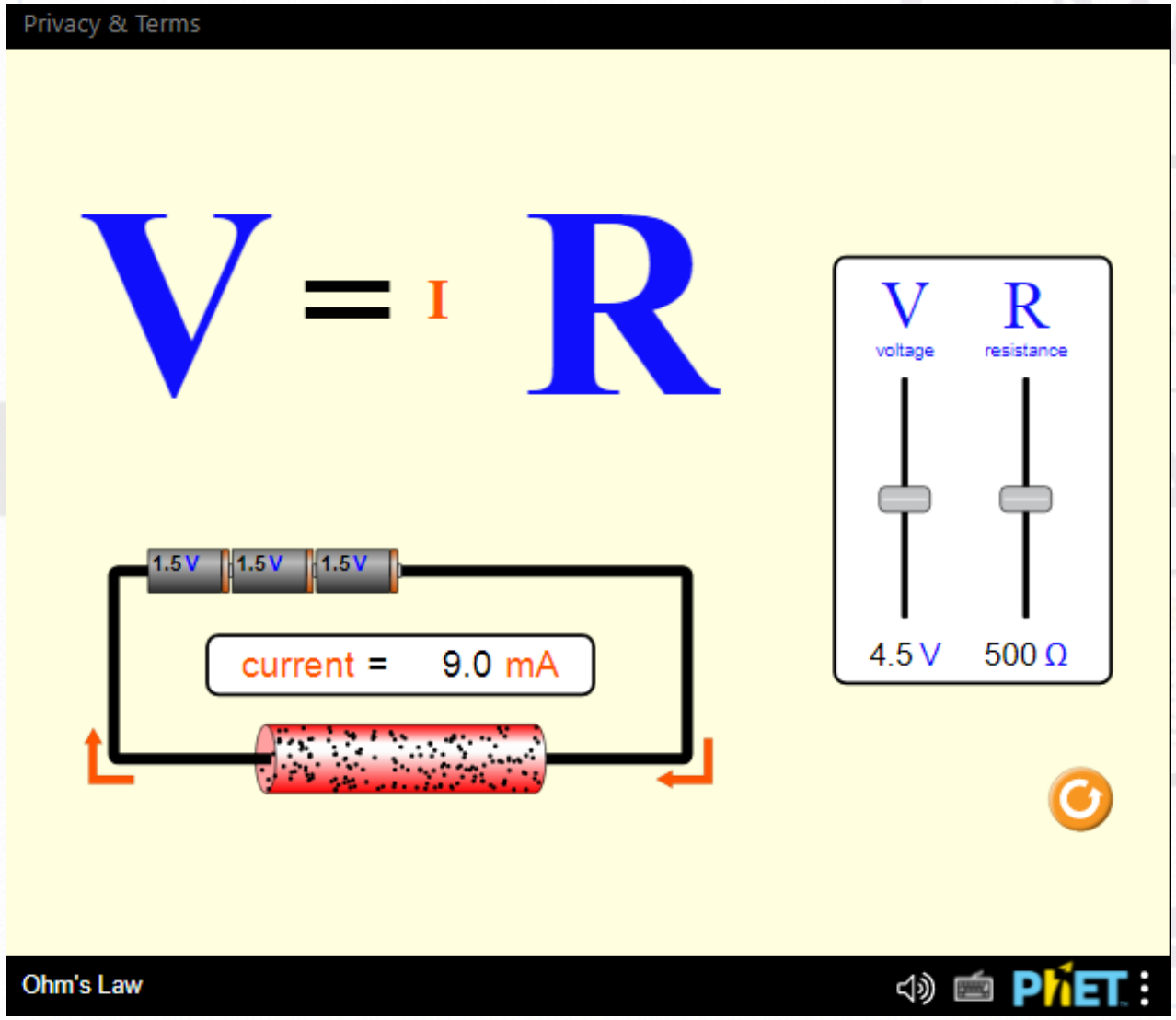


5.3 المقاومة النوعية والمقاومة

قناة قطوف فيزيائية

	الرمز	التعريف	وحدة القياس	العوامل التي يعتمد عليها
المقاومة	R	معاوقة الموصل لمرور التيار الكهربائي	Ω	نوع المادة – التصميم الهندسي درجة الحرارة
التوصيل	G	مقلوب المقاومة	$\Omega^{-1} = S$	نوع المادة – التصميم الهندسي درجة الحرارة
المقاومة النوعية	ρ	قياس مدى معاوقة المادة لمرور التيار الكهربائي	$\Omega.m$	نوع المادة – درجة الحرارة
الموصلية	σ	مقلوب المقاومة النوعية	$\Omega^{-1}.m^{-1}$ $= S.m^{-1}$	نوع المادة – درجة الحرارة

قانون أوم



عند ثبوت درجة الحرارة تتناسب شدة التيار المار في موصل طرديًا مع فرق الجهد بين طرفيه

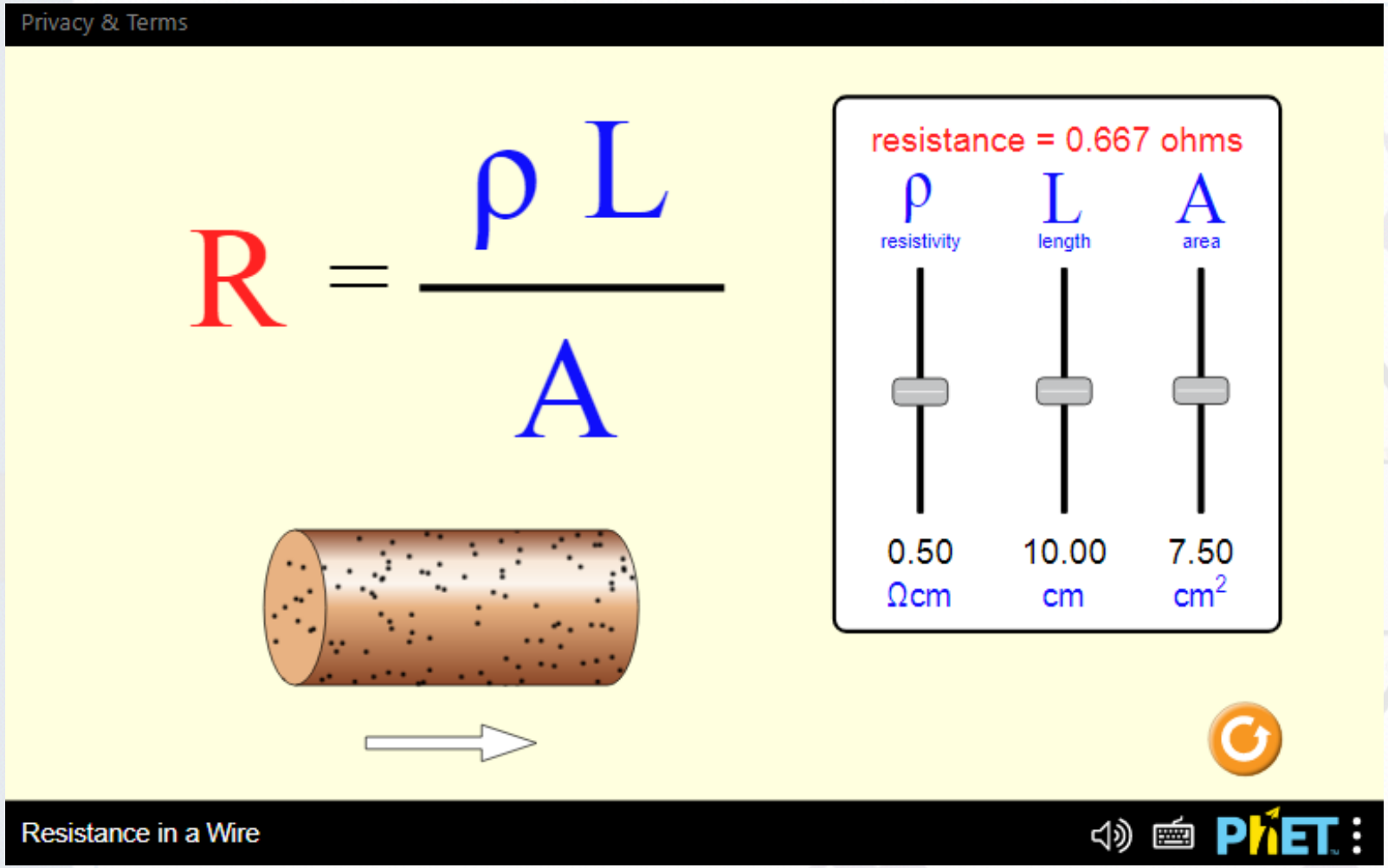
$$R = \frac{\Delta V}{i}$$

لايعتمد مقدار المقاومة الأومية على فرق الجهد المطبق أو شدة التيار المار فيها .

إذا زاد فرق الجهد المطبق بين طرفي مقاوم أومي للضعف فإن :

- شدة التيار : تزداد للضعف
- المقاومة : ثابتة

العوامل التي تعتمد عليها المقاومة الأومية



1- نوع المادة

2- طول الموصل : علاقة طردية

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

3- مساحة مقطع الموصل : علاقة عكسية

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{A_2}{A_1}$$

4- درجة الحرارة: تزداد المقاومية الأومية بزيادة درجة الحرارة بسبب زيادة معدل تصادمات حاملات الشحنة مع ذرات المادة عند ارتفاع درجة الحرارة

علاقات هامة

$$R = \frac{\Delta V}{i} \qquad G = \frac{i}{\Delta V}$$

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

$$\rho = \frac{E}{J}$$

إذا تضاعف طول موصل عند ثبات فرق الجهد بين طرفيه .

ماذا يطرأ على كلٍ من :

- المقاومة : تزداد للضعف
- التوصيل : يقل للنصف
- المقاومة النوعية : ثابتة
- الموصلية : ثابتة
- شدة التيار: تقل للنصف

إذا تضاعف نصف قطر موصل عند ثبات فرق الجهد بين طرفيه .

ماذا يطرأ على كلٍ من :

- المقاومة: تقل للربع
- التوصيل : تزداد أربعة أضعاف
- المقاومة النوعية : ثابتة
- الموصلية : ثابتة
- شدة التيار : تزداد أربعة أضعاف

مثال 5.2 مقاومة السلك النحاسي

تتميز الأسلاك القياسية التي يستخدمها فنيو الكهرباء في التوصيلات السكنية بمقاومة منخفضة جدًا

المسألة

ما مقدار مقاومة سلك نحاسي معيار 12 وطوله 100.0 m يُستخدم في توصيل المقابس الكهربائية في المنازل؟

المعيار AWG	d (in)	d (mm)	A (mm²)
000000	0.5800	14.733	170.49
00000	0.5165	13.120	135.20
0000	0.46	11.684	107.22
000	0.4096	10.405	85.029
00	0.3648	9.2658	67.431
0	0.3249	8.2515	53.475
1	0.2893	7.3481	42.408
	...		
8	0.1285	3.2636	8.3656
9	0.1144	2.9064	6.6342
10	0.1019	2.5882	5.2612
11	0.0907	2.3048	4.1723
12	0.0808	2.0525	3.3088
13	0.0720	1.8278	2.6240
14	0.0641	1.6277	2.0809
15	0.0571	1.4495	1.6502
16	0.0508	1.2908	1.3087
17	0.0453	1.1495	1.0378
18	0.0403	1.0237	0.8230
	...		
35	0.0056	0.1426	0.0160
36	0.005	0.1270	0.0127
37	0.0045	0.1131	0.0100
	...		

المادة	المقاومة النوعية، ρ، عند 20 °C ($10^{-8}\ \Omega\ m$)	معامل درجة الحرارة، α ($10^{-3}\ K^{-1}$)
الفضة	1.62	3.8
النحاس	1.72	3.9
الذهب	2.44	3.4
الألمنيوم	2.82	3.9
النحاس الأصفر	3.9	2
التنجستن	5.51	4.5
النيكل	7	5.9
الحديد	9.7	5
الفولاذ	11	5
التنتالوم	13	3.1
الرصاص	22	4.3
الكونستانتان	49	0.01
الفولاذ المقاوم للصدأ	70	1
الزئبق	95.8	0.89
النيكروم	108	0.4

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

$$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8})(100.0)}{3.3088 \times 10^{-6}}$$

$$R = 0.520\ \Omega$$

مراجعة المفاهيم 5.1

إذا تضاعف قطر السلك في المثال 5.2، فإنَّ مقاومته

a) تزيد بمعامل 4.

b) تزيد بمعامل 2.

c) ستبقى كما هي.

d) ستقل بمعامل 2.

e) ستقل بمعامل 4.

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

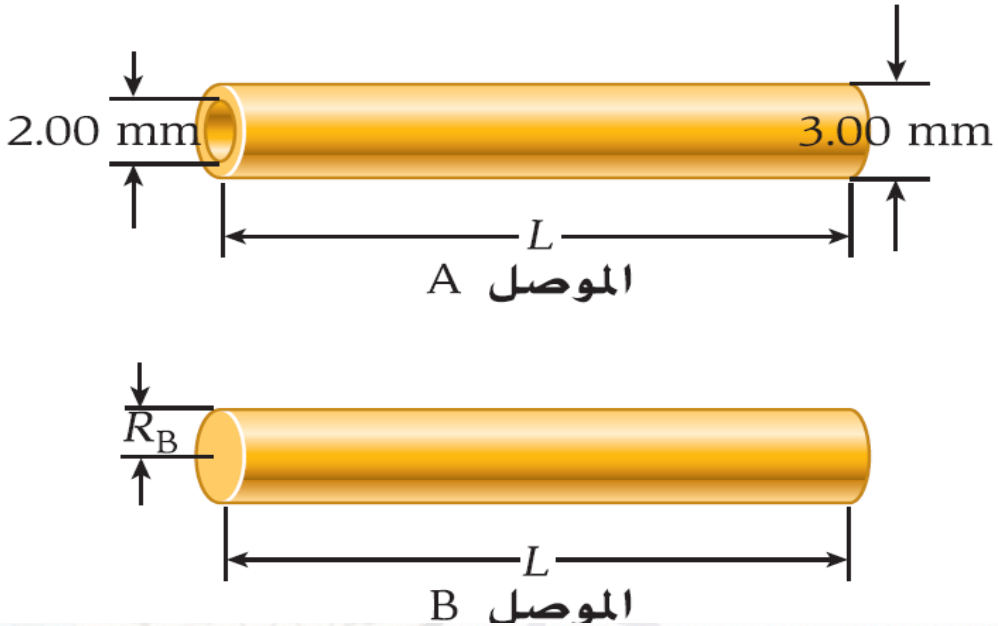
قطوف فيزيائية

5.32 ما مقاومة سلك نحاسي طوله $l = 10.9\ \text{m}$ وقطره $d = 1.30\ \text{mm}$؟
تبلغ المقاومة النوعية للنحاس $1.72 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$.

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

$$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8})\,(10.9)}{\pi\left(\frac{1.30 \times 10^{-3}}{2}\right)^2} = 0.141\ \Omega$$

5.33 موصلان مصنوعان من المادة نفسها ومتساويان في الطول L. الموصل A عبارة عن أنبوب مجوف قطره الداخلي 2.00 mm وقطره الخارجي 3.00 mm؛ الموصل B عبارة عن سلك مصمت نصف قطره R_B. ما قيمة R_B اللازم توافرها للموصلين لتكون لهم المقاومة نفسها المقيسة بين طرفيهما؟



$$R_1 = R_2$$

$$\frac{\rho\, l}{A_1} = \frac{\rho\, l}{A_2}$$

$$A_1 = A_2$$

$$\pi R_B^2 = \pi\,(R_{A2}^2 - R_{A1}^2)$$

$$R_B = \sqrt{R_{A2}^2 - R_{A1}^2} = \sqrt{1.50^2 - 1.00^2} = 1.12\ mm$$

5.35 ما معيار سلك من الألمنيوم له مقاومة لكل وحدة طول مماثلة لسلك نحاسي معيار 12؟

المعيار AWG	d (in)	d (mm)	A (mm²)
000000	0.5800	14.733	170.49
00000	0.5165	13.120	135.20
0000	0.46	11.684	107.22
000	0.4096	10.405	85.029
00	0.3648	9.2658	67.431
0	0.3249	8.2515	53.475
1	0.2893	7.3481	42.408
	...		
8	0.1285	3.2636	8.3656
9	0.1144	2.9064	6.6342
10	0.1019	2.5882	5.2612
11	0.0907	2.3048	4.1723
12	0.0808	2.0525	3.3088
13	0.0720	1.8278	2.6240
14	0.0641	1.6277	2.0809
15	0.0571	1.4495	1.6502
16	0.0508	1.2908	1.3087
17	0.0453	1.1495	1.0378
18	0.0403	1.0237	0.8230
	...		
35	0.0056	0.1426	0.0160
36	0.005	0.1270	0.0127
37	0.0045	0.1131	0.0100
	...		

المادة	المقاومة النوعية، ρ، عند 20 °C ($10^{-8}\ \Omega\ m$)	معامل درجة الحرارة، α ($10^{-3}\ K^{-1}$)
الفضة	1.62	3.8
النحاس	1.72	3.9
الذهب	2.44	3.4
الألمنيوم	2.82	3.9
النحاس الأصفر	3.9	2
التنجستن	5.51	4.5
النيكل	7	5.9
الحديد	9.7	5
الفولاذ	11	5
التنتالوم	13	3.1
الرصاص	22	4.3
الكونستانتان	49	0.01
الفولاذ المقاوم للصدأ	70	1
الزئبق	95.8	0.89
النيكروم	108	0.4

$$\frac{R_1}{l_1} = \frac{R_2}{l_2}$$

$$\frac{\rho_1}{A_1} = \frac{\rho_2}{A_2}$$

$$\frac{1.72 \times 10^{-8}}{3.3088} = \frac{2.82 \times 10^{-8}}{A_2}$$

$$A_2 = 5.42\ mm^2$$

5.36 رقاقة مستطيلة من السيليكون النقي، مقاومتها النوعية $\rho = 2300\ \Omega\ m$، وأبعادها $2.00\ cm$ و$3.00\ cm$ و$0.0100\ cm$. أوجد أقصى مقاومة لهذه الرقاقة المستطيلة بين أي وجهين.

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

$$R = \frac{(2300)\,(3.00 \times 10^{-2})}{(2.00 \times 10^{-2})(0.0100 \times 10^{-2})} = 3.5 \times 10^{7}\,\Omega$$

5.37• سلك نحاسي طوله 1.00 m ونصف قطره 0.500 mm تم تمديده ليصبح طوله 2.00 m، ما التغير الحادث في المقاومة في صورة كسر، $\Delta R/R$، الناتج عن تمديد السلك؟ ما النسبة $\Delta R/R$ لسلك مصنوع من الألمنيوم له الأبعاد الأولية نفسها؟

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \qquad \frac{\Delta R}{R} = \frac{\frac{\rho l_2}{A_2} - \frac{\rho l_1}{A_1}}{\frac{\rho l_1}{A_1}}$$

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\frac{2.00}{0.5A} - \frac{1.00}{A}}{\frac{1.00}{A}} = 3$$

5

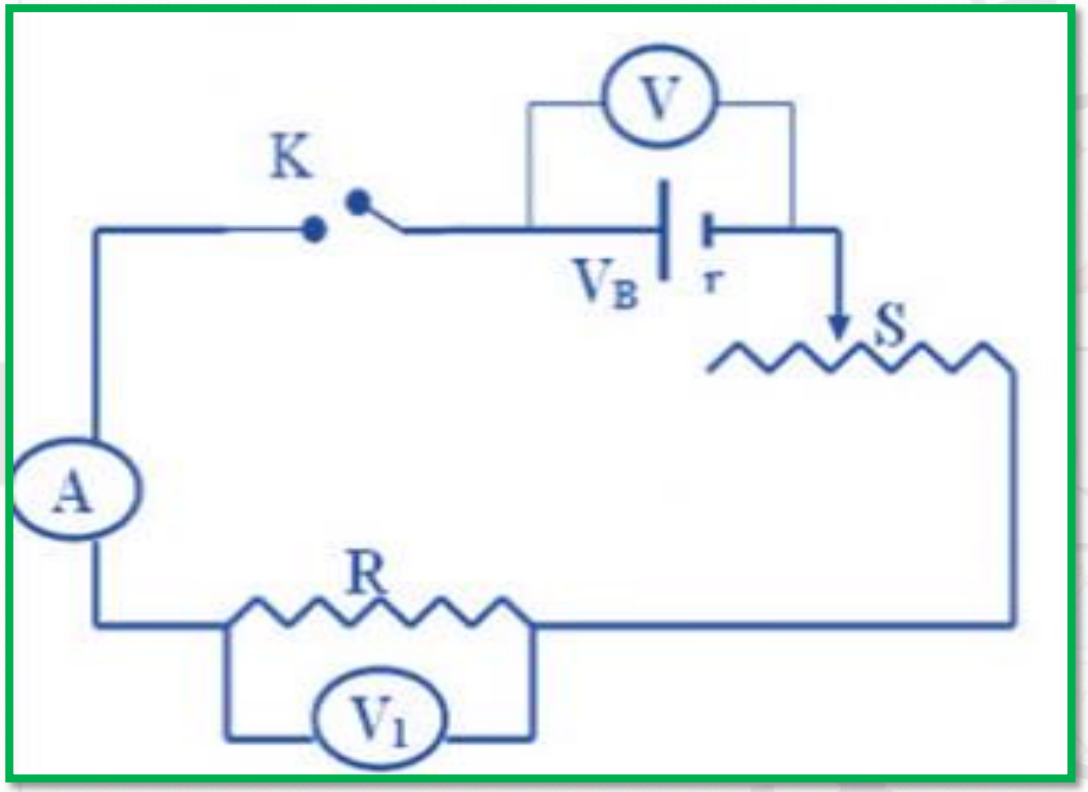
التيار والمقاومة

5.4 القوة الدافعة الكهربائية وقانون أوم



قناة قطوف فيزيائية

قارن بين قراءة كل فولتميتر في الحالتين :



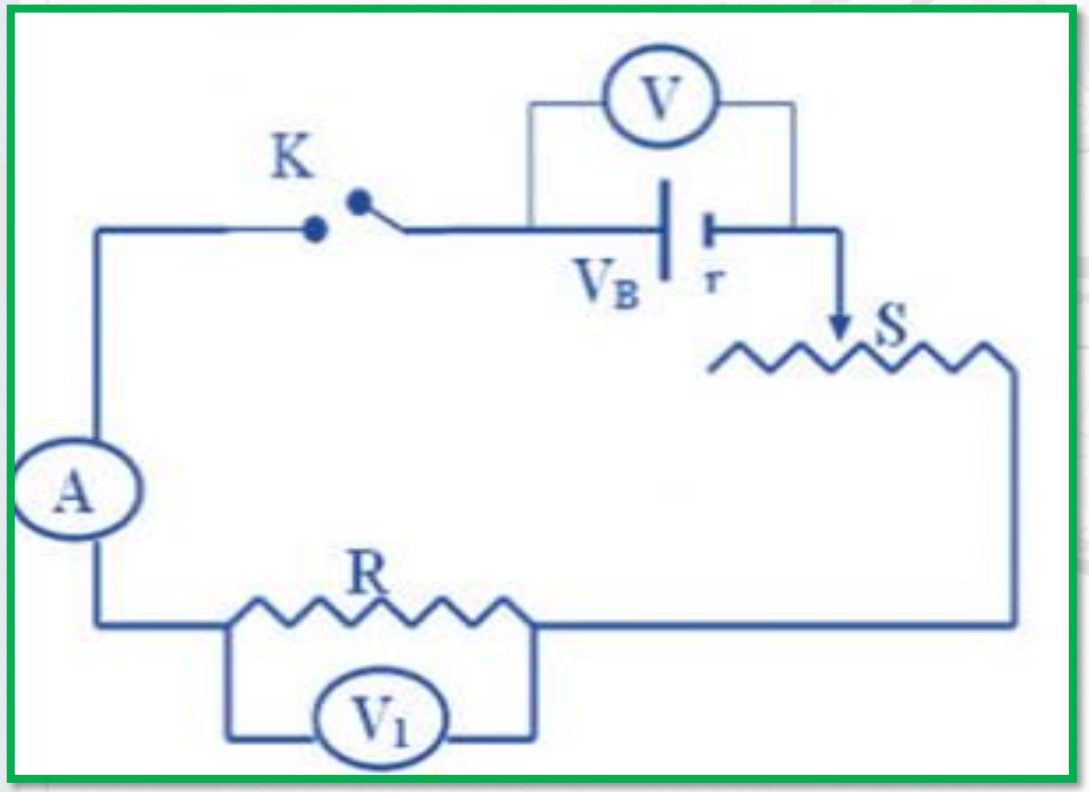
المفتاح مفتوح

المفتاح مغلق

القوة الدافعة الكهربائية V_{emf}

الشغل الكلي المبذول اللازم لنقل الشحنات داخل وخارج البطارية

فرق الجهد الكهربائي بين قطبي البطارية في حالة عدم مرور تيار كهربائي



$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i}$$

$$V_{emf} = i\,(R_{eq} + R_i)$$

$$\Delta V = V_{emf} - i\,R_i$$



سؤال الاختبار الذاتي 5.2

تم توصيل مقاوم مقاومته $R = 10.0\ \Omega$ بمصدر قوة دافعة كهربائية بفرق جهد $V_{emf} = 1.50\ V$. ما التيار المتدفق عبر الدائرة؟

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i}$$

$$i = \frac{1.50}{10.0 + 0} = 0.150\ A$$

5.40 تم استخدام فرق جهد 12.0 V على سلك مساحة مقطعه العرضي $4.50\ mm^2$ وطوله 1000 km، يبلغ التيار المتدفق عبر السلك 3.20×10^{-3} A.

a) ما مقاومة السلك؟

b) ما نوع هذا السلك؟

$$a)\ R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{12.0}{3.20 \times 10^{-3}} = 3750\Omega$$

$$b)\ R = \frac{\rho\, l}{A}$$

$$\rho = \frac{R\, A}{l} = \frac{3750 \times 4.50 \times 10^{-6}}{1000 \times 10^{3}} = 1.69 \times 10^{-6}\Omega.m$$

المادة	المقاومة النوعية، ρ، عند 20 °C ($10^{-8}\ \Omega\ m$)	معامل درجة الحرارة، α ($10^{-3}\ K^{-1}$)
الفضة	1.62	3.8
النحاس	1.72	3.9
الذهب	2.44	3.4
الألمنيوم	2.82	3.9
النحاس الأصفر	3.9	2
التنجستن	5.51	4.5
النيكل	7	5.9
الحديد	9.7	5
الفولاذ	11	5
التنتالوم	13	3.1
الرصاص	22	4.3
الكونستانتان	49	0.01
الفولاذ المقاوم للصدأ	70	1
الزئبق	95.8	0.89
النيكروم	108	0.4

5.41 يتم الترويج لنوع من بطاريات السيارة 12.0 V على أنها توفر "600 amps في الأجواء الباردة". بافتراض أنَّ هذا التيار هو الذي توفره البطارية عندما تكون أطرافها قصيرة، أي متصلة بمقاومة لا تذكر، حدد المقاومة الداخلية للبطارية. (مهم: **لا** تجرب مثل هذا التوصيل لأنه قد يكون قاتلًا)!

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i}$$

$$600 = \frac{12.0}{0 + R_i}$$

$$R_i = \frac{12.0}{600} = 2.0 \times 10^{-2}\Omega$$

5.42 سلك نحاسي نصف قطره $r = 0.0250\ cm$، وطوله $3.00\ m$، ومقاوميَّته $\rho = 1.72 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$، ويحمل تيارًا شدته $0.400\ A$، تبلغ كثافة حامل الشحنة للسلك 8.50×10^{28} إلكترون لكل متر^3.

a) ما المقاومة، R، للسلك؟

b) ما فرق الجهد الكهربائي، ΔV، عبر السلك؟

a) ما المجال الكهربائي، E، داخل السلك؟

$$a)\ R = \frac{\rho\, l}{A}$$

$$R = \frac{(1.72 \times 10^{-8})\,(3.00)}{\pi\,(0.0250 \times 10^{-2})^2} = 0.263\Omega$$

$$b)\ R = \frac{\Delta V}{i}$$

$$\Delta V = i\,R = 0.400 \times 0.263 = 0.105\ V$$

$$c)\ E = \frac{\Delta V}{l}$$

$$E = \frac{0.105}{3.00} = 3.5 \times 10^{-2} V/m$$

$$c)\ \rho = \frac{E}{J}$$

قطوف فيزيائية

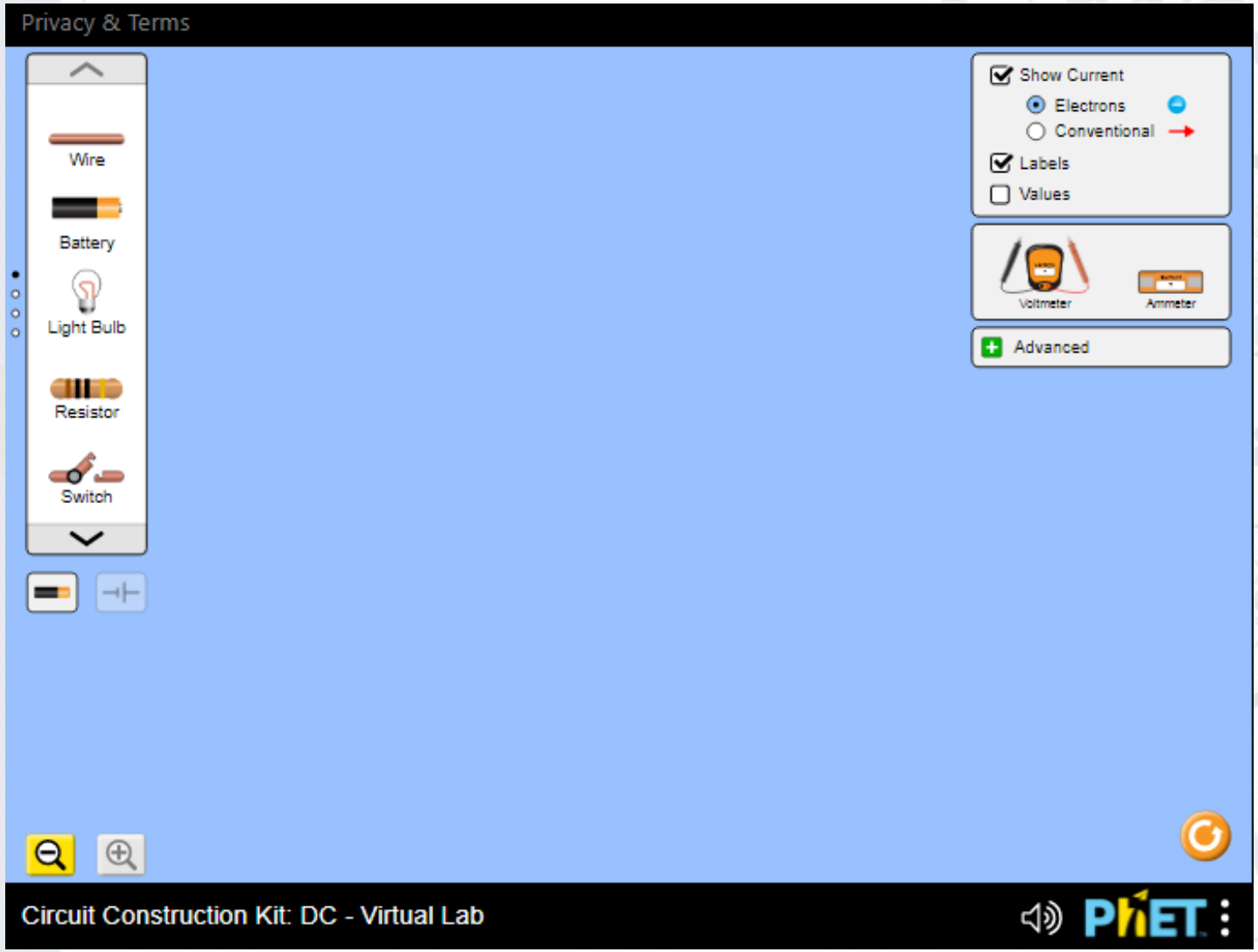
5 التيار والمقاومة

5.5 توصيل المقاومات على التوالي



قناة قطوف فيزيائية

دوائر التوالي : الدوائر الكهربائية التي تُوفر مسارًا وحيدًا لمرور التيار الكهربائي



خواص دائرة التوالي :

1- شدة التيار متساوية

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

2- يتوزع فرق الجهد

$$V_{emf} = \Delta V_1 + \Delta V_2 + \Delta V_3$$

3- المقاومة الأكبر لها جهد أكبر

4- المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

5- المقاومة المكافئة أكبر من أكبر مقاومة

سطوع المصابيح في دوائر التوالي

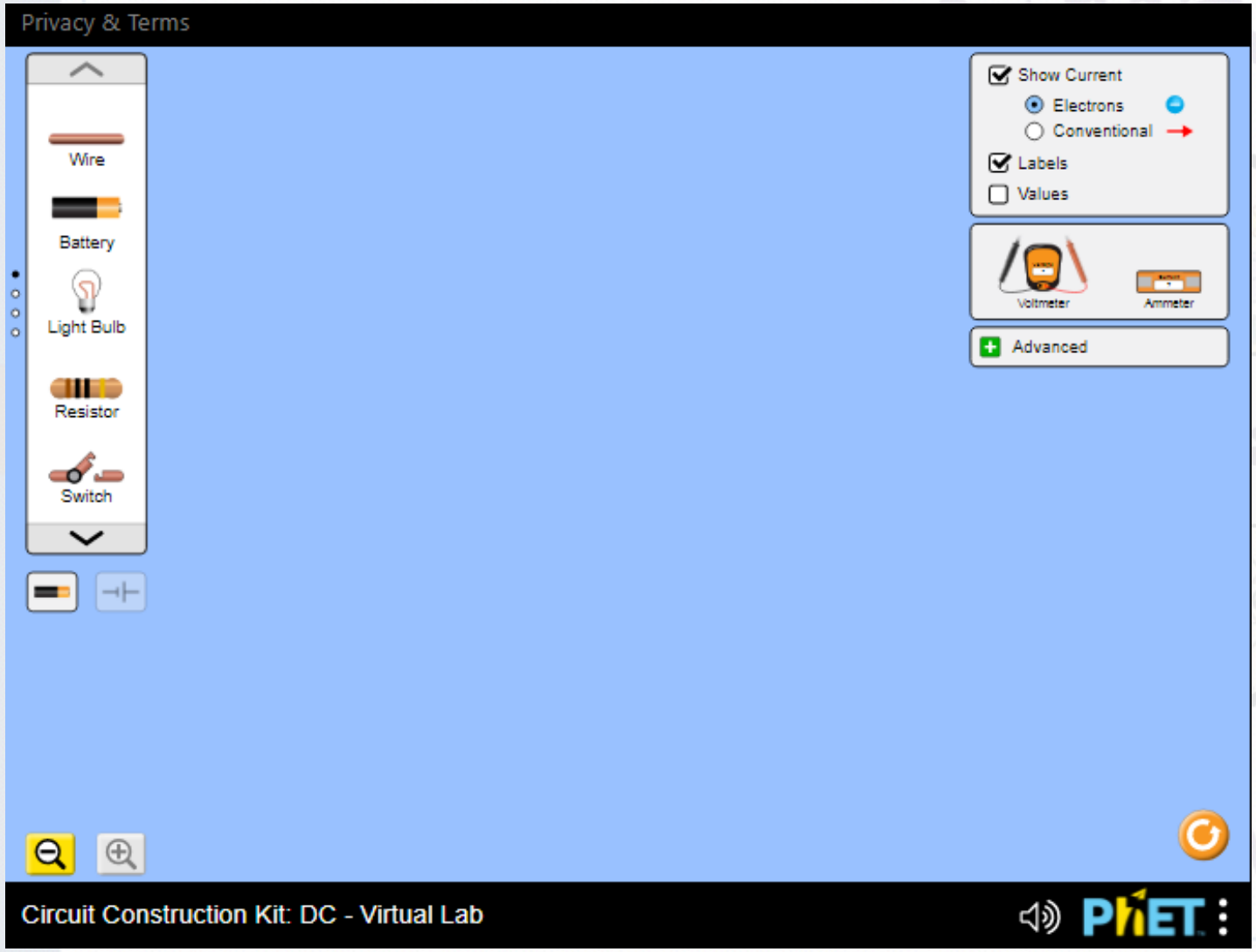
يتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفي المصباح

يتناسب طردياً مع مقاومة المصباح

إذا احترق مصباح تنطفئ باقي المصابيح

عند إضافة مصباح على التوالي :
تزداد المقاومة المكافئة
تقل شدة التيار الكلية
يقل سطوع كل مصباح

عند توصيل سلك بين طرفي مصباح :
ينطفئ هذا المصباح



مراجعة المفاهيم 5.3

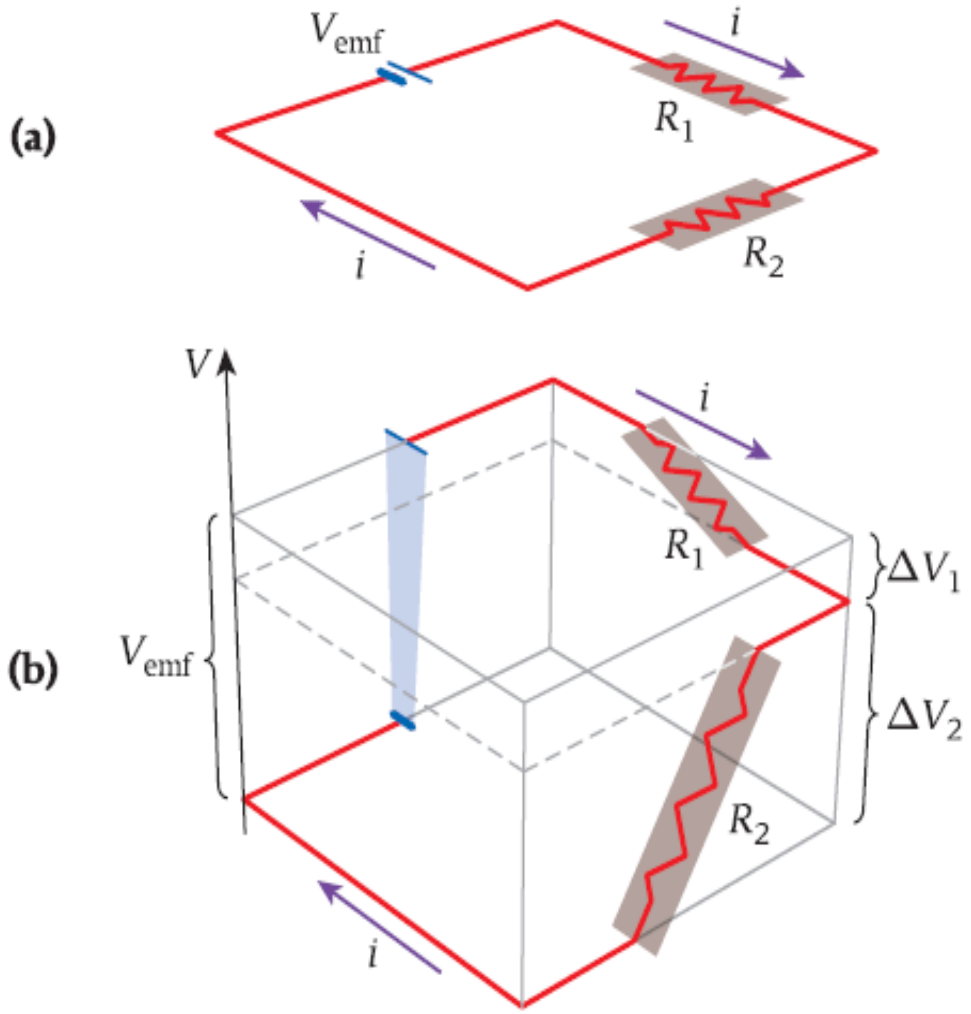
أي الآتية صحيح للمقاومتين في الشكل 5.13؟

a) $R_1 < R_2$

b) $R_1 = R_2$

c) $R_1 > R_2$

d) المعلومات المعطاة في الشكل غير كافية لمقارنة المقاومتين.



مثال 5.3 المقاومة الداخلية للبطارية

عند عدم اتصال البطارية في دائرة ما، يكون فرق الجهد عبر طرفيها V_t. عند توصيل البطارية على التوالي مع مقاوِم له مقاومة R، يمر التيار i عبر الدائرة. عند تدفق التيار، تكون قيمة فرق الجهد، V_{emf}، عبر طرفي البطارية أقل من V_t. يحدث هذا الانخفاض لأنَّ البطارية لها مقاومة داخلية، R_i، والتي يمكن التفكير فيها كمقاومة متصلة على التوالي مع المقاوِم الخارجي (الشكل 5.14). أي أنَّ،

$$V_t = iR_{eq} = i(R + R_i)$$

تمثل الأسطوانة الرمادية البطارية في الشكل 5.14. وتمثل النقطتين A وB طرفي البطارية.

المسألة

افترض أنَّ بطارية لها $V_t = 12.0\ V$ عند عدم اتصالها بالدائرة. عند اتصال مقاوِم $10.0\text{-}\Omega$ بالبطارية، تنخفض قيمة فرق الجهد عبر طرفي البطارية إلى $10.9\ V$. ما قيمة المقاومة الداخلية للبطارية؟

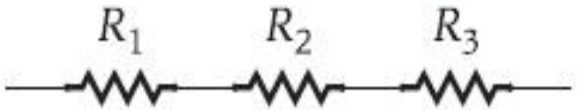
$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i} = \frac{\Delta V}{R_{eq}} \qquad i = \frac{10.9}{10.0} = 1.09\ A$$

$$R_i = \frac{V_{emf} - \Delta V}{i}$$

$$R_i = \frac{12.0 - 10.9}{1.09} = 1.01\Omega$$

مراجعة المفاهيم 5.4

تم توصيل ثلاث مقاوِمات متماثلة، R_1 و R_2 و R_3، معًا كما هو مبين في الشكل. تيار كهربائي يتدفق خلال ثلاث مقاوِمات. يساوي التيار المتدفق خلال R_2



a) التيار نفسه المتدفق خلال R_1 و R_3.

b) ثلث التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

c) ضعف التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

d) ثلاثة أضعاف التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

e) لا يمكن تحديده.

قطوف فيزيائية

5.44 تم توصيل مقاوم مجهول المقاومة ومقاوم تبلغ مقاومته 35.0 Ω بجهاز قوة دافعة كهربائية 120 V بطريقة تسمح بتدفق تيار شدته 11.0 A. ما قيمة المقاومة المجهولة؟

$$R_{eq} = \frac{V_{emf}}{i}$$

$$R_{eq} = \frac{120}{11.0} = 10.9\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{10.9} = \frac{1}{35.0} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_2 = 15.8\,\Omega$$

5.45 بطارية لها فرق جهد قدره 14.50 V في حالة عدم توصيلها بدائرة كهربائية. عندما تم توصيل مقاوم مقاومته 17.91 Ω بطرفي البطارية، هبط فرق الجهد إلى 12.68 V. ما قيمة المقاومة الداخلية للبطارية؟

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i} = \frac{\Delta V}{R_{eq}} \qquad i = \frac{12.68}{17.91} = 0.708A$$

$$R_i = \frac{V_{emf} - \Delta V}{i}$$

$$R_i = \frac{14.50 - 12.68}{0.708} = 2.57\ \Omega$$

5.46 عندما يتم توصيل بطارية بمقاوم مقاومته Ω 100، تكون شدة التيار 4.00 A. عندما يتم توصيل البطارية نفسها بمقاوم مقاومته Ω 400، تكون شدة التيار 1.01 A. أوجد القوة الدافعة الكهربائية التي وفرتها البطارية والمقاومة الداخلية للبطارية.

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq} + R_i}$$

$$V_{emf} = i(R + R_i)$$

$$V_{emf} = 4.00(100 + R_i) \qquad V_{emf} = 1.01(400 + R_i)$$

$$4.00(100 + R_i) = 1.01(400 + R_i)$$

$$400 + 4R_i = 404 + 1.01R_i$$

$$R_i = \frac{404 - 400}{4 - 1.01} = 1.34\ \Omega$$

$$V_{emf} = 4.00(100 + R_i)$$

$$V_{emf} = 4.00(100 + 1.34) = 405\ V$$

• **5.47** تم توصيل مصباح ضوئي بمصدر قوة دافعة كهربائية. يوجد انخفاض جهد بمقدار 6.20 V عبر المصباح الضوئي ويتدفق تيار شدته 4.10 A خلال المصباح الضوئي.

a) ما مقاومة المصباح الضوئي؟

b) تم توصيل مصباح ضوئي ثانٍ مطابق للأول على التوالي بالمصباح الأول. أصبح انخفاض الجهد عبر المصباحين 6.29 V، وشدة التيار المتدفق خلال المصباحين 2.90 A، احسب مقاومة كل مصباح.

c) لماذا تختلف إجابتا الجزأين (a) و(b)؟

$$a)\ R = \frac{V_{emf}}{i}$$

$$R = \frac{6.20}{4.10} = 1.51\Omega$$

$$b)\ R_{eq} = \frac{V_{emf}}{i}$$

$$R_{eq} = \frac{6.29}{2.90} = 2.17\ \Omega$$

$$R_{\text{مصباح}} = \frac{2.17}{2} = 1.08\Omega$$

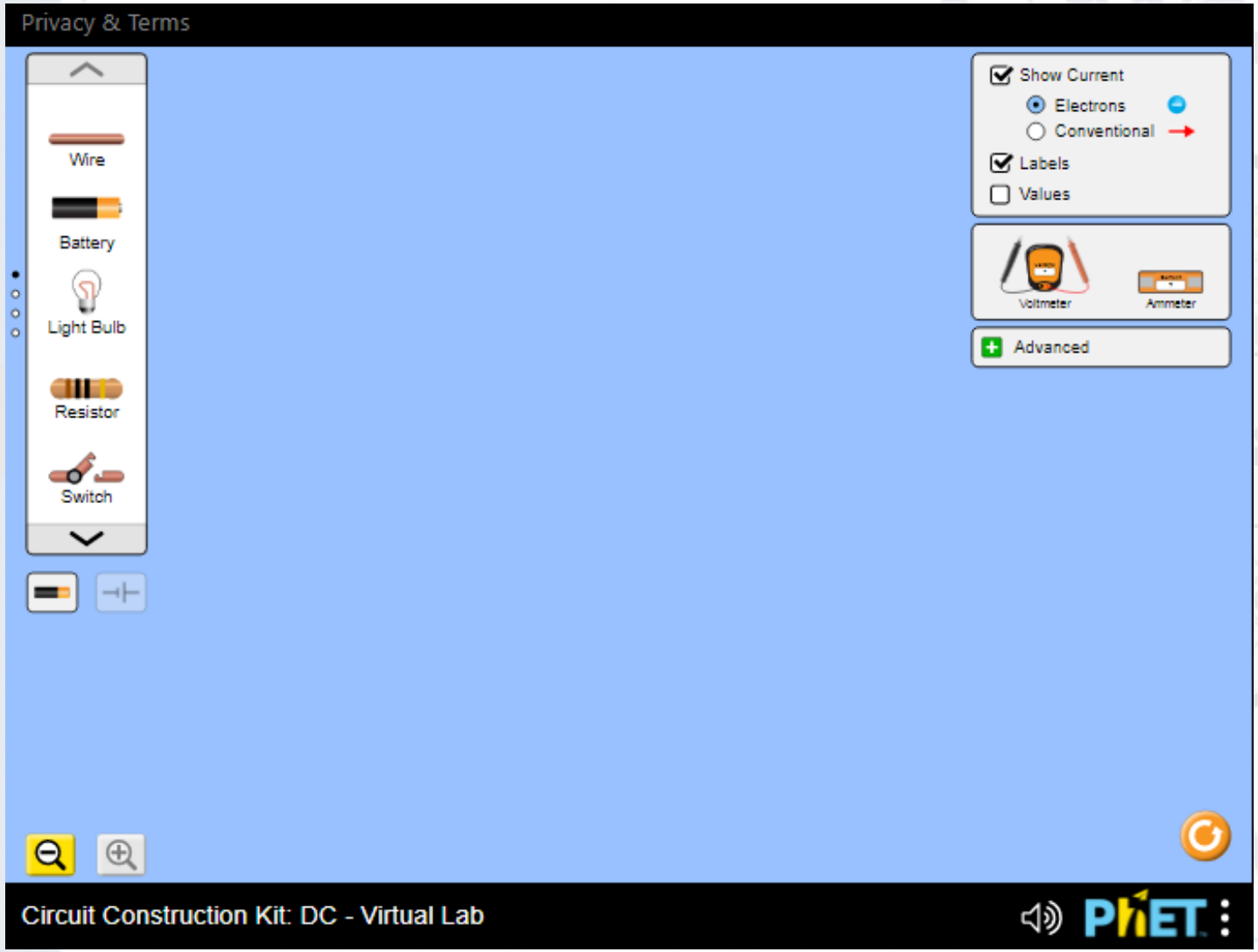
5 التيار والمقاومة

5.6 توصيل المقاومات على التوازي



قناة قطوف فيزيائية

دوائر التوازي : الدوائر الكهربائية التي تُوفر عدة مسارات لمرور التيار الكهربائي



خواص دائرة التوازي :

1- يتجزأ التيار

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

2- فرق الجهد ثابت

$$V_{emf} = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$$

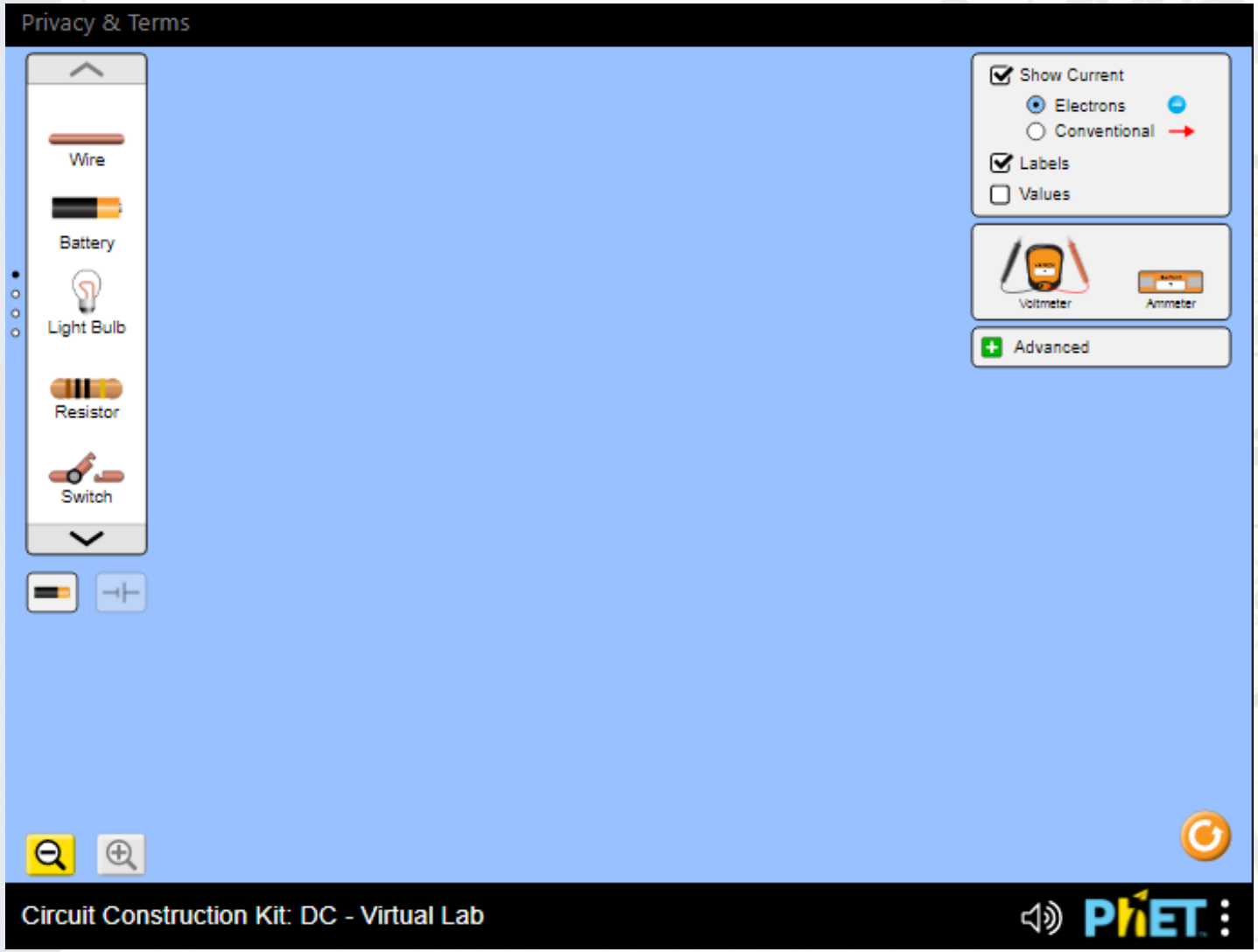
3- المقاومة الأكبر يمر بها تيار أقل

4- المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)^{-1}$$

5- المقاومة المكافئة أصغر من أصغر مقاومة

سطوع المصابيح في دوائر التوازي



يتناسب طردياً مع شدة التيار

يتناسب عكسياً مع مقاومة المصباح

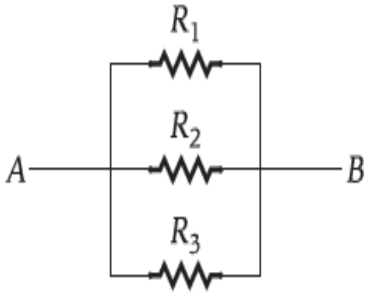
إذا احترق مصباح لاتتأثر باقي المصابيح

عند إضافة مصباح على التوازي :
تقل المقاومة المكافئة
تزداد شدة التيارالكلي
لايتأثر سطوع كل مصباح

عند توصيل سلك بين طرفي مصباح :
تنطفئ جميع المصابيح (دائرة قصر)

مراجعة المفاهيم 5.5

تم توصيل ثلاث مقاومات متماثلة، R_1 و R_2 و R_3، معًا كما هو مبين في الشكل. وبتدفق تيار كهربائي من النقطة A إلى النقطة B. التيار المتدفق خلال R_2 يساوي



a) التيار نفسه المتدفق خلال R_1 و R_3.

b) ثلث التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

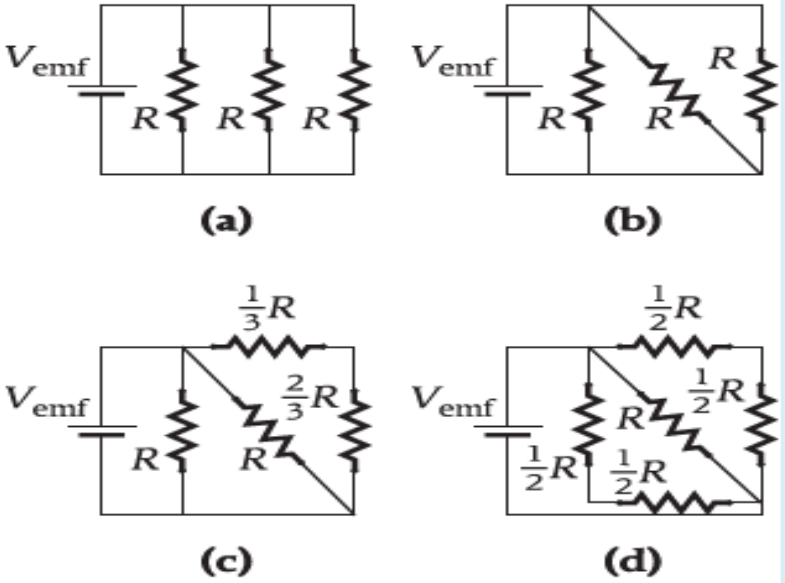
c) ضعف التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

d) ثلاثة أمثال التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

e) لا يمكن تحديده.

مراجعة المفاهيم 5.6

أي مجموعة من المقاوِمات لها المقاومة المكافئة الأعلى؟



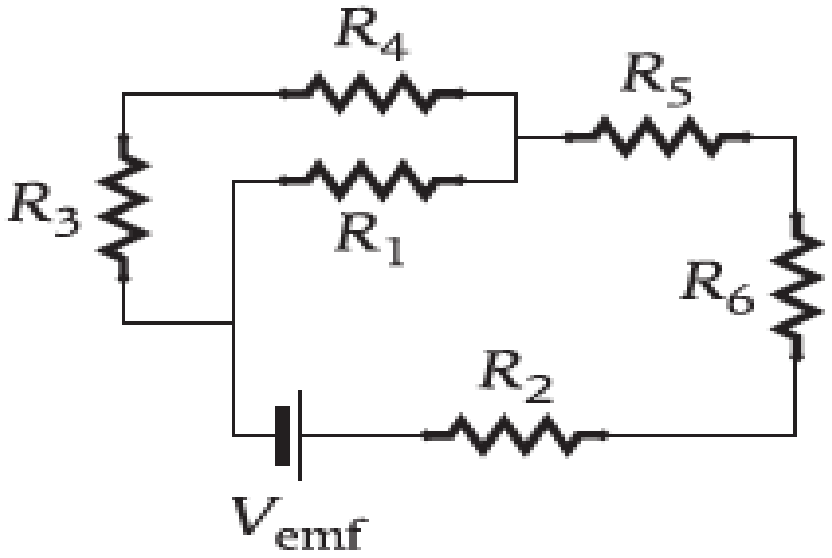
a) المجموعة (a)

b) المجموعة (b)

c) المجموعة (c)

d) المجموعة (d)

e) المجموعات الأربع لها المقاومة المكافئة نفسها.



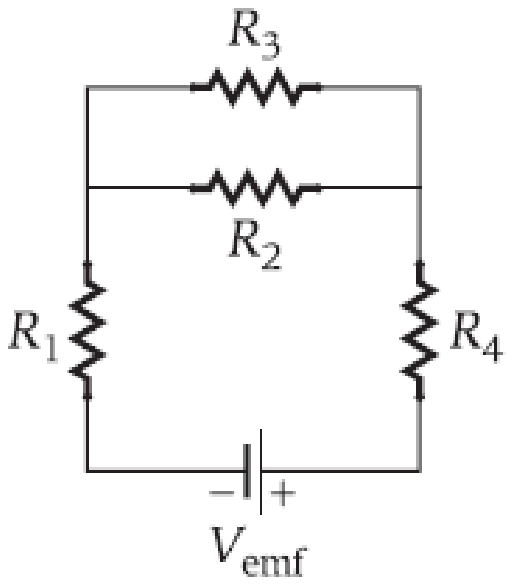
إذا علمت أن مقدار كل مقاومة في الشكل المقابل (6.0Ω)

احسب المقاومة المكافئة للدائرة

$$R_{34} = 6.0 + 6.0 = 12\ \Omega$$

$$R_{134} = \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{6}\right)^{-1} = 4\ \Omega$$

$$R_{eq} = 6 + 6 + 6 + 4 = 22\Omega$$



مسألة محلولة 5.3 انخفاض الجهد عبر مقاوِم في دائرة كهربائية

المسألة

تتضمن الدائرة الكهربائية الموضَّحة في الشكل 5.20a أربع مقاومات وبطارية لها $V_{emf} = 149\ V$ وقيم المقاوِمات الأربع هي $R_1 = 17.0\ \Omega$، و$R_2 = 51.0\ \Omega$، و$R_3 = 114.0\ \Omega$، و$R_4 = 55.0\ \Omega$. ما مقدار انخفاض الجهد عبر المقاوم R_2؟

$$R_{23} = \left(\frac{1}{51.0} + \frac{1}{114.0}\right)^{-1} = 35.2\ \Omega$$

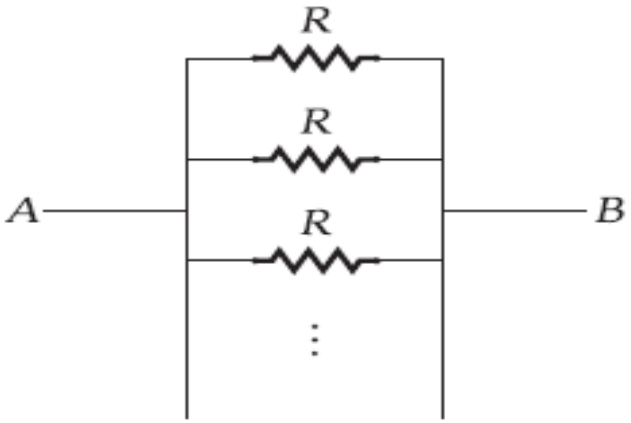
$$R_{eq} = 17.0 + 35.2 + 55.0 = 107.2\Omega$$

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{149}{107.2} = 1.39A$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = i_{23}R_{23} = 1.39 \times 35.2 = 48.9\ V$$

مراجعة المفاهيم 5.7

كلما أضيف المزيد من المقاوِمات المتطابقة، R، إلى الدائرة المبينة في الشكل، فإنَّ المقاومة بين النقطتين A و B سوف



a) تزيد.

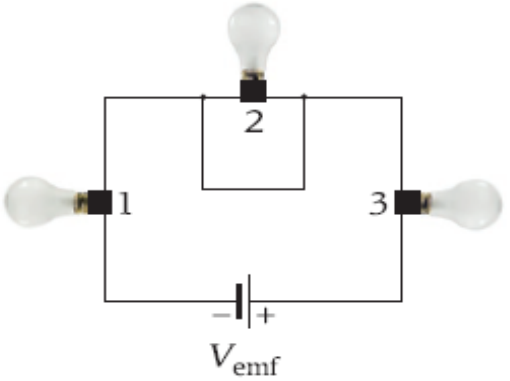
b) تظل كما هي.

c) تقل.

d) تتغير بشكل لا يمكن التنبؤ به.

مراجعة المفاهيم 5.8

تم توصيل ثلاثة مصابيح ضوئية على التوالي ببطارية تنتِج فرق جهد ثابتًا، V_{emf}. عندما يتم توصيل سلك بالمصباح الكهربائي 2 كما هو مبين في الشكل، فإنَّ المصباحين الكهربائيين 1 و3 سوف



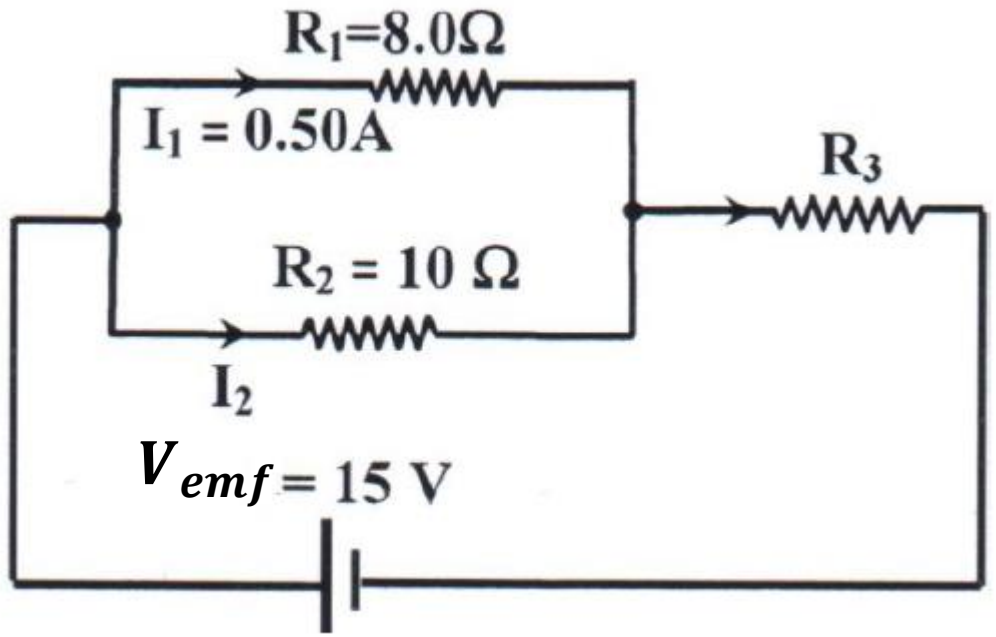
a) يضيئان بالسطوع نفسه كما كانا قبل توصيل السلك.

b) يضيئان بسطوع أكبر من سطوعهما قبل توصيل السلك.

c) يضيئان بسطوع أقل من سطوعهما قبل توصيل السلك.

d) ينطفئان.

من خلال الشكل المقابل : احسب مقدار المقاومة R_3



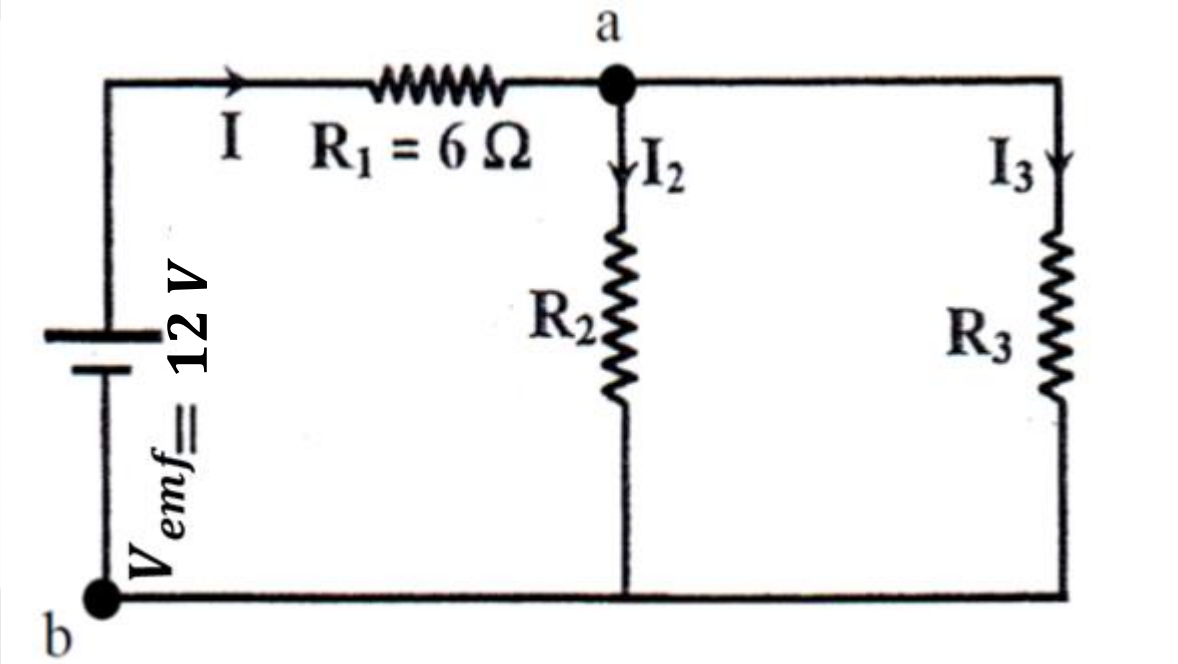
$$\Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$i_1 R_1 = i_2 R_2$$

$$0.50 \times 8.0 = 10 \times i_2$$

$$i_2 = 0.4\ A$$

$$R_3 = \frac{\Delta V_3}{i_3} = \frac{15\ -4}{0.9} = 10\ \Omega$$



في الشكل المقابل :

إذا علمت أن : $I_2 = 0.5\ A$ ، $I_3 = 1A$

1- احسب مقدار المقاومة R_2 و R_3

$$R_2 = \frac{\Delta V_2}{i_2} = \frac{12 - 9}{0.5} = 6\ \Omega$$

$$R_3 = \frac{\Delta V_3}{i_3} = \frac{12 - 9}{1} = 3\ \Omega$$

2 – إذا وصل سلك مهمل المقاومة بين النقطتين a, b . ماذا يطرأ على شدة التيار في كل مقاوم ؟

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{12}{6} = 2\ A$$

في الشكل المقابل :

إذا علمت أن قراءة الأميتر : $0.5\ A$

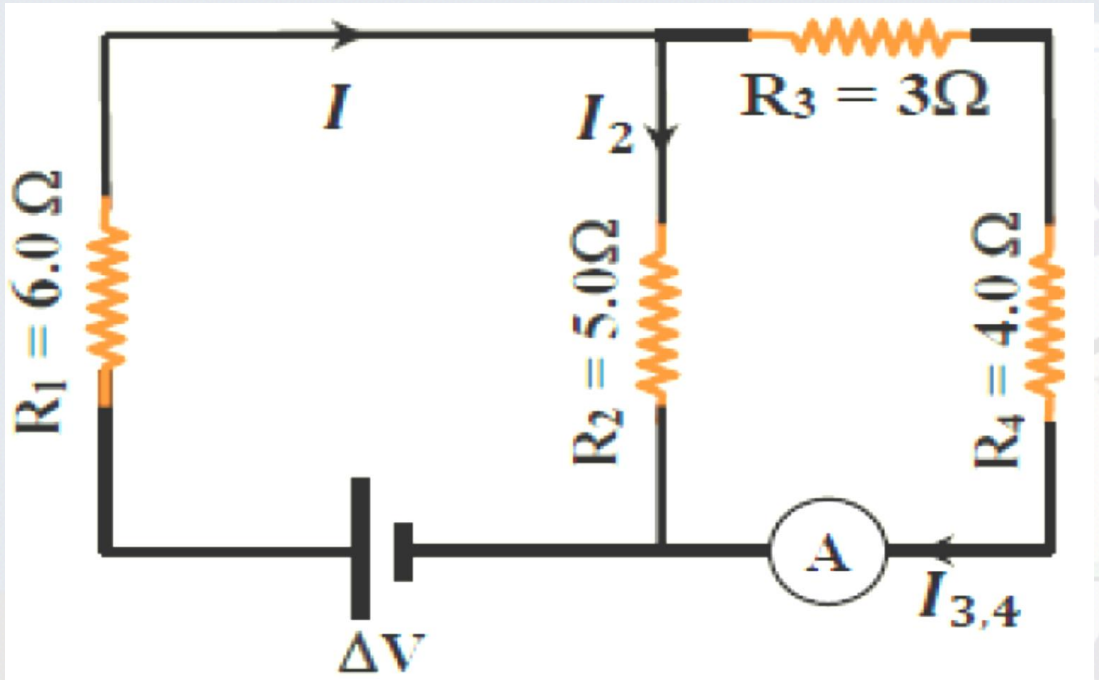
1- احسب مقدار المقاومة المكافئة للدائرة

$$R_{eq} = 6.0 + (\frac{1}{5.0} + \frac{1}{3.0 + 4.0})^{-1} = 8.9\ \Omega$$

2- احسب القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (مقاومتها الداخلية مهملة)

$$V_{emf} = i\ R_{eq}$$

$$V_{emf} = 1.2\ \times 8.9 = 10.68\ V$$

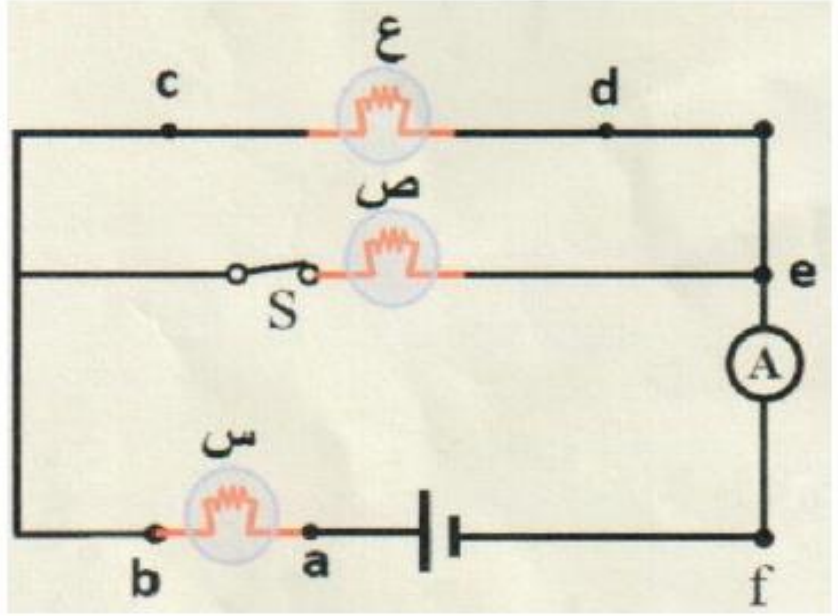


$$\Delta V_2 = \Delta V_{34}$$

$$i_2 R_2 = i_{34} R_{34}$$

$$i_2 \times 5.0 = 0.5 \times 7$$

$$i_2 = 0.7\ A$$



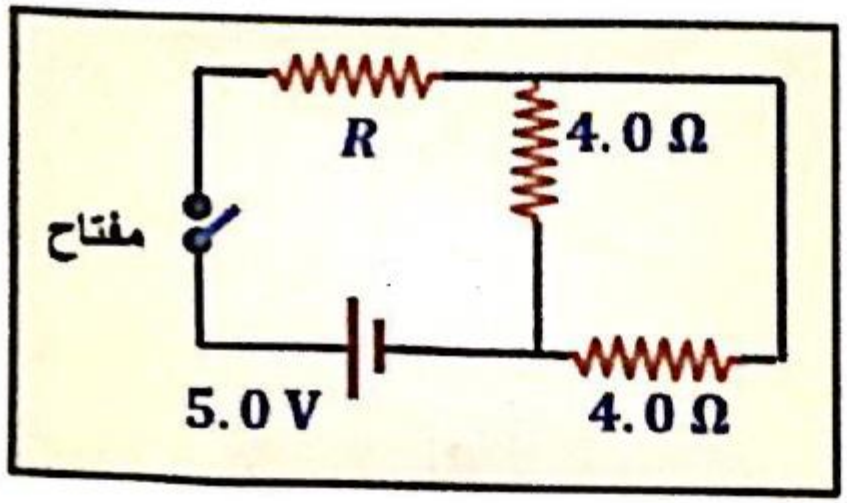
ثلاثة مصابيح متماثلة س وص وع كما بالشكل المقابل :

1- قارن بين درجة سطوع المصابيح الثلاثة

ع = ص > س

2- ماذا يطرأ على سطوع المصابيح الثلاثة عند فتح المفتاح S

يزداد سطوع ع ويقل سطوع س حتى يتساويا في درجة السطوع



في الدائرة المجاورة ،عندما يغلق المفتاح يمر في المقاوم R تيار شدته $(0.50\ A)$ ، ما قيمة المقاوم R ؟

- ☐ $12\ \Omega$
- ☐ $2.0\ \Omega$
- ☐ $8.0\ \Omega$
- ☐ $4.0\ \Omega$

$$R_{eq} = \frac{V_{emf}}{i} = \frac{5.0}{0.50} = 10\ \Omega$$

$$R = R_{eq} - 2.0 = 10 - 2 = 8.0\ \Omega$$

5

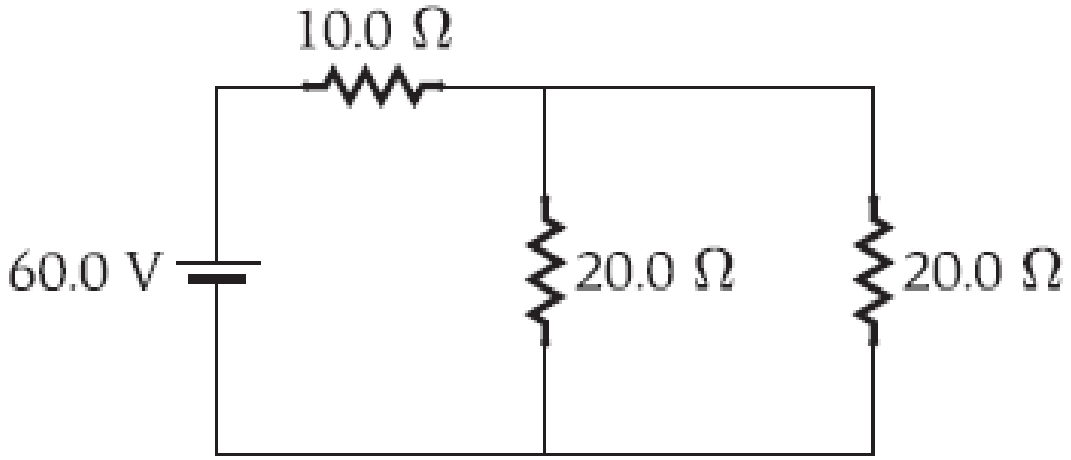
التيار والمقاومة

مسائل على توصيل المقاومات على التوالي والتوازي



قناة قطوف فيزيائية

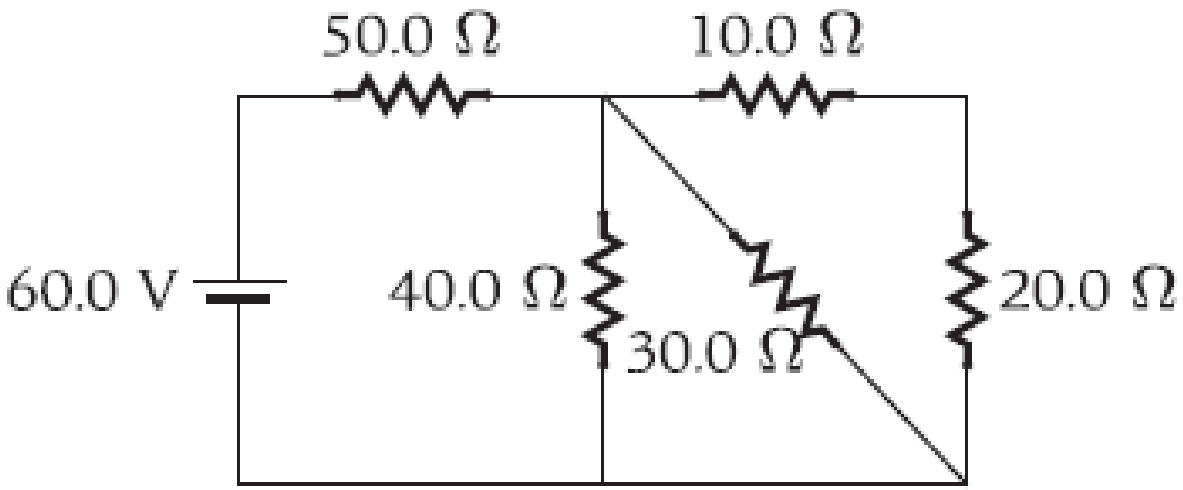
5.48 ما التيار المتدفق في المقاوم الذي تبلغ مقاومته 10.0 Ω في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل؟



$$R_{eq} = 10.0 + (\frac{1}{20.0} + \frac{1}{20.0})^{-1} = 20.0\Omega$$

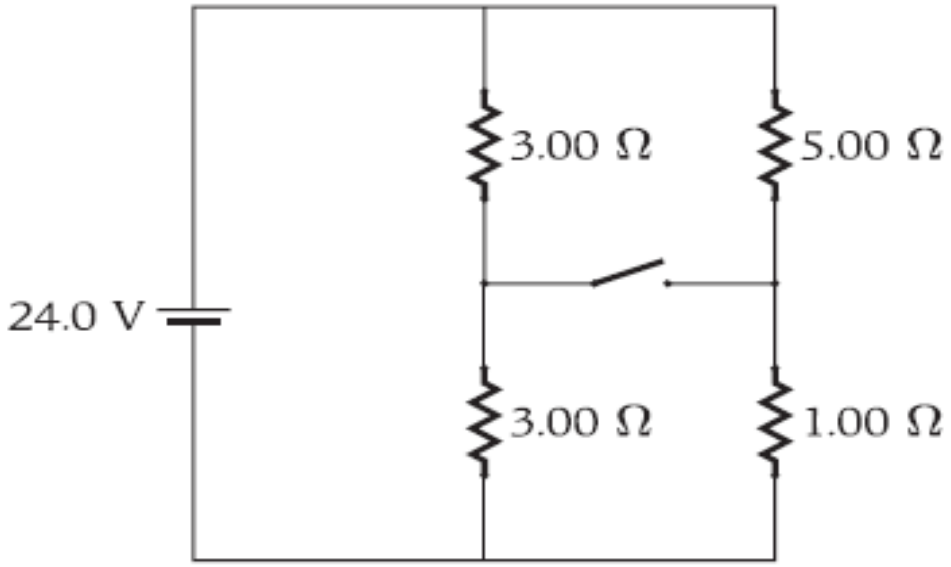
$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{60.0}{20.0} = 3.00\ A$$

5.49 ما قيمة المقاومة المكافئة للمقاومات الخمس في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل؟



$$R_{eq} = 50.0 + \left(\frac{1}{40.0} + \frac{1}{30.0} + \frac{1}{20.0 + 10.0}\right)^{-1} = 60.9\ \Omega$$

5.50- ما التيار في الدائرة الموضحة في الشكل عندما يكون المفتاح (a) مفتوحًا والمفتاح (b) مغلقًا؟



$$R_{eq} = \left(\frac{1}{3.00} + \frac{1}{5.00}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{3.00} + \frac{1}{1.00}\right)^{-1} = 2.63\Omega$$

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{24.0}{2.63} = 9.14\ A$$

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{6.00} + \frac{1}{6.00}\right)^{-1} = 3.00\Omega$$

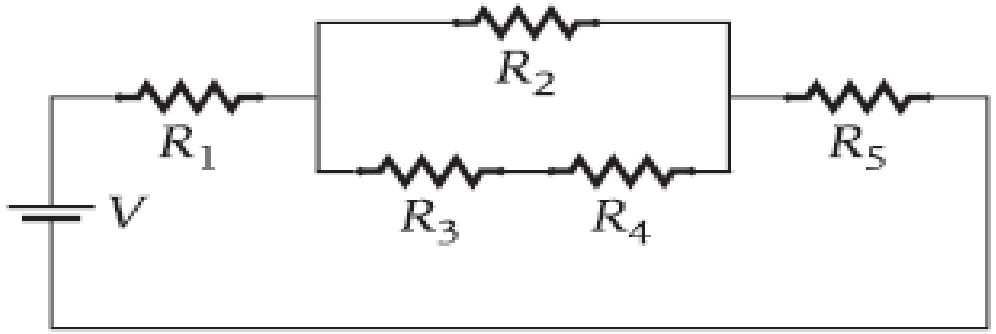
$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{24.0}{3.00} = 8.00\ A$$

5.51 بالنسبة إلى الدائرة الموضحة في الشكل، $R_1 = 6.00\ \Omega$، $R_2 = 6.00\ \Omega$، $R_3 = 2.00\ \Omega$، $R_4 = 4.00\ \Omega$، و $R_5 = 3.00\ \Omega$. وفرق الجهد يبلغ 12.0 V.

a) ما المقاومة المكافئة للدائرة؟

b) ما التيار المتدفق خلال R_5؟

c) ما انخفاض الجهد عبر R_3؟



$$a)\ R_{eq} = R_1 + \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}\right)^{-1} + R_5$$

$$R_{eq} = 6.00 + \left(\frac{1}{6.00} + \frac{1}{2.00 + 4.00}\right)^{-1} + 3.00 = 12.0\ \Omega$$

$$b)\quad i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{12.0}{12.0} = 1.00\ A$$

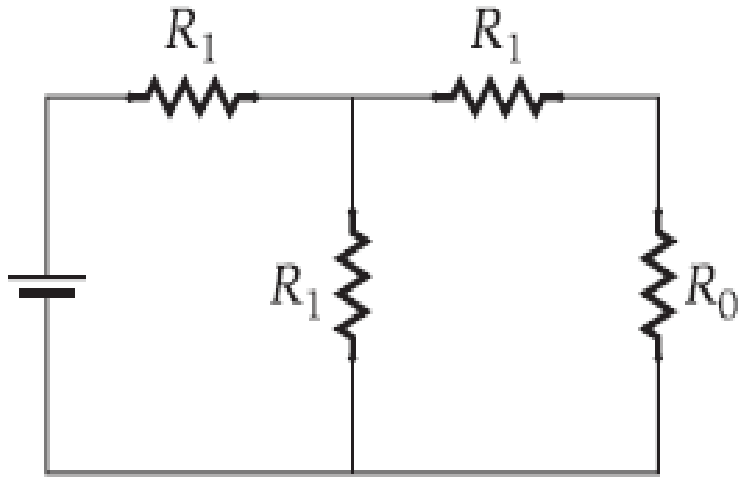
$$c)\ V_{emf} = \Delta V_1 + \Delta V_{34} + \Delta V_5$$

$$12.0 = 6.00 + \Delta V_{34} + 3.00$$

$$\Delta V_{34} = 3.00\ V$$

$$i_{34} = \frac{\Delta V_{23}}{R_{23}} = \frac{3.00}{6.00} = 0.50\ A$$

$$\Delta V_3 = i_3 R_3 = 0.50 \times 2.00 = 1.00\ V$$



5.52 تم توصيل أربع مقاومات كما هو مبين في الشكل. ما قيمة R_1، في صورة مضاعفات R_0، التي ستجعل المقاومة المكافئة للدائرة تساوي R_0؟

$$R_{eq} = R_1 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1 + R_0}\right)^{-1}$$

$$R_0 = R_1 + \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1 + R_0}\right)^{-1}$$

$$R_0 = R_1 + \left(\frac{R_1 + R_0 + R_1}{R_1(R_1 + R_0)}\right)^{-1}$$

$$R_0 - R_1 = \frac{R_1(R_1 + R_0)}{R_1 + R_0 + R_1}$$

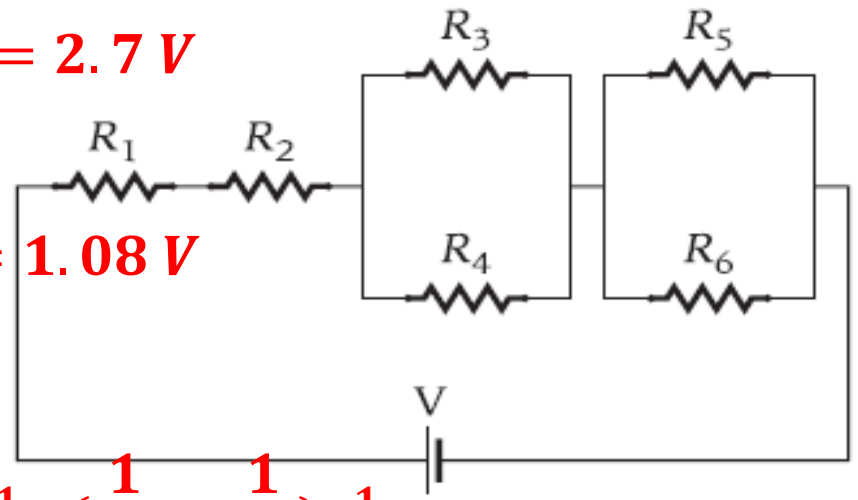
$$(R_0 - R_1)(R_0 + 2R_1) = R_1^2 + R_1R_0$$

$$R_0^2 + R_1R_0 - 2R_1^2 = R_1^2 + R_1R_0$$

$$R_0^2 = 3R_1^2$$

$$R_1 = \frac{R_0}{\sqrt{3}}$$

5.53• تتكون دائرة كهربائية من مصدر قوة دافعة كهربائية يبلغ جهده $V = 20.0$ V وست مقاومات، كما هو مبين في الشكل. تم توصيل المقاومين $R_1 = 5.00\ \Omega$ و$R_2 = 10.00\ \Omega$ على التوالي. وتوصيل المقاومين $R_3 = 5.00\ \Omega$ و$R_4 = 5.00\ \Omega$ على التوازي معًا وعلى التوالي مع R_1 وR_2. وتوصيل المقاومين $R_5 = 2.00\ \Omega$ و$R_6 = 2.00\ \Omega$ على التوازي معًا وأيضًا على التوالي مع R_1 وR_2.



c) ما انخفاض الجهد عبر كل مقاوم؟

b) ما التيار المتدفق خلال كل مقاوم؟

$$\Delta V_1 = iR_1 = 1.08 \times 5.00 = 5.4\ V$$

$$\Delta V_2 = iR_2 = 1.08 \times 10.0 = 10.8 V$$

$$\Delta V_3 = \Delta V_4 = i_{34}R_{34} = 1.08 \times 2.5 = 2.7\ V$$

$$\Delta V_5 = \Delta V_6 = i_{56}R_{56} = 1.08 \times 1.00 = 1.08\ V$$

$$a)\ R_{eq} = R_1 + R_2 + \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}\right)^{-1}$$

$$R_{eq} = 5.00 + 10.0 + \left(\frac{1}{5.00} + \frac{1}{5.00}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{2.00} + \frac{1}{2.00}\right)^{-1} = 18.5\ \Omega$$

$$i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{20.0}{18.5} = 1.08\ A$$

$$i_1 = i_2 = 1.08\ A$$

$$i_3 = i_4 = \frac{1.08}{2} = 0.54\ A$$

$$i_5 = i_6 = \frac{1.08}{2} = 0.54\ A$$

5.54 عندما يوضع جهاز ذو قوة دافعة كهربائية 40.0 V بين طرفي مقاومين متصلين على التوالي، يتدفق تيار قدره 10.0 A خلال كل مقاوم. عندما يوضع جهاز القوة الدافعة الكهربائية نفسه بين طرفي المقاومين نفسهما على التوازي، يبلغ التيار المتدفق خلال جهاز القوة الدافعة الكهربائية 50.0 A. ما مقدار المقاومة الأكبر منهما؟

$$R_{eq} = \frac{V_{emf}}{i}$$

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{40.0}{50.0} = 0.80$$

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 0.80$$

$$\frac{R_1(4 - R_1)}{4} = 0.80$$

$$R_{eq} = \frac{V_{emf}}{i}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{40.0}{10.0} = 4$$

$$(4R_1 - R_1^2) = 4 \times 0.80$$

$$R_1^2 - 4R_1 + 3.20 = 0$$

$$R_1 = 2.89\ \Omega \quad or \quad R_1 = 1.11\ \Omega$$

5

التيار والمقاومة

5.7 القدرة



قناة قطوف فيزيائية



مادلالة : $2000\ W$

يستهلك الجهاز $2000\ J$ في الثانية الواحدة

القدرة : الطاقة المستهلكة في الثانية الواحدة

معدل استهلاك الطاقة

$$P = \frac{dU}{dt}$$

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

وحدة قياس القدرة :

$$W = \frac{J}{s} = kg.m^2.s^{-3}$$



تكاليف استهلاك الطاقة في المنازل :

وحدة قياس الطاقة المستهلكة في فواتير الكهرباء: KWh

$$1\ kWh = 3.6 \times 10^6\ J$$

$$\text{التكلفة} = E\ (KWh) \times \text{سعر } KWh$$

$$\text{التكلفة} = P\ (KW) \times t\ (h) \times \text{سعر } KWh$$

فيما يلي جُزءٌ من فاتورة الكهرباء لأحد المنازل، وظف البيانات الواردة فيه ثمّ أجب عمّا يليه.

تفاصيل الاستهلاك							
الخدمة	رقم العداد	القراء السابقة kW.h	القراءة الحالية kW.h	كمية الإستهلاك kW.h	سعر kW.h (فلساً)	فترة الاستهلاك	
						من	إلى
الكهرباء	11452895	140650	143650	.....	15	2013/10/15	2013/11/14

- **ما كمية الطاقة الكهربائية المستهلكة عن الفترة المشار إليها في الفاتورة؟**

$$143650 - 140650 = 3000\ KWh$$

- **احسب كلفة الاستهلاك لهذه الفترة الزمنية.**

التكلفة $= E\ (KWh) \times$ سعر KWh

التكلفة $= 3000 \times 15 = 45\,000$ فلس $= 450\ AED$

5.58 كم من المال يلزم صاحب بيت سداده لشركة الكهرباء إذا قام بتشغيل مصباح ضوئي متوهج بقدرة 100.00 W وتركه مُضاءً لمدة عام كامل؟ (افترض أنَّ تكلفة الكهرباء تساوي 0.12000 AED/kWh وأنَّ المصباح قد ظل مضاءً هذه المدة).
يمكن أن ينتج مصباح فلوري صغير بقدرة 26.000 W كمية الضوء نفسها. كم ستكون التكلفة على صاحب المنزل إذا ترك مصباحًا كهذا مُضاءً لمدة عام؟

التكلفة $= P\ (KW) \times t\ (h) \times$ سعر KWh

التكلفة $= \frac{100.00}{1000} \times 24 \times 365 \times 0.12 = 105\ AED$

التكلفة $= \frac{26}{1000} \times 24 \times 365 \times 0.12 = 27.3\ AED$

سطوع المصابيح :

يعتمد سطوع المصابيح على قدرة المصباح (معدل تحول الطاقة)

التوصيل على التوالي (عند ثبات شدة التيار) :

يتناسب السطوع طردياً مع المقاومة (طردياً مع فرق الجهد) $P = i\ \Delta V = i^2\ R$

التوصيل على التوازي (عند ثبات فرق الجهد) :

يتناسب السطوع عكسياً مع المقاومة (طردياً مع شدة التيار) $P = i\ \Delta V = \frac{\Delta V^2}{R}$

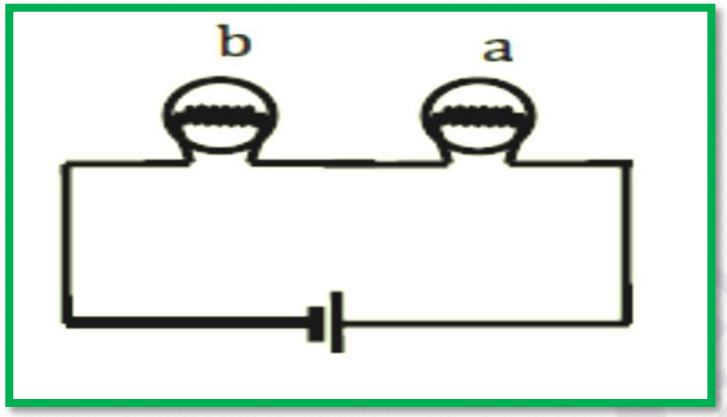
الدوائر المركبة على التوالي والتوازي :

يتناسب السطوع طردياً مع التيار (طردياً مع فرق الجهد) $P = i\ \Delta V$

في الشكل المقابل :

إذا علمت أن : $R_a > R_b$

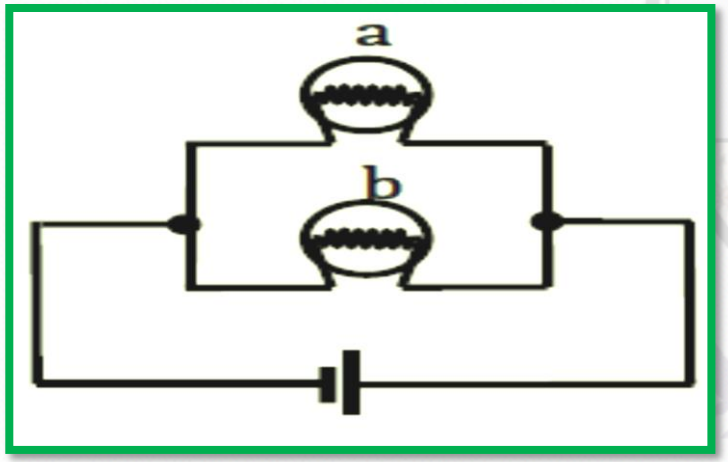
قارن بين درجة سطوع المصباحين ؟



سطوع a أكبر من سطوع b

إذا تم توصيل نفس المصباحين على التوازي كما بالشكل .

قارن بين درجة سطوع المصباحين ؟

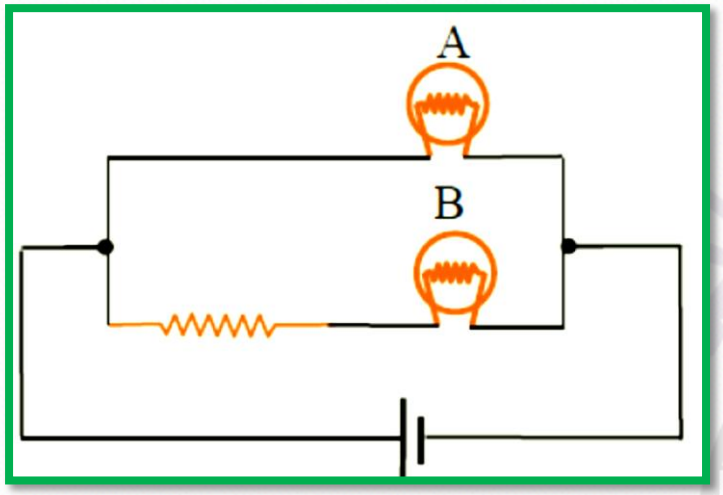


سطوع b أكبر من سطوع a

في الشكل المقابل :

إذا علمت أن المصباحين A و B متماثلين

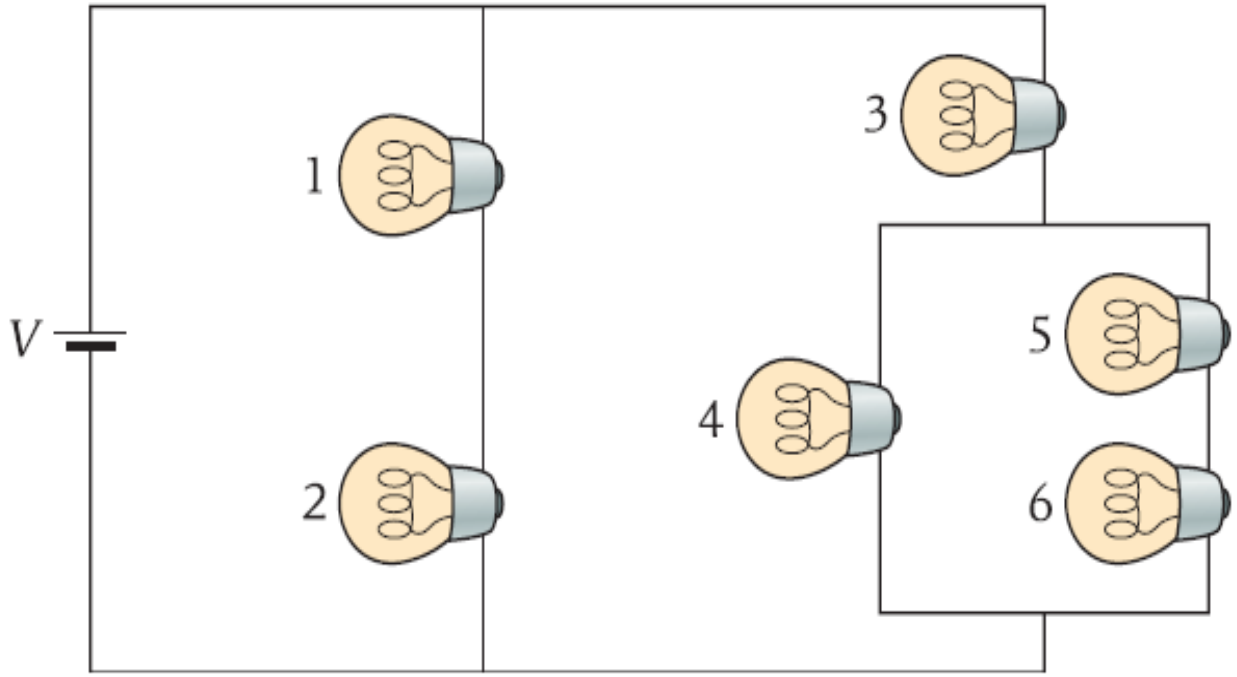
قارن بين درجة سطوع المصباحين ؟



سطوع A أكبر من سطوع B

قطوف فيزيائية

5.26 رتب سطوع المصابيح الضوئية الستة المتطابقة في الدائرة الموضحة في الشكل.
يمكن معاملة كل مصباح ضوئي كمقاوم متطابق له مقاومة R.



$$3 > 1 = 2 > 4 > 5 = 6$$

5

التيار والمقاومة



حلول أسئلة الإختيارات

قناة قطوف فيزيائية

5.1 إذا زاد مقدار التيار خلال المقاوم بمعامل 2، فإلى أي مدى سيؤثر ذلك على القدرة المبدَّدة؟

e) تقل بمعامل 4.

b) تزيد بمعامل 2.

c) تقل بمعامل 8.

d) تزيد بمعامل 4.

5.2 تقوم بتوصيل مقاومين على التوازي، المقاوم A له مقاومة كبيرة جدًا والمقاوم B له مقاومة صغيرة جدًا. ستكون المقاومة المكافئة لهذه المجموعة

a) أكبر بقليل من مقاومة المقاوم A.

b) أقل بقليل من مقاومة المقاوم A.

c) أكبر بقليل من مقاومة المقاوم B.

d) أقل بقليل من مقاومة المقاوم B.

5.3 سلكان أسطوانيان، 1 و2 مصنوعان من المادة نفسها، ولهما المقاومة نفسها. إذا كان طول السلك 2 ضعف طول السلك 1، فما نسبة مساحة المقطع العرضي لكل منهما، A_1 و A_2؟

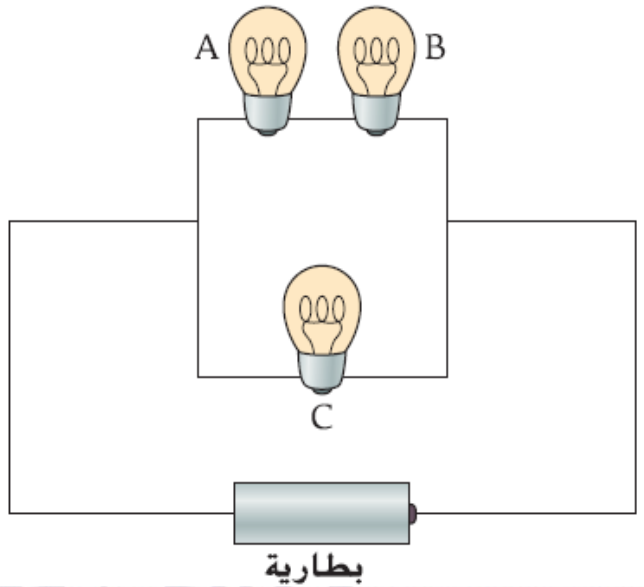
a) $A_1/A_2 = 2$

c) $A_1/A_2 = 0.5$

b) $A_1/A_2 = 4$

d) $A_1/A_2 = 0.25$

5.4 المصابيح الضوئية الثلاثة في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل كلها متطابقة. أي المصابيح الثلاثة يضيء بشكل أكثر سطوعًا؟



a) A

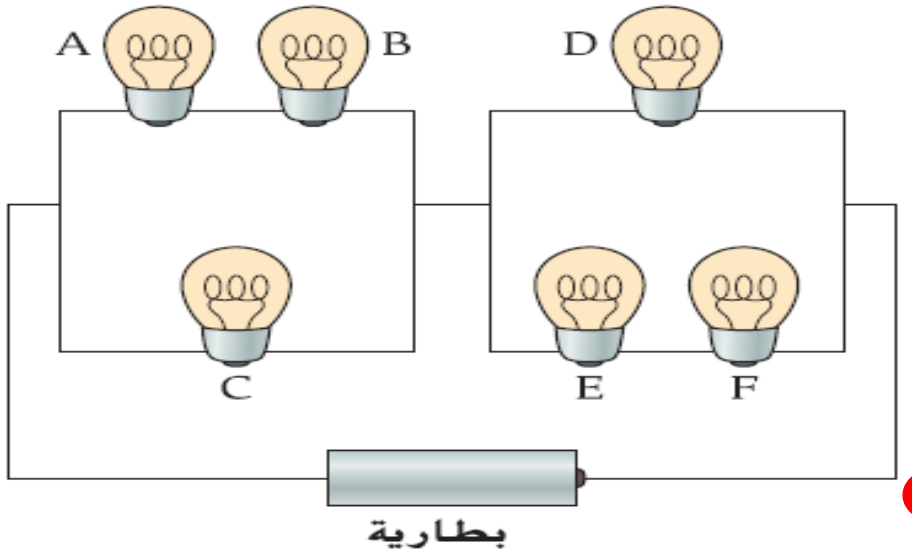
b) B

c) C

d) A و B

e) يتساوى الثلاثة في السطوع.

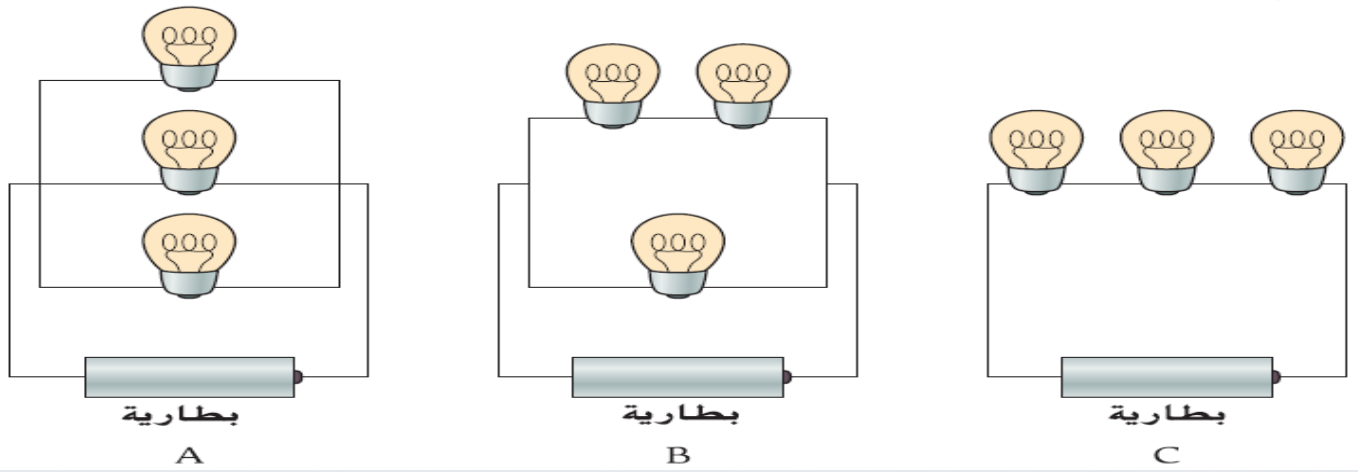
5.5 المصابيح الضوئية الستة في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل كلها متطابقة. ما الترتيب الذي يعبر بشكل صحيح عن السطوع النسبي للمصابيح؟ (*ملاحظة:* كلما زاد التيار المتدفق خلال المصباح الضوئي، زاد سطوعه!)



a) A = B > C = D > E = F
b) A = B = E = F > C = D
c) C = D > A = B = E = F
d) A = B = C = D = E = F

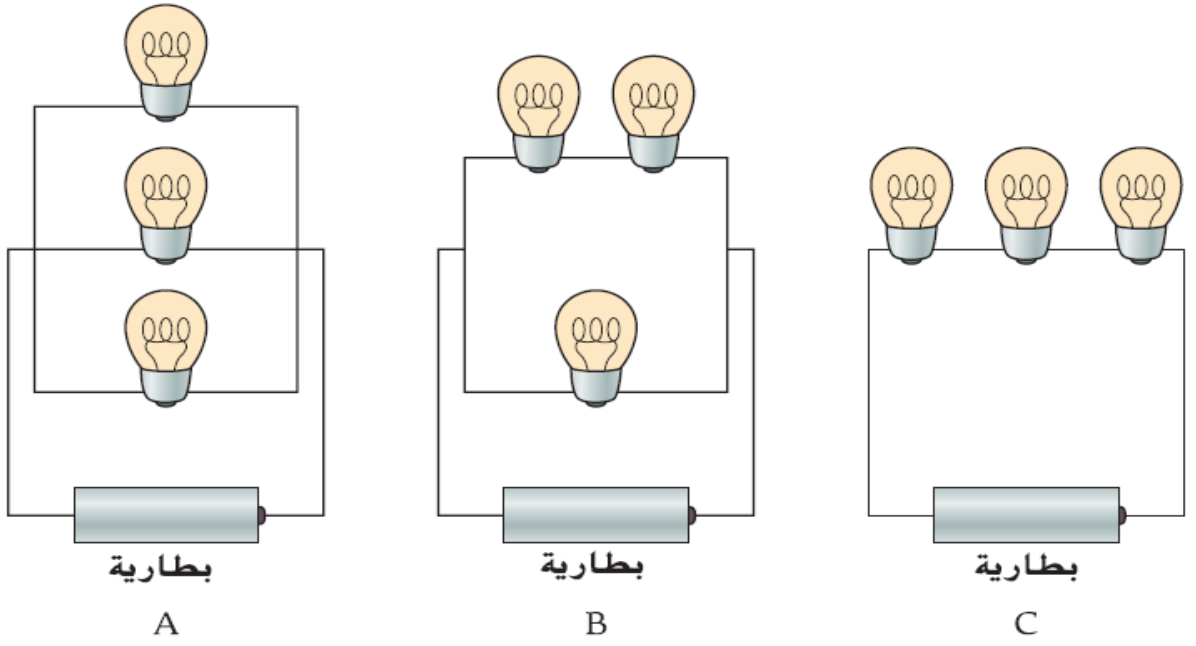
5.6 أي من ترتيبات المصابيح الضوئية الثلاثة المتطابقة الموضحة في الشكل يسحب مقدار التيار الأكبر من البطارية؟

a) A
b) B
c) C
d) يسحب الثلاثة تيارًا متساويًا.
e) يتعادل A و C في سحب أكبر تيار.

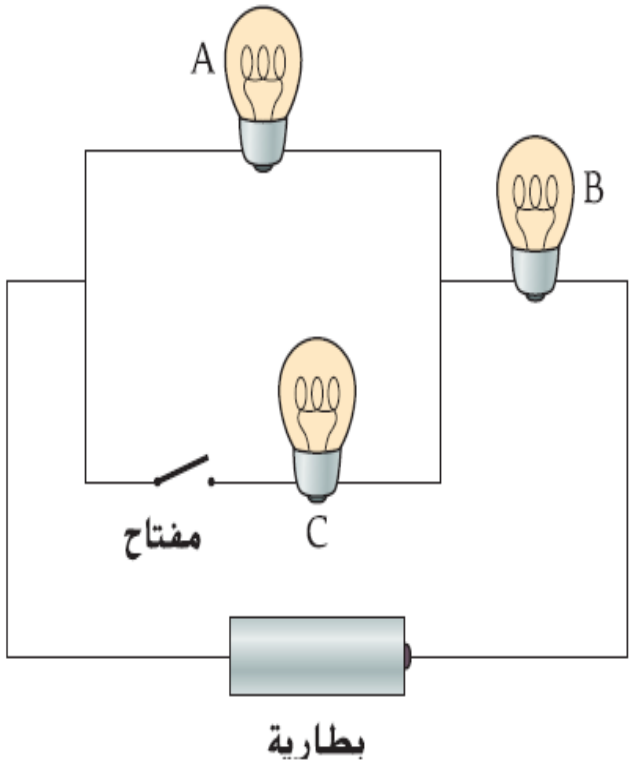


5.7 أي من ترتيبات المصابيح الضوئية الثلاثة المتطابقة الموضحة في الشكل له المقاومة الأعلى؟

a) A
b) B
c) C
d) الثلاثة لهم المقاومة نفسها.
e) يتعادل A و C في أنَّ لهما أعلى مقاومة.



5.8 ثلاثة مصابيح ضوئية متطابقة متصلة كما هو موضح في الشكل. في البداية يكون المفتاح مغلقًا. عندما يكون المفتاح مفتوحًا (كما هو مبين في الشكل)، ينطفئ المصباح C. ماذا يحدث للمصباحين A و B؟



a) يصبح المصباح A أكثر سطوعًا، ويصبح المصباح B أقل سطوعًا.
b) يصبح كلا المصباحين A و B أكثر سطوعًا.
c) يصبح كلا المصباحين A و B أقل سطوعًا.
d) يصبح المصباح A أقل سطوعًا، ويصبح المصباح B أكثر سطوعًا.

5.9 أي الأسلاك التالية يتدفق عبره تيار أكبر؟

a) سلك نحاسي طوله 1 m وقطره 1 mm متصل ببطارية 10 V

b) سلك نحاسي طوله 0.5 m وقطره 0.5 mm متصل ببطارية 5 V

c) سلك نحاسي طوله 2 m وقطره 2 mm متصل ببطارية 20 V

d) سلك نحاسي طوله 1 m وقطره 0.5 mm متصل ببطارية 5 V

e) يتدفق التيار نفسه عبر كل الأسلاك.

5.10 ينص قانون أوم على أنَّ فرق الجهد عبر جهاز ما يساوي

a) التيار المتدفق عبر الجهاز مضروبًا في مقاومة الجهاز.

b) التيار المتدفق عبر الجهاز مقسومًا على مقاومة الجهاز.

c) مقاومة الجهاز مقسومة على التيار المتدفق عبر الجهاز.

d) التيار المتدفق عبر الجهاز مضروبًا في مساحة المقطع العرضي للجهاز.

e) التيار المتدفق عبر الجهاز مضروبًا في طول الجهاز.

5.11 مجال كهربائي ثابت محفوظ داخل شبه موصل ما. كلما انخفضت درجة الحرارة، فإنَّ مقدار كثافة التيار داخل شبه الموصل

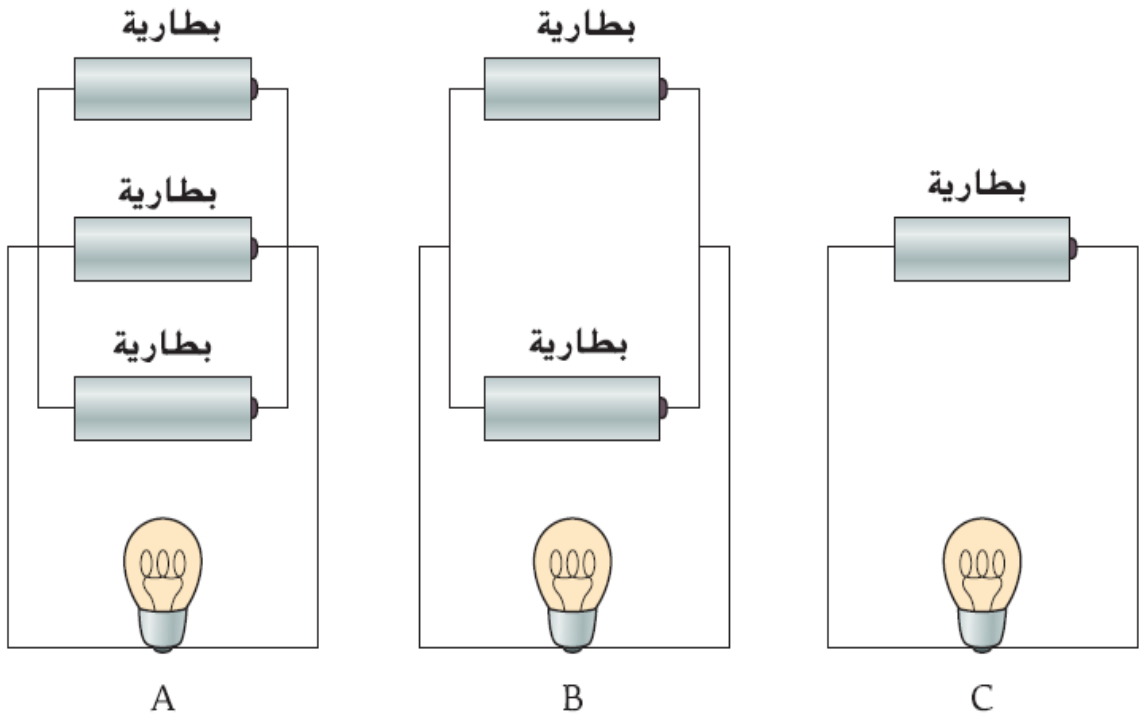
a) تزيد.
b) تظل كما هي.
c) تقل.
d) ربما تقل أو تزيد.

5.12 أي العبارات التالية غير صحيحة؟

a) يكون التيار المتدفق عبر أجهزة إلكترونية متصلة على التوالي متساويًا.
b) يكون التيار المتدفق عبر أجهزة إلكترونية متصلة على التوازي متساويًا.
c) يتدفق المزيد من التيار عبر المقاومة الأصغر عند توصيل مقاوِمان على التوازي.
d) يتدفق المزيد من التيار عبر المقاومة الأصغر عند توصيل مقاوِمان على التوالي.

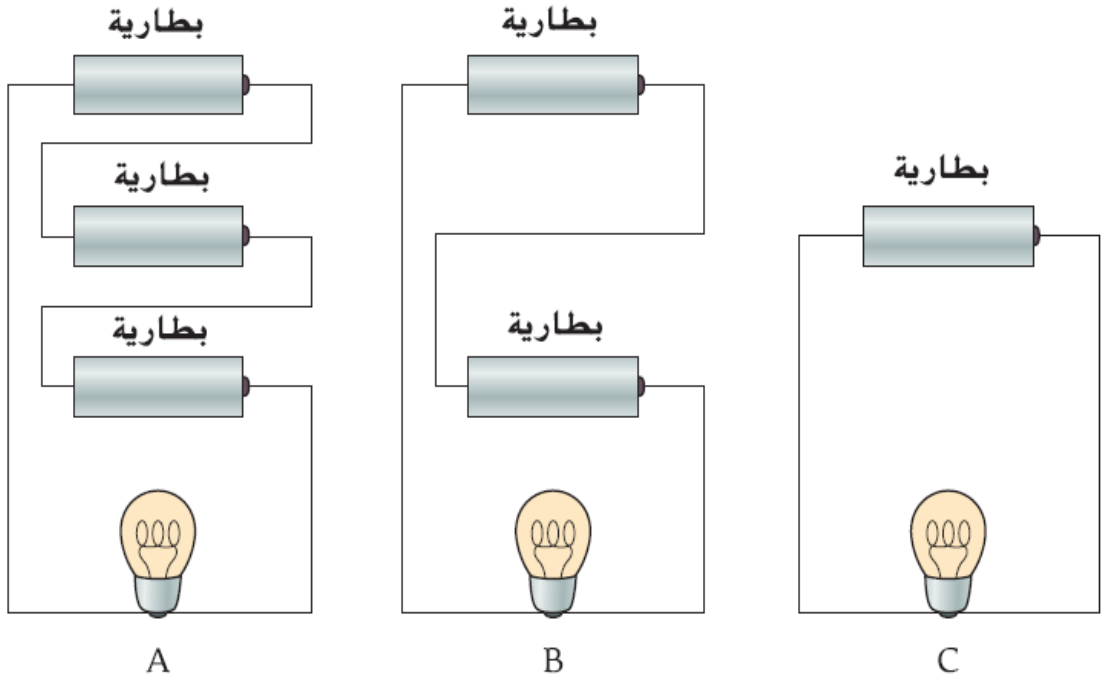
5.13 تم توصيل بطاريات متطابقة بالمصباح الضوئي نفسه بثلاثة ترتيبات مختلفة كما هو مبين في الشكل. افترض أنَّ البطاريات ليست لها مقاومة داخلية. بأي ترتيب سيكون المصباح الكهربائي أكثر سطوعًا؟

a) A
b) B
c) C
d) سيكون للمصباح السطوع نفسه في الترتيبات الثلاثة.
e) لن يضيئ المصباح في أي من الترتيبات.



5.14 تم توصيل بطاريات متطابقة بالمصباح الضوئي نفسه بثلاثة ترتيبات مختلفة كما هو مبين في الشكل. افترض أنَّ البطاريات ليست لها مقاومة داخلية. بأي ترتيب سيكون المصباح الكهربائي أكثر سطوعًا؟

a) A
b) B
c) C
d) سيكون للمصباح السطوع نفسه في الترتيبات الثلاثة.
e) لن يضيئ المصباح في أي من الترتيبات.



5

التيار والمقاومة

تمارين على القدرة في الدوائر الكهربائية



قناة قطوف فيزيائية

5.55 تتسبب نبضة فولتية في ارتفاع الجهد الخطي في منزل ما سريعًا من 110 V إلى 150 V، ما النسبة المئوية للزيادة في خرج القدرة لمصباح متوهج يعمل بفتيل التنغستين وتبلغ قدرته 100 W أثناء تلك النبضة، مع افتراض أنَّ مقاومة المصباح تظل ثابتة؟

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

$$R = \frac{110^2}{100} = 121\Omega$$

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

$$P_2 = \frac{150^2}{121} = 186W$$

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100 = \frac{186 - 100}{100} \times 100 = 86\%$$

قطوف فيزيائية

5.56 أنتجت سحابة رعدية مشابهة للسحابة الموضحة في المثال 24.3 صاعقة برق ضربت برج لاسلكي. إذا نقلت صاعقة البرق شحنة قدرها 5.00 C في غضون 0.100 ms وبقي الجهد ثابتًا عند 70.0 MV. أوجد (a) متوسط التيار (b) ومتوسط القدرة (c) وإجمالي الطاقة (d)ومقاومة الهواء الفعالة أثناء ضرب البرق للبرج.

$$a)\ i = \frac{q}{t} = \frac{5.00}{0.100 \times 10^{-3}} = 5.00 \times 10^{4} A$$

$$b)\ P = i\Delta V = 5.00 \times 10^{4} \times 70.0 \times 10^{6} = 3.50 \times 10^{12} W$$

$$c)\ E = P\,t = 3.50 \times 10^{12} \times 0.100 \times 10^{-3} = 3.50 \times 10^{8}\ J$$

$$d)\ R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{70.0 \times 10^{6}}{5.00 \times 10^{4}} = 1400\ \Omega$$

5.57 يستهلك مجفف شعر 1600 W من القدرة ويعمل بجهد 110 V.
(افترض أنَّ التيار مستمر، في الواقع، تمثل هذه القيم جذر متوسط المربع لكميات التيار المتردد، ولكن الحساب لن يتأثر.

a) هل سيقوم مجفف الشعر بفصل قاطع التيار المصَمم لقطع الدائرة في حال تجاوز التيار 15.0 A؟

b) ما مقاومة مجفف الشعر أثناء تشغيله؟

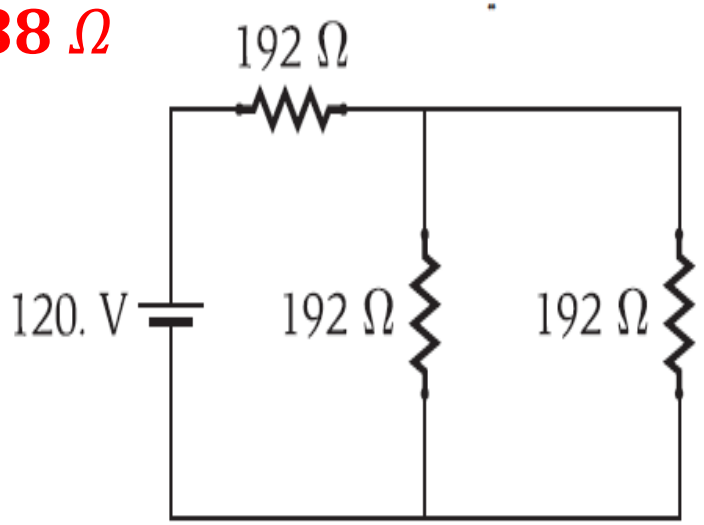
$$a)\ i = \frac{P}{\Delta V} = \frac{1600}{110} = 14.55\ A$$

$$b)\ R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{110}{14.55} = 7.56\ \Omega$$

5.59 تم توصيل ثلاث مقاوِمات ببطارية كما هو مبين في الشكل.

a) ما القدرة المبدَّدة في المقاوِمات الثلاثة؟

b) حدد انخفاض الجهد عبر كل مقاوم.



$$R_{eq} = 192 + (\frac{1}{192} + \frac{1}{192})^{-1} = 288\ \Omega$$

$$a)\ P = \frac{\Delta V^2}{R_{eq}} = \frac{120^2}{288} = 50\ W$$

$$b)\quad i = \frac{V_{emf}}{R_{eq}} = \frac{120}{288} = 0.417\ A$$

$$\Delta V_1 = iR_1 = 0.417 \times 192 = 80.0\ V$$

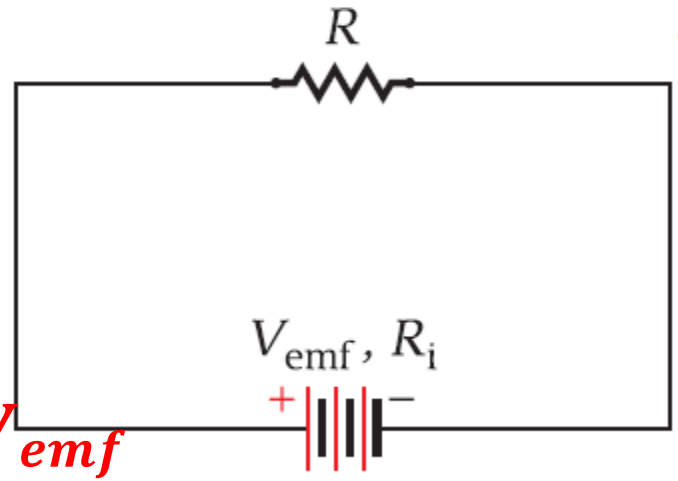
$$\Delta V_2 = \Delta V_2 = i_2 R_2 = \frac{0.417}{2} \times 192 = 40.0\ V$$

5.60 افترض أنَّ بطارية AAA قادرة على تزويد 625 mAh قبل هبوط جهدها عن 1.50 V، ما المدة التي ستكون البطارية قادرة خلالها على تزويد مصباح بقدرة 5.00 W بالطاقة قبل انخفاض جهدها عن 1.50 V؟

$$i = \frac{P}{\Delta V} = \frac{5.00}{1.50} = 3.33\ A$$

$$t = \frac{q}{i} = \frac{625 \times 10^{-3} \times 3600}{3.33} = 676\ s = 11.3\ min$$

5.61• أثبت أنَّ القدرة المزودة إلى الدائرة المبينة في الشكل بواسطة بطارية مقاومتها الداخلية R_i تبلغ أقصى قيمة لها عندما تكون مقاومة المقاوم، R، في الدائرة متساوية مع R_i. حدد القدرة المزودة إلى R. للتدريب، احسب الطاقة المبدَّدة بواسطة بطارية 12.0 V مقاومتها الداخلية 2.00 Ω عندما تكون $R =$ 1.00 Ω، $R = 2.00\ \Omega$، و $R = 3.00\ \Omega$.



$$P = i^2 R \quad : \quad i = \frac{V_{emf}}{R + R_i}$$

$$P_1 = \left(\frac{12.0}{1.00 + 2.00}\right)^2 \times 1.00 = 16.0W$$

$$P_2 = \left(\frac{12.0}{2.00 + 2.00}\right)^2 \times 3.00 = 18.0W$$

$$P_2 = \left(\frac{12.0}{3.00 + 2.00}\right)^2 \times 1.00 = 17.28$$

5.62 يمكن لسخان ماء يحتوى على ملف متصل بأطراف مصدر قدرة 15.0 V تسخين 250 mL من الماء من درجة حرارة الغرفة إلى درجة الغليان في غضون 45.0 s، ما مقاومة الملف؟

$$c = 4186\,J/kg.C$$

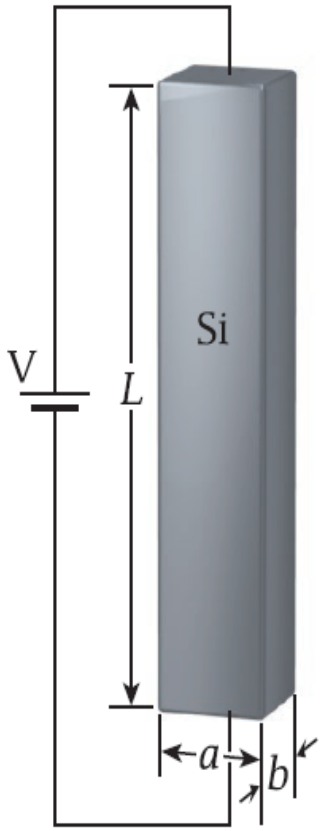
$$Q = mC\,\Delta T$$

$$E = Q = mC\,\Delta T = 0.250 \times 4186 \times (100 - 20) = 8.37 \times 10^4 J$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{8.37 \times 10^4}{45.0} = 1.86 \times 10^3 W$$

$$R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{15.0^2}{1.86 \times 10^3} = 0.121\Omega$$

5.63 تم تزويد فرق الجهد $V = 0.500\ \text{V}$ عبر كتلة من السليكون مقاومتها النوعية $8.70 \cdot 10^{-4}\ \Omega\ \text{m}$.كما هو مبين بالشكل، أبعاد كتلة السليكون هي: العرض $a = 2.00\ \text{mm}$ والطول $L = 15.0\ \text{cm}$. ومقاومة كتلة السيليكون تساوي $50.0\ \Omega$. وكثافة حاملات الشحنة تبلغ $1.23 \times 10^{23}\ \text{m}^3$.
افترض أنَّ كثافة التيار منتظمة داخل الكتلة وأنَّ التيار يتدفق داخل السيليكون طبقًا لقانون أوم. يبلغ الطول الإجمالي لسلك نحاسي موجود في الدائرة $75.0\ \text{cm}$ وقطره $0.500\ \text{mm}$ وتبلغ المقاومة النوعية النحاس $1.69 \times 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$.



a) ما مقاومة، R_W، للسلك النحاسي؟

b) ما اتجاه التيار الكهربائي، i، ومقداره داخل الكتلة؟

c) ما سُمك الكتلة، b؟

d) في المتوسط، كم يستغرق مرور إلكترون من أحد طرفي الكتلة إلى الطرف الآخر؟

e) ما مقدار القدرة، P، المبدَّدة بواسطة الكتلة؟

f) في أي صورة من صور الطاقة تظهر هذه القدرة المبدَّدة؟

$$a)\ R = \frac{\rho\, l}{A}$$

$$R = \frac{1.69 \times 10^{-8} \times 0.75}{\pi(\frac{0.500 \times 10^{-3}}{2})^2} = 0.0646\Omega$$

$$b)\ i = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$$

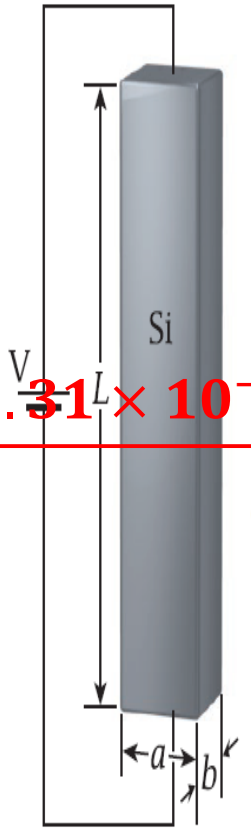
$$i = \frac{0.500}{0.0646 + 50.0} = 9.99 \times 10^{-3} A$$

$$c)\ R = \frac{\rho\, l}{A}$$

$$50.0 = \frac{8.70 \times 10^{-4} \times 0.15}{2.00 \times 10^{-3} \times b}$$

$$b = 1.31 \times 10^{-3} m = 1.31\ mm$$

5.63• تم تزويد فرق الجهد $V = 0.500\ V$ عبر كتلة من السليكون مقاومتها النوعية $8.70 \cdot 10^{-4}\ \Omega\ m$.كما هو مبين بالشكل، أبعاد كتلة السليكون هي: العرض $a = 2.00\ mm$ والطول $L = 15.0\ cm$. ومقاومة كتلة السيليكون تساوي $50.0\ \Omega$. وكثافة حاملات الشحنة تبلغ $1.23 \times 10^{23}\ m^3$.



افترض أنَّ كثافة التيار منتظمة داخل الكتلة وأنَّ التيار يتدفق داخل السيليكون طبقًا لقانون أوم. يبلغ الطول الإجمالي لسلك نحاسي موجود في الدائرة $75.0\ cm$ وقطره $0.500\ mm$ وتبلغ المقاومة النوعية النحاس $1.69 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$.

a) ما مقاومة، R_W، للسلك النحاسي؟

b) ما اتجاه التيار الكهربائي، i، ومقداره داخل الكتلة؟

c) ما سُمك الكتلة، b؟

d) في المتوسط، كم يستغرق مرور إلكترون من أحد طرفي الكتلة إلى الطرف الآخر؟

e) ما مقدار القدرة، P، المبدَّدة بواسطة الكتلة؟

f) في أي صورة من صور الطاقة تظهر هذه القدرة المبدَّدة؟

$$d)\ v_d = \frac{J}{ne} = \frac{L}{t}$$

$$t = \frac{L\,n\,e}{J} = \frac{L\ n\ e\ A}{i}$$

$$t = \frac{(0.15)(1.23 \times 10^{23})(1.6 \times 10^{-19})(2.00 \times 10^{-3} \times 1.31 \times 10^{-3})}{9.99 \times 10^{-3}}$$

$$t = 0.774\ s$$

$$e)\ \ P = i^2\ R$$

$$P = (9.99 \times 10^{-3})^2 \times 50.0 = 4.99 \times 10^{-3} W$$

$f)$ حرارة