PHYSICS
FOR12ADVANCED

التيار والمقاومة

MR: MOHAMED ATEF

05031 36836

أولا- التيار الكهربى

- تحرك الشحنات داخل مادة الموصل من مكان الى أخر تحت تأثير مجال كهربي داخل مادة الموصل تعطى ما يسمى بالتيار الكهربي .
- والمجال الكهربي يكون متواجد داخل مادة الموصل طالما أن الشحنات في حالة حركة . لأنة إذا تعرض موصل معزول لمجال كهربي فإن ذلك يؤدي لحركة الشحنات لتستقر في النهاية على سطح الموصل وهو ما يعرف بالكهربية الساكنة electrostatic وينتج عن ذلك أن يصبح المجال الكهربي داخل مادة الموصل تساوي صفر
- فى هذه فإن الدراسة الشحنات تتحرك عبر دائرة مغلقة وتستمر في الحركة طالما المجال الكهربي موجود وتسمى هذه بـالكهربية غير الساكنة.
- ** ويعرف التيار الكهربى (I)بكمية الشحنة التى تمر خلال مقطع سلك فى الثانية الواحدة، فإذا مرت شحنة كهربية صغيرة Δq فى زمن قدرة Δt خلال مقطع السلك فإن:

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \qquad (1)$$

ووحدته هى امبير = كولوم/ثانية (1 A = 1 C/ 1 S)

والتيار كمية قياسية (Scalar) واتجاة التيار دائما يكون عكس حركة الشحنات الكهربية السالبة فى الموصلات وفى الدوائر الكهربية من الطرف الموجب الى الطرف السالب عبر الموصل (الدائرة الخارجية)

$q = \int dq = \int_0^t i dt'$ — مقدار الشحنة الكلية المارة عبر نقطة محددة خلال زمن t

اذا تعرض سلك موصل منتظم الشكل مساحة مقطعه A لمجال كهربى E فان الشحنات السالبة سوف تتحرك بسرعة مقدارها v مسافة مقدارها $v\Delta t$ زمن قدره Δt. فاذا كانت مساحة مقطع السلك A ، n عدد الاليكترونات الحره فى وحدة الحجم وتسمى بكثافة الاليكترونات الحرة، فان عدد الاليكترونات التى تمر من مقطع السلك فى الفترة الزمنية Δt تساوى $nvA\Delta t$. فاذا كانت e تمثل شحنة الإليكترون فان الشحنة الكلية التى تمر فى هذة المسافة وفى زمن قدرة Δt هى:

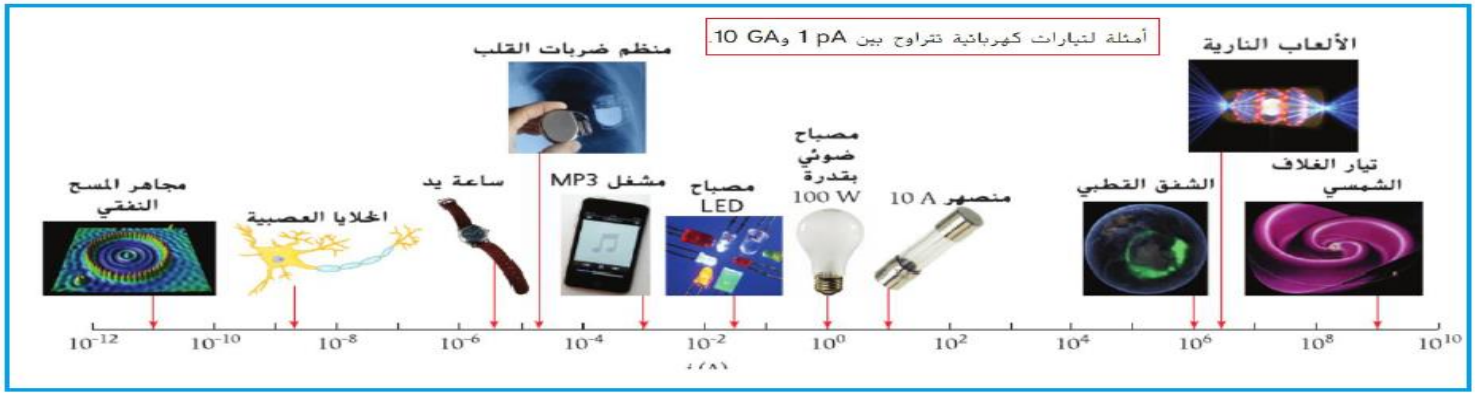
$$\Delta q = n\, e\, v\, A\, \Delta t \qquad \text{----------(2)}$$

من 1 ، 2 نجد ان

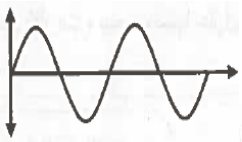
$$I = n\, e\, v\, A \qquad \text{----------(3)}$$

والسرعة v تعرف بالسرعة الجرف او الانسياق (Drift velocity) للإلكترونات (v_d)

MR: Mohamed Atef



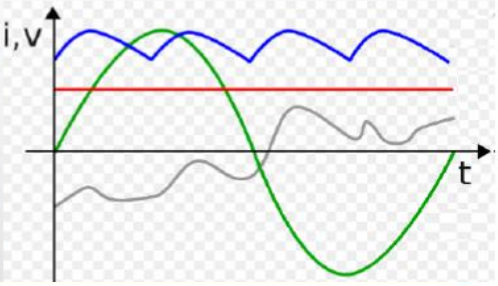
10mA تسبب انقباض العضلات وعدم القدرةالبعد عن السلك 100mA تسبب توقف القلب





أنواع التيار الكهربائي

التيار المستمر Steady Current	التيار النابض Pulsating Current	التيار المتغير Varying Current	التيار المتردد Alternating Current
ثابت المقدار والاتجاه	ثابت الاتجاه ومتغير المقدار	متغير المقدار والاتجاه بشكل عشوائي	متغير المقدار والاتجاه يتغير مقداره كل لحظة واتجاهه كل نصف دورة



- في الشكل، حدِّد نوع التيار لكل لون.
- ما الفارق الذي تراه بين كل نوع من أنواع التيار؟
- أي أنواع التيار يُعطيه كل من: البطارية ، المولدات الكهربائية؟

المسألة

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



الشكل 5.4 يطلق الإرجال الأيوني على إنفاذ الدواء تحت الجلد بمساعدة التيار الكهربائي.

الحل

إذا كان معدل حقن الدواء هو 650 µg/C. فإنّ حقن 80 µg يتطلب شحنة كلية مقدارها

$$q = \frac{80\ \mu g}{650\ \mu g/C} = 0.123\ C$$

يتدفق التيار بمعدل ثابت، إذًا التكامل في المعادلة 5.2 يساوي

$$q = \int_0^t i\,dt' = it$$

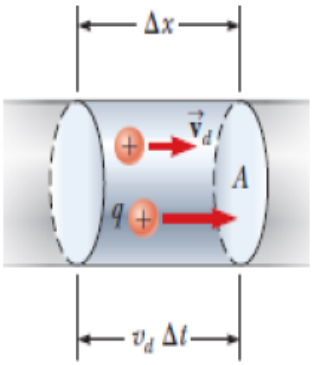
بإيجاد قيمة t والتعويض بالقيم، حصلنا على الناتج

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

سوف يستغرق العلاج بالإرجال الأيوني للاعب الرياضي 15 دقيقة تقريبًا.

MR: Mohamed Atef

تعرف كثافة التيار لموصل (J) (Current Density) قسمة التيار على مساحة مقطع السلك



يتحرك كل إلكترون مسافة صافية

$$\Delta x = \upsilon_d \Delta t$$

حجم الإلكترونات المارة عبر المقطع العرضي للموصل في الزمن dt

$$A v_d\, dt$$

عدد الإلكترونات في هذا الحجم

$$nAv_d\, dt$$

$$dq = -nev_dA\,dt$$

$$i = \frac{dq}{dt} = -nev_dA$$

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

$$\left[J = \frac{I}{A} = nev_d \right] \quad \text{A/m}^2$$

سرعة السيلق

اى ان كثافة التيار عبارة عن التيار المار خلال وحدة المساحة العمودية على اتجاة سريان الشحنة

او كمية الشحنة التي تخترق وحدة المساحة من مقطع الموصل في الثانية

ملاحظة هامة

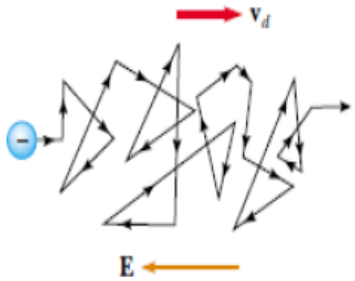
الموصل الذي لا يمر به تيار تتحرك الإلكترونات بشكل عشوائي

الموصل الذي يمر به تيار تتواصل الإلكترونات حركتها العشوائية ولكن يكون لديها سرعة انسياق (تعاكس حركة المجال)

مقدار سرعة الحركة العشوائية 10^6 m/s **في حين تكون سرعة الانسياق** 10^{-4} m/s **أو أقل (بطيئة جدا)**

علل علي الرغم من سرعة الانسياق الصغيرة يضئ المصباح فورا عند تشغيل المفتاح

عند تشغيل المفتاح يتولد مجال كهربي سرعته تساوي سرعة الضوء $3X10^8$ m/s تقريبًا مما يودي إلي حركة فورية للإلكترونات الحرة في الدائرة بأكلمها



v_d هي سرعة متوسطة تسمى سرعة التدفق أو سرعة الجرف وهي سرعة بطيئة جدا.

موصل من مادة الفضة مساحة مقطعه الدائري $0.785\ mm^2$ ويحمل تيارا مقداره 1 A وعدد الالكترونات الحرة لوحدة الحجوم تساوي 5.86×10^{28} elec./m^3 احسب كثافة التيار والسرعة الانسياقية للالكترونات المتحركة داخل الموصل.

$$J = \frac{I}{A} = \frac{1}{0,785 \times 10^{-6}} = 1.274 \times 10^6 \quad \text{A/m}^2$$

$$v = \frac{J}{ne} = \frac{1.274 \times 10^6}{5.86 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.357 \times 10^{-4} \quad \text{m/s}$$

MR: Mohamed Atef

سلك عياري نحاسي في مبنى سكني مساحة مقطعة $3.31 \times 10^{-6}\ m^2$ فإذا كان يحمل تيارا قدره 10 A ، ما مقدار سرعة تدفق الإلكترونات؟ افرضي أن ذرة النحاس تساهم بإلكترون حر واحد في التيار. وكثافة النحاس هي $8.95\ g/cm^3$.

الحل:

$$\because I = nq\upsilon_d A \Rightarrow \upsilon_d = \frac{I}{nqA}$$

- عدد الالكترونات في المول الواحد يساوي 6.02×10^{23}
- الكتلة الجزيئية للنحاس تساوي 63.5 g/mol.

$$\begin{matrix} 6.02\times10^{23} \rightarrow 63.5 \\ n \rightarrow 8.95 \end{matrix} \Rightarrow n = \frac{6.02\times10^{23}\times8.95}{63.5} = 8.49\times10^{22}cm^{-3} = 8.49\times10^{28}m^{-3}$$

$$\therefore \upsilon_d = \frac{10}{8.49\times10^{28}\times1.6\times10^{-19}\times3.31\times10^{-6}} = 2.22\times10^{-4}\,m/s$$

التوصيلية الكهربية

اذا تم تطبيق فرق جهد كهربي بين طرفي اى موصل فانه ينشأن في داخل مادة الموصل مجا الكهربي E وبالتالى كثافة للتيار الكهربي J . فإذا كان فرق الجهد الكهربي ثابت فإن التيا الكهربي يكون ثابت أيضاً. وكثافة التيار الكهربي الناتجة تتناسب طردياً مع شدة المجا الكهربي الناشئ أي أن

$$J = \sigma E \text{----------(4)}$$

حيث أن σ هي ثابت التناسب وتسمى الموصلية الكهربية (Electrical conductivity) للموصل. ووحداتها هى (Ampere/volt.meter) ، (A/V.m) فى النظام العالمى.

مقلوب التوصيلية الكهربية (σ) يسمى بالمقاومة النوعية. (ρ) Resistivity

$$\rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{E}{J} = \frac{E.A}{JA} = \frac{EA}{I} \qquad (5)$$

ووحداتها هى (Volt . meter/Amper) ، (V.m/A) فى النظام العالمى

المقاومة النوعية هي قياس مدي معاوقة المادة لتدفق التيار الكهربائي خلالها

المقاومة الكهربية مدي معاوقة الموصل لتدفق التيار الكهربائي خلاله

MR: Mohamed Atef

ثانياً المقاومة الكهربية (R):

يتحرك الإلكترون داخل الموصل نتيجة تسليط مجال كهربي (E) عليه وأثناء حركته يحدث تصادمات واحتكاكات مع ذرات المادة فيزداد التذبذب وترتفع درجة حرارة السلك وتسمى هذه الحالة بالمقاومة الكهربية.

العوامل المؤثرة في المقاومة الكهربية لموصل

$$R\ \alpha\ \frac{\ell}{A} \quad \Rightarrow \quad R=\rho\frac{\ell}{A}$$

ووحداته اوم (Ω)

1- طول السل (ℓ)

2- مساحة مقطع السلك (A)

3- نوع مادة السلك (المقاومة النوعية ρ)

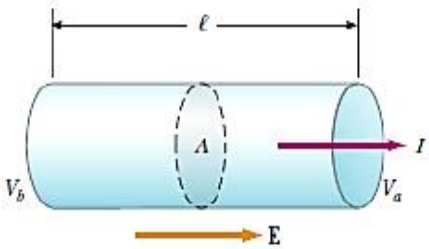
ثالثا قانون أوم:

مما سبق المواد التي تخضع للمعادلات السابقة تحقق مايعرف بقانون أوم فى الكهربية

المواد التي تحقق قانون أوم يكون فيها " المجال الكهربي والتيار الكهربي يتناسبان تناسباً طردياً" تسمى مواد أومية Ohmic والمواد التي لا تحقق قانون أوم تسمى مواد غير أومية nonohmic. وبالتالي قانون أوم هو قانون تجريبي وينطبق على عدد محدد من المواد.

العلاقة بين فرق الجهد الكهربى V بين طرفى موصل وطولة (ℓ) والمجال الكهربى

لنفترض موصل طوله L ومساحة مقطعه A كما في الشكل أدناه، فإذا طبق فرق جهد كهربي على طرفي السلك فإنه سينشئ مجال كهربي E في الموصل



صياغة أخرى لقانون أوم:

$$\Delta V=V_b-V_a \quad \because \Delta V=El \Rightarrow E=\frac{\Delta V}{l}$$

$$\Rightarrow J=\sigma\frac{\Delta V}{l}\Rightarrow \Delta V=\frac{Jl}{\sigma} \quad \because J=\frac{I}{A}\Rightarrow \Delta V=\frac{l}{\sigma A}I \quad \Rightarrow \Delta V=RI$$

ملاحظات هامة

(1) تعتمد مقاومة الموصل على الأبعاد الهندسية للموصل بينما المقاومة النوعية تعتمد على التركيب الذري للموصل. وكلاً من المقاومة والمقاومة النوعية يعتمدان على درجة الحرارة.

(2) من المعادلة السابقة نستنتج أن مقاومة موصل تتناسب طرديا مع طوله وعكسياً مع مساحه مقطعه، فإذا تضاعف طول الموصل مرتين تزداد مقاومته مرتين كما أنه إذا تضاعفت مساحة مقطع الموصل مرتين قلت المقاومة إلى النصف .

MR: Mohamed Atef

سلك نحاسي طوله 100 m ومساحة مقطعه $1\ mm^2$ ويحمل تيار شدته 20 A ومقاومته النوعية $1.72\times10^{-8}\ \Omega.m$ احسب شدة المجال الكهربي وفرق الجهد بين طرفي السلك والمقاومة الكهربية للسلك.

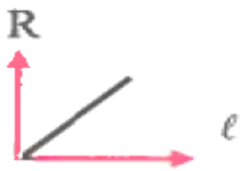
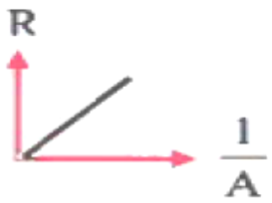
$$E=\rho.J=\frac{\rho.I}{A}=1.72\times10^{-8}\times20\times10^{6}=0.344\ V/m$$

$$V=E.\ell=0.344\times100=34.4\ V$$

$$R=\frac{V}{I}=\frac{34.4}{20}=1.72\quad\Omega$$

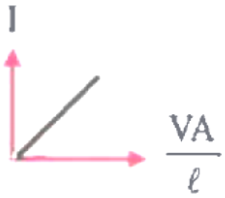
ويمكن تعين (R) بطريقة أخرى:

$$R=\frac{\rho\ell}{A}=\frac{1.72\times10^{-8}\times100}{10^{-6}}=1.72\quad\Omega$$

العلاقة بين	الشكل البياني	القانون ودلالة الميل
فرق الجهد V وشدة التيار I		$V=IR$ $slope=\frac{V}{I}=R$
مقاومة موصل R وطوله ℓ		$R=\rho_e\frac{\ell}{A}$ $Slope=\frac{R}{\ell}=\frac{\rho_e}{A}$ $\therefore\rho_e=slope\times A$
مقاومة موصل R ومقلوب المساحة $\frac{1}{A}$		$R=\rho_e\frac{\ell}{A}$ $Slope=RA=\rho_e\ell$ $\therefore\rho_e=\frac{slope}{\ell}$
مقاومة موصل R ومقلوب نصف القطر $\frac{1}{r^2}$		$R=\rho_e\frac{\ell}{A}=\rho_e\frac{\ell}{\pi r^2}$ $Slope=Rr^2=\rho_e\frac{\ell}{\pi}$ $\therefore\rho_e=slope\times\frac{\pi}{\ell}$

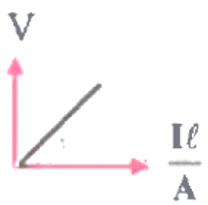
MR: Mohamed Atef

تطبيق : أكتب العلاقة الرياضية وما يساويه الميل لكل مما يأتي



العلاقة الرياضية : $R = \frac{\rho_e \ell}{A}$

$Slope = \frac{R}{\frac{\ell}{A}} = \frac{RA}{\ell} = \rho_e$



العلاقة الرياضية : $R = \frac{V}{I} = \frac{\rho_e \ell}{A}$

$Slope = \frac{V}{\frac{I\ell}{A}} = \frac{VA}{I\ell} = \frac{RA}{\ell} = \rho_e$

العلاقة الرياضية : $R = \frac{V}{I} = \frac{\rho_e \ell}{A}$

$Slope = \frac{I}{\frac{VA}{\ell}} = \frac{I\ell}{VA} = \frac{\ell}{RA} = \sigma$

علل ؟

1) معامل التوصيل الكهربي للنحاس كبير ؟

يفضل استخدام أسلاك من النحاس في التوصيلات الكهربية ؟

جـ : لأن المقاومة النوعية له صغيرة وحيث أن $\sigma = \frac{1}{\rho_e}$ فتكون التوصيلية الكهربية له كبيرة .

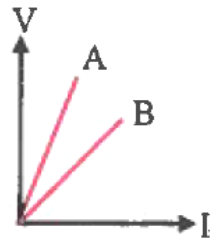
2) يعتبر النحاس من الموصلات الجيدة بينما الخشب من العازلات الجيدة ؟

جـ : لأن المقاومة النوعية للنحاس صغيرة فتكون التوصيلية الكهربية له كبيرة
بينما المقاومة النوعية للخشب كبيرة فتكون التوصيلية الكهربية له صغيرة

3) تتغير المقاومة النوعية لمادة بتغير درجة حرارتها ؟

جـ : لأن تغير درجة الحرارة يؤدى إلى تغير المقاومة الكهربية R وبالتالي تتغير المقاومة النوعية .

تطبيق : الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار الكهربي لموصلين A , B من نفس المادة عند ثبوت درجة الحرارة :



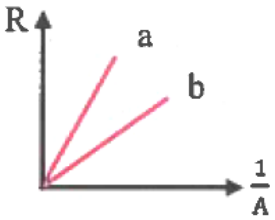
❶ أيهما أكبر مقاومة ولماذا ؟ ❷ أيهما ذو مساحة مقطع أكبر ولماذا ؟

الإجابة :

❶ السلك (A) أكبر مقاومة لأنه أكبر ميلاً

❷ السلك (B) أكبر مساحة لأنه أقل مقاومة

تطبيق : الشكل المقابل : يمثل العلاقة البيانية بين المقاومة الكهربية R ومقلوب مساحة المقطع A لسلكين a ، b من مادتين مختلفتين ولهما نفس الطول ، وضح أي السلكين له مقاومة نوعية أكبر ؟ ولماذا ؟



الإجابة :

السلك a أكبر مقاومة نوعية لأنه أكبر ميلا عند ثبوت الطول

MR: Mohamed Atef

احسب شدة التيار المار في مقاومة سلك طوله 2m ومساحة مقطعه $0.1cm^2$ والتوصيلية الكهربية للسلك $4\times10^4\ \Omega^{-1}.m^{-1}$ علما بأن فرق الجهد بين طرفي السلك 10V

$$\because \rho_e=\frac{1}{\sigma}\Rightarrow\therefore \rho_e=\frac{1}{4\times10^4}=25\times10^{-6}\Omega.m$$

$$\because R=\rho_e\frac{\ell}{A}\Rightarrow\therefore R=\frac{25\times10^{-6}\times2}{0.1\times10^{-4}}=5\Omega,\qquad \therefore I=\frac{V}{R}=\frac{10}{5}=2A$$

وصل سلك على التوالي في دائرة كهربية طوله 154 متر وقطره 0.14mm فمر تيار شدته 2A عندما كان فرق الجهد بين طرفيه 40V احسب :

❶ المقاومة النوعية لمادة السلك ❷ التوصيلية الكهربية لمادة السلك

❶ $R=\frac{V}{I}=\frac{40}{2}=20\Omega,\qquad \because \rho_e=\frac{RA}{\ell}\Rightarrow\therefore \rho_e=\frac{R\pi r^2}{\ell}$

$$\Rightarrow\therefore \rho_e=\frac{20\times\frac{22}{7}\times(0.07\times10^{-3})^2}{154}=2\times10^{-9}\Omega.m$$

❷ $\sigma=\frac{1}{\rho_e}=\frac{1}{2\times10^{-9}}=5\times10^8\Omega^{-1}m^{-1}$

سلكان من النحاس طول أحدهما 10cm وكتلته 0.1kg وطول الآخر 40cm وكتلته 0.2kg قارن بين مقاومة كل منهما .

∵ السلكان من نفس المادة ∴ المقاومة النوعية لهما واحدة وكثافتهما واحدة

$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{(\rho_e)_1\rho_1\ell_1^2m_2}{(\rho_e)_2\rho_2\ell_2^2m_1}\Rightarrow\therefore\frac{R_1}{R_2}=\frac{\ell_1^2m_2}{\ell_2^2m_1}\Rightarrow\therefore\frac{R_1}{R_2}=\frac{10^2\times0.2}{40^2\times0.1}=\frac{1}{8}$$

سلكان من مادتين مختلفتين طول الأول ضعف طول الثاني ونصف قطر الأول ضعف نصف قطر الثاني ومقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني أوجد النسبة بين المقاومتين النوعيتين لهاتين المادتين.

$$\ell_1=2\ell_2\ ,\ r_1=2r_2\ ,\ R_1=R_2\ ,\ \rho_{e1}=\frac{R_1A_1}{\ell_1}\ ,\ \rho_{e2}=\frac{R_2A_2}{\ell_2}$$

$$\therefore\frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}}=\frac{\pi r_1^2\ell_2}{\pi r_2^2\ell_1}\Rightarrow\therefore\frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}}=\frac{4r_2^2\ell_2}{r_2^2 2\ell_2}\Rightarrow\therefore\frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}}=\frac{2}{1}$$

MR: Mohamed Atef

⑧ للمقارنة بين مقاومتين يمكن استخدام العلاقات الآتية على حسب المعطيات الموجودة بالمسألة	$\frac{R_1}{R_2}=\frac{(\rho_e)_1\,\ell_1 A_2}{(\rho_e)_2\,\ell_2 A_1}$ $\frac{R_1}{R_2}=\frac{(\rho_e)_1\,\ell_1 r_2^2}{(\rho_e)_2\,\ell_2 r_1^2}$ $\frac{R_1}{R_2}=\frac{(\rho_e)_1\,\rho_1\,\ell_1^2 m_2}{(\rho_e)_2\,\rho_2\,\ell_2^2 m_1}$	ρ_e المقاومة النوعية ℓ طول السلك A مساحة مقطع السلك σ التوصيلية الكهربية (معامل التوصيل الكهربي) r نصف قطر مقطع السلك ρ كثافة مادة السلك m كتلة السلك
⑨ للمقارنة بين المقاومة النوعية لسلكين من مادتين مختلفتين	$\frac{(\rho_e)_1}{(\rho_e)_2}=\frac{R_1}{R_2}\frac{A_1\ell_2}{A_2\ell_1}$ $\frac{(\rho_e)_1}{(\rho_e)_2}=\frac{R_1}{R_2}\frac{r_1^2\ell_2}{r_2^2\ell_1}$	
⑩ لحساب مقاومة متر واحد من السلك	$R_{\text{متر}}=\frac{R_{\text{كلية}}}{\ell}$	

⑪ إذا أعيد تشكيل سلك معدني (أو سحب السلك بإنتظام) فإن :

❶ حجم السلك قبل السحب = حجم السلك بعد السحب .

❷ مقدار الزيادة في الطول تعادل مقدار النقص في مساحة المقطع .

❸ النسبة بين القطرين كالنسبة بين نصفي قطريهما .

لديك سلك معدني منتظم المقطع فإذا سحب هذا السلك ليصبح قطر السلك الجديد نصف قطر السلك الأصلي احسب :

❶ النسبة بين طولي السلك قبل وبعد السحب

❷ النسبة بين مقاومتي السلك قبل وبعد السحب

❸ النسبة بين المقاومة النوعية للسلك قبل وبعد السحب

$\because r_1 = 2r_2$

❶ $\because$ حجم السلك ثابت $\quad\therefore$ حجم السلك بعد السحب = حجم السلك قبل السحب

$$\therefore A_1\ell_1 = A_2\ell_2 \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2}=\frac{A_2}{A_1} \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2}=\frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2}=\frac{r_2^2}{4r_2^2} \Rightarrow \therefore \frac{\ell_1}{\ell_2}=\frac{1}{4}$$

❷ $$\because \frac{R_1}{R_2}=\frac{(\rho_e)_1\,\ell_1 A_2}{(\rho_e)_2\,\ell_2 A_1} \Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2}=\frac{\ell_1 A_2}{\ell_2 A_1} \Rightarrow \therefore \frac{R_1}{R_2}=\frac{1}{4}\times\frac{1}{4}=\frac{1}{16}$$

❸ $\frac{(\rho_e)_1}{(\rho_e)_2}=\frac{1}{1}$ لأن المقاومة النوعية خاصية مميزة للمادة فتظل ثابتة

MR: Mohamed Atef

موصلان x , y مصنوعان من نفس المادة ولهما نفس الطول حيث x عبارة عن أسطوانة مصمتة من معدن معين نصف قطره r_1 بينما الموصل y أسطوانة مجوفة من نفس المعدن بحيث نصف قطره الخارجي r_2 ونصف قطره الداخلي r_3

$$\frac{R_x}{R_y}=\frac{A_y}{A_x}=\frac{(A_{\text{خارجي}}-A_{\text{داخلي}})_y}{A_X}=\frac{(r^2_{2\text{خارجي}}-r^2_{3\text{داخلي}})_y}{r_1^2}$$

موصلان x , y مصنوعان من نفس المادة ولهما نفس الطول فاذا كان الموصل x عبارة عن انبوبة مصمته من الصلب نصف قطرها واحد ملليمتر بينما الموصل y عبارة عن انبوبة مجوفة نصف قطرها الداخلي واحد ملليمتر ونصف قطرها الخارجي 2ملليمتر ،احسب النسبة بين المقاومتين.

$$\frac{R_x}{R_y}=\frac{A_y}{A_x}=\frac{(A_{\text{خارجي}}-A_{\text{داخلي}})_y}{A_X}=\frac{(r^2_{2\text{خارجي}}-r^2_{3\text{داخلي}})_y}{r_x^2}=\frac{(2\times10^{-3})^2-(1\times10^{-3})^2}{(1\times10^{-3})^2}=\frac{3}{1}$$

في تجربة لتعيين مقاومة مجهولة باستخدام دائرة قانون اوم لكل من السلكين A,B أخذت النتائج الآتية :

السلك A				
V	0.5	1	1.3	1.6
I	0.32	0.63	0.82	1

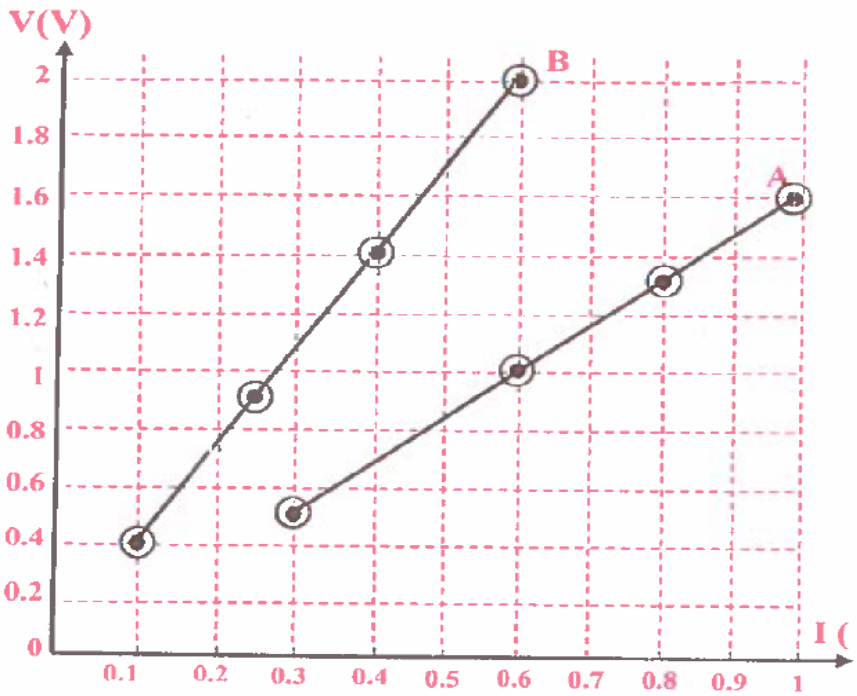
السلك B				
V	0.4	0.9	1.4	2
I	0.12	0.28	0.44	0.63

أ) ارسم الشكل البياني لناتج التجربتين بحيث يكون فرق الجهد على المحور الرأسي وشدة التيار المار على الأفقي على ورقة رسم بياني واحدة وبنفس مقياس الرسم موضحا العلاقة الأولى بالحرف A والثانية بالحرف B

ب) من الرسم البياني استنتج أي السلكين أكبر مقاومة ولماذا؟

ج) إذا كان السلكان من نفس المادة ولهما نفس الطول ولكن يختلف قطراهما فبين أيهما يكون أكبر سمكا ولماذا؟

الحل



أ) الرسم البياني بالشكل المقابل

ب) $\because R=\frac{V}{I}$ أي أن ميل الخط المستقيم يدل على مقاومة السلك

$$\text{slope}A=\frac{1.3-1}{0.82-0.63}=1.579\Omega$$

$$\text{slope}B=\frac{2-1.4}{0.63-0.44}=3.157\Omega$$

$\therefore$ مقاومة السلك B أكبر من مقاومة السلك A

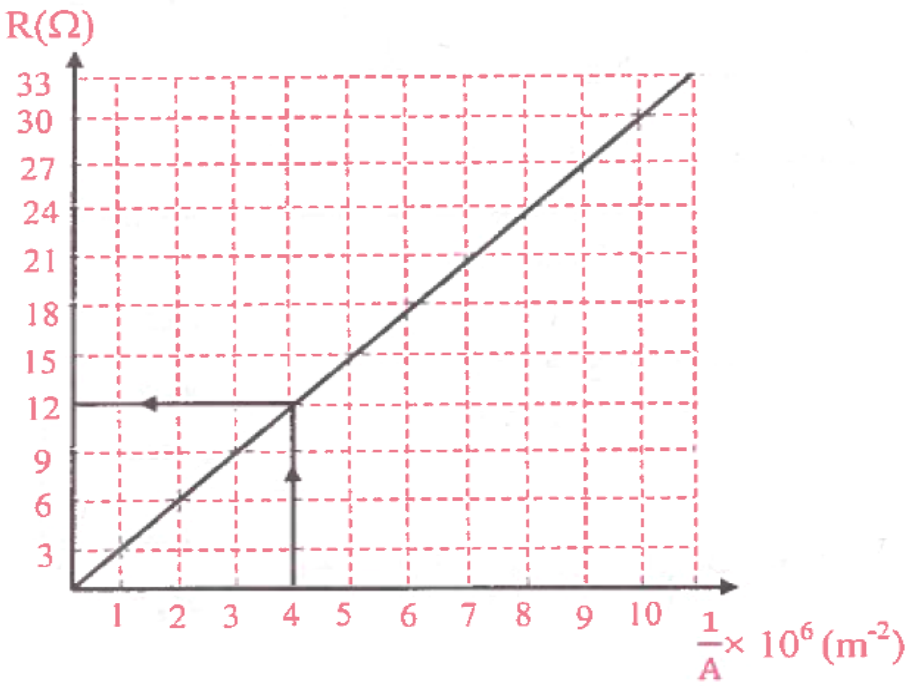
ج) $\because R=\rho_e\frac{\ell}{A}$ والسلكان من نفس المادة ولهما نفس الطول $\therefore$ يختلفان في مساحة المقطع وحيث أن : المقاومة تتناسب عكسيا مع مساحة المقطع ومقاومة السلك B أكبر من مقاومة السلك A $\therefore$ سمك السلك A أكبر من سمك السلك B

MR: Mohamed Atef

عينت المقاومة الأومية لعدد من أسلاك من معدن طول كل منها 12m ومختلفة في مساحة المقطع وقد تم الحصول على النتائج الآتية:

R (Ω)	6	7.5	10	15	23	30
$\frac{1}{A}\times10^{6}\ (m^{-2})$	2	2.5	3.3	5	7.7	10

1. إرسم علاقة بيانية بين مقاومة السلك على المحور الرأسي ومقلوب مساحة المقطع على المحور الأفقي :
2. من الرسم أوجد:
   a. مقاومة سلك من نفس المادة وله نفس الطول مساحة مقطعه $0.0025cm^2$
   b. المقاومة النوعية لمادة السلك



الحل

$$A = 0.0025\times10^{-4}\ m^2$$

$$\therefore \frac{1}{A} = 4\times10^{6}\ m^2$$

$$R = 12\Omega$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{A}}$$

$$= \frac{30-6}{(10-2)\times10^{6}} = 3\times10^{-6}$$

$$\rho_e = \frac{RA}{\ell}$$

$$= \frac{3\times10^{-6}}{12} = 0.25\times10^{-6}\Omega.m$$

Resistor Color Code

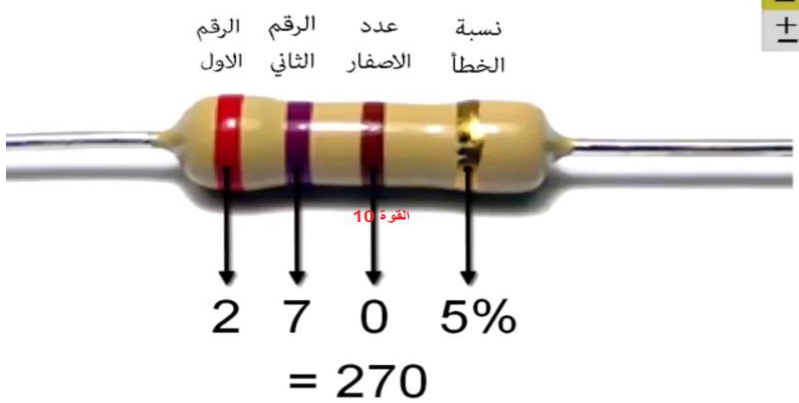


BAND COLOR	1st DIGIT	2nd DIGIT	MULTIPLIER
BLACK	0	0	1
BROWN	1	1	10
RED	2	2	100
ORANGE	3	3	1,000(K)
YELLOW	4	4	10,000
GREEN	5	5	100,000
BLUE	6	6	1,000,000(M)
VIOLET	7	7	10,000,000
GREY	8	8	100,000,000
WHITE	9	9	1,000,000,000

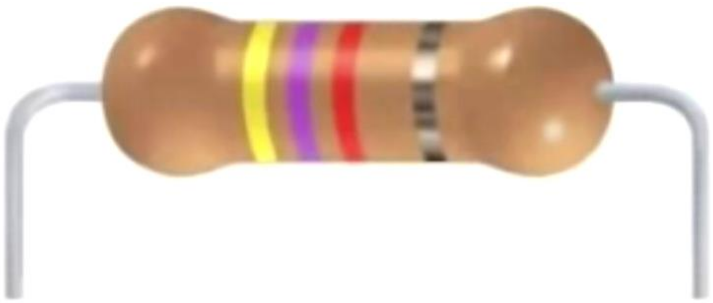
*Tolerance: NO COLOR 20%; SILVER 10%; GOLD 5%

رموز المقاومة

± 5%
± 10%



MR: Mohamed Atef



Yellow Violet Red Silver

4 7 00 10%

4700 Ω +/- 10 %



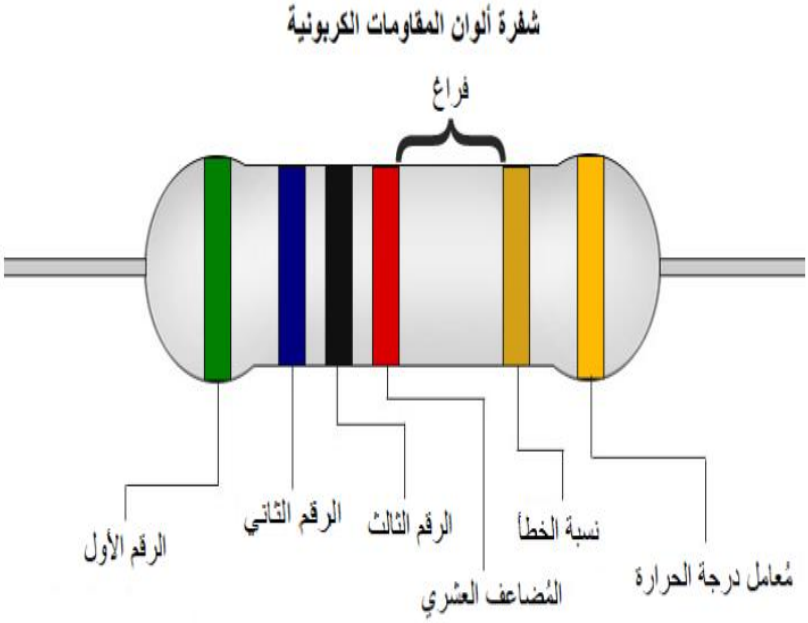
Brown Black Red Gold

1 0 00

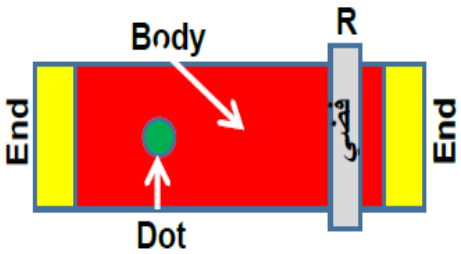
= 1000 Ω +/- 5%

= 1000Ω +/-5%= 950 - 1050 Ω

$$((560 \times 10^2) \pm 2800)$$



الشكل الثاني: يُوجد على المقاومة (الشكل الجانبي) الدلالات التالية:



Body: الخانة الأولى (الأعشار)

End: الخانة الثانية (الآحاد)

Dot: الرتبة (عدد الأصفار)

R: نسبة الخطأ

- يُبيّن الشكل مقاومة كربونية، بالاستعانة بدلالات الألوان (في الأعلى)، أوجد مقدار المقاومة.

MR: Mohamed Atef

المقاومة ودرجة الحرارة:

في مدى محدود من درجات الحرارة تتغير المقاومة النوعية للفلز بشكل خطي تقريبا مع درجة الحرارة طبقا للعلاقة التالية:

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

ρ: المقاومة النوعية عند درجة حرارة T/°C

ρ₀: المقاومة النوعية عند درجة حرارة T₀

α: المعامل الحراري للمقاومة النوعية

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0}\frac{\Delta\rho}{\Delta T}$$

حيث $\Delta\rho = \rho-\rho_0$, $\Delta T = T-T_0$

Material	Resistivity[a] (Ω · m)	Temperature Coefficient[b] α[(°C)⁻¹]
Silver	1.59×10^{-8}	3.8×10^{-3}
Copper	1.7×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Gold	2.44×10^{-8}	3.4×10^{-3}
Aluminum	2.82×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Tungsten	5.6×10^{-8}	4.5×10^{-3}
Iron	10×10^{-8}	5.0×10^{-3}
Platinum	11×10^{-8}	3.92×10^{-3}
Lead	22×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Nichrome[c]	1.50×10^{-6}	0.4×10^{-3}
Carbon	3.5×10^{-5}	-0.5×10^{-3}
Germanium	0.46	-48×10^{-3}
Silicon	640	-75×10^{-3}

نحن نعلم ان المقاومة تتناسب مع المقاومة النوعية: $R = \rho\frac{l}{A}$

فيمكن كتابة التغيير في المقاومة كالاتي: $R = R_\circ[1+\alpha(T-T_\circ)]$

مثال: الثرمومتر البلاتيني ذو المقاومة

يستخدم الثرمومتر ذو المقاومة لقياس درجة الحرارة وذلك بقياس التغير في مقاومة الموصل. وهو مصنوع من البلاتينيوم ومقاومتة 50Ω عند درجة حرارة 20°C وعند غمسة في اناء يحتوي على مادة الانديوم عند درجة الذوبان زادت مقاومتة الى : 76.8Ω . احسب درجة حرارة ذوبان الانديوم؟ علما بان $\alpha = 3.92x10^{-3}$

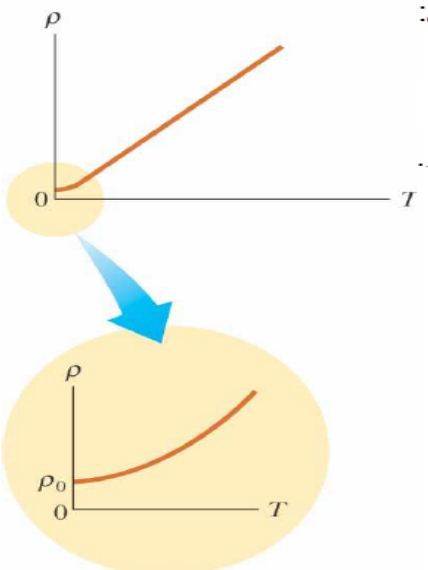
من المعادلة السابق نحصل على:

$$\Delta T = \frac{R-R_\circ}{\alpha R_\circ} = \frac{76.8-50}{(3.92x10^{-3})x50} = 137°C$$

$$\Delta T = T - T_\circ = 137 \Rightarrow T = 137 + T_\circ = 157°C$$

$$T = 157°C$$

في الفلزات مثل النحاس تتناسب المقاومة النوعية تقريبا مع درجة الحرارة كما في الشكل التالي:

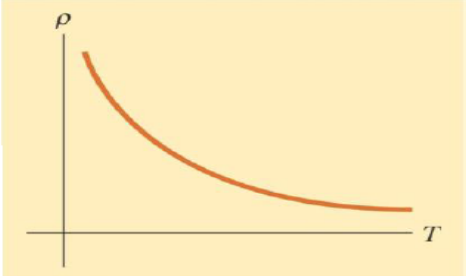


المنطقة غير الخطية تكون على درجة حرارة منخفضة :(نتيجة التصادمات بين الالكترونات والشوائب او عيوب التركيب).

وفي المنطقة الخطية عند درجة حرارة عالية تحدث نتيجة التصادم بين الالكترونات وذرات الفلز.

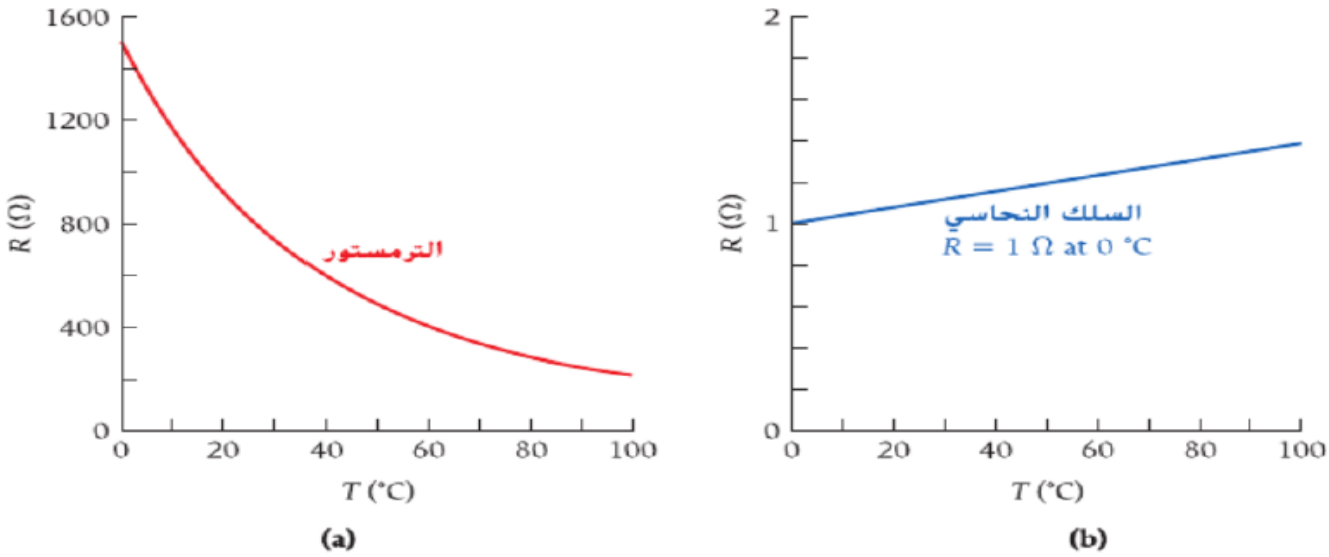
في الجدول السابق هنالك ثلاث مواد قيمة α لها سالبة (كربون-جرمانيوم-السيليكون)

وهذا يشير الى ان المقاومة النوعية لهذه المواد تتناقص بزيادة الحرارة وهذا نتيجة زيادة كثافة حاملات الشحنة عند درجة حرارة مرتفعة كما في الشكل التالي:



MR: Mohamed Atef

الموصل	شبه الموصل	فائق التوصيل
عند رفع درجة الحرارة تزداد المقاومة معامل حراري موجب النحاس	عند رفع درجة الحرارة تقل المقاومة معامل حراري سالب السيلكون و الجيرمانيوم جهاز الثيرموستور	عنددرجة حرارة منخفضة جدا مقاومتها تصل للصفر تستخدم في صناعة المغانط لجهازالرنين



الشكل 5.9 (a) التأثير الحراري لمقاومة ثيرموستور. (b) التأثير الحراري لمقاومة سلك نحاسي مقاومته 1 Ω عند $T = 0°C$.

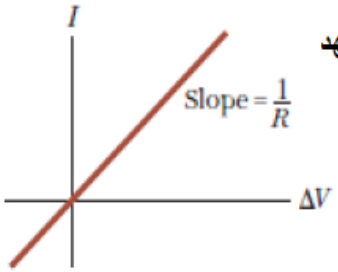
أنواع المقاومات من حيث خضوعها لقانون أوم

مُقاومات أومية
Ohmic Resistors

هي المواد التي تتبع قانون أوم.

ثابته مع تغير فرق الجهد

علاقة خطية



التيار يتناسب طرديا مع فرق الجهد

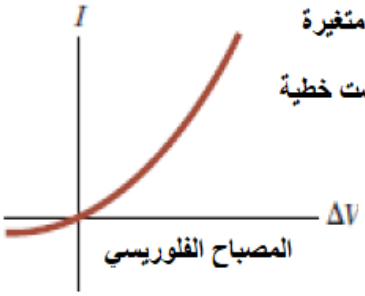
الكربون

مُقاومات لا أومية
Non-Omic Resistors

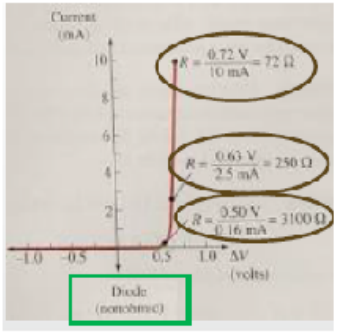
هي المواد التي لا تتبع قانون أوم.

متغيرة

علاقة ليست خطية



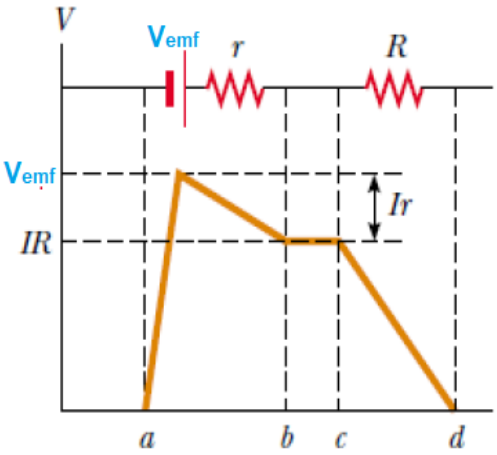
المصباح الفلوريسي



الصمام الثنائي

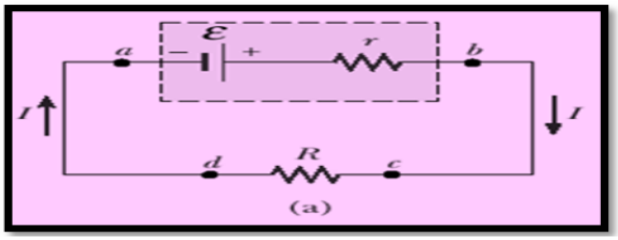
MR: Mohamed Atef

القوة الدافعة الكهربائية وقانون أوم



القوة الدافعة الكهربية (ve) والمقاومة الداخلية (r):

في البداية نطرح سؤال : ما الفرق بين القوة الدافعة الكهربية وفرق الجهد ؟



1- القوة الدافعة الكهربية

هي الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات (كولوم) في الدائرة الكهربية كلها خارج المصدر وداخله.

2- فرق الجهد الكهربي (V)

هو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات بين نقطتين في الدائرة خارج المصدر

* بمعنى أن القوة الدافعة الكهربية تنقسم إلى جهدين:

1- جهد خارجي وهو خاص بنقل الشحنات خلال المقاومة الخارجية (R)

2- جهد داخلي وهو خاص بنقل الشحنات خلال المقاومة الداخلية للمصدر (r)

$\therefore V_{emf} = V + Ir$, أو $\therefore V = V_{emf} - Ir$

$$V_{emf} = I.R + I.r = I\,(R+r)$$

$$I = \frac{V_{emf}}{R+r}$$

تعريف القوة الدافعة الكهربية لبطارية V_{emf}

يمكن تعريف القوة الدافعة الكهربية بعدة طرق :

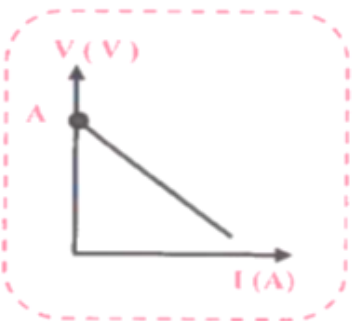
1. عند إهمال المقاومة الداخلية فإن (r) :
$r = 0 \Rightarrow Ir = 0$
القوة الدافعة :
هي فرق الجهد بين طرفي البطارية عند إهمال المقاومة الداخلية

2. عند زيادة R إلى قيمة كبيرة جدا تكاد تنعدم I فإن :
$I = 0 \Rightarrow Ir = 0$
القوة الدافعة :
هي فرق الجهد بين طرفي البطارية عند عدم مرور تيار

3. عند فتح الدائرة ينعدم مرور التيار فإن :
$I = 0 \Rightarrow Ir = 0$
القوة الدافعة :
هي فرق الجهد بين طرفي البطارية عند فتح الدائرة

العلاقة البيانية بين فرق الجهد بين طرفي عمود كهربي (بطارية) وشدة التيار المسحوب منه :

تمثل العلاقة كما بالشكل المقابل حيث :



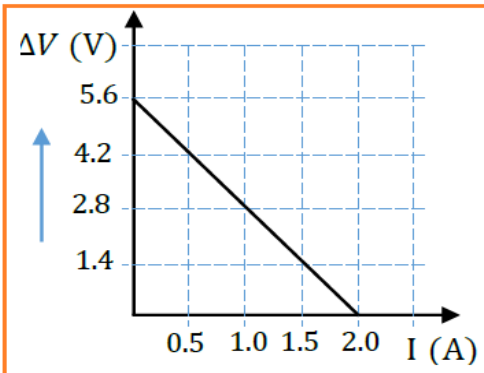
عندما : $I = 0$ فإن فرق الجهد بين طرفي العمود أكبر ما يمكن ويساوي القوة الدافعة ($V = V_{emf}$)

أى أن نقطة (A) تمثل قيمة القوة الدافعة للعمود (V_{emf})

الميل سالب القيمة لأن العلاقة عكسية $\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = -r$

MR: Mohamed Atef

4 بطاريات متماثلة (لها قيمة القوة الدافعة ε والمقاومة الداخلية نفسها r)، وُصلت على التوالي مع مقاومة متغيرة (ريوستات)، يمثل الشكل المجاور تغيرات الجهد الطرفي (الجهد الكلي للأربع بطاريات) مع التيار الناتج، احسب ما يأتي:

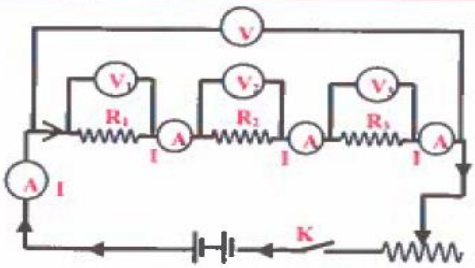
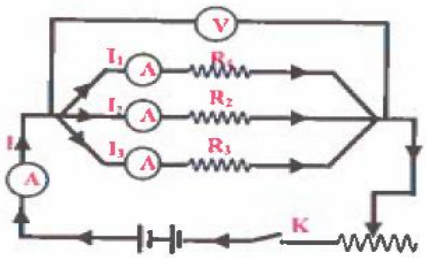


- ما هي القوة الدافعة لكل بطارية؟

- جد مقدار المقاومة الداخلية لكل البطارية.

توصيل المقاومات

❶ التوصيل علي التوالي . ❷ التوصيل علي التوازي .

وجه المقارنة		توصيل المقاومات على التوالي	توصيل المقاومات على التوازي
شكل التوصيل في الدائرة			
الغرض منه		الحصول على مقاومة كبيرة من مجموعة من المقاومات الصغيرة ، وتكون أكبر من أكبر مقاومة	الحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة من المقاومات الكبيرة، وتكون أصغر من أصغر مقاومة
المميزات	شدة التيار الكهربي	متساوي في جميع المقاومات $I_{كلي} = I_1 = I_2 = I_3 = \cdots$	يتجزأ التيار في المقاومات $I_{كلي} = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots\ldots$
	فرق الجهد	يختلف فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة $V'_{الكلية} = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots\ldots$	يتساوى فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة $V_{كلي} = V_1 = V_2 = V_3 = \cdots\cdots$
القانون المستخدم لتعيين المقاومة المكافئة		◈ لعدة مقاومات مختلفة $R' = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots$ ◈ لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R $R' = NR$	◈ لعدة مقاومات مختلفة $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots$ ◈ لعدة مقاومات متساوية عددها N وقيمة كل منها R $R' = \frac{R}{N}$ ◈ لمقاومتين مختلفتين فقط $R' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

MR: Mohamed Atef

علل ؟

1) تزداد مقاومة موصل بزيادة طوله ؟

جـ: لأن زيادة طول السلك يماثل توصيل المقاومات على التوالي وفي التوصيل على التوالي تكون المقاومة المكافئة كبيرة كما أن المقاومة تتناسب طردياً مع طول السلك تبعاً للعلاقة $R = \frac{\rho_e \ell}{A}$.

2) في التوصيل على التوالي تكون المقاومة الكلية كبيرة ؟

جـ: لأن التوصيل على التوالي يماثل الزيادة في الطول وكلما زاد الطول زادت المقاومة فتكون المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوالي أكبر من أكبر مقاومة كما أنها تساوي مجموع المقاومات .

3) تقل مقاومة موصل عند زيادة مساحة مقطعه ؟

جـ: لأن زيادة مساحة المقطع يماثل توصيل المقاومات على التوازي فتقل المقاومة المكافئة بزيادة مساحة المقطع كما أن المقاومة تتناسب عكسياً مع مساحة المقطع تبعاً للعلاقة $R = \frac{\rho_e \ell}{A}$.

4) في التوصيل على التوازي تكون المقاومة الكلية صغيرة ؟

◄ للحصول على مقاومة صغيرة من مجموعة مقاومات كبيرة توصل المجموعة على التوازي

جـ : لأن التوصيل على التوازي يماثل الزيادة في مساحة المقطع وكلما زادت مساحة المقطع قلت المقاومة فتكون المقاومة المكافئة لعدة مقاومات متصلة على التوازي أصغر من أصغر مقاومة كما أنها تحسب من العلاقة : $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

5) لا توصل الأجهزة المنزلية على التوالي ؟

جـ : لأن التوصيل على التوالي يجعل المقاومة الكلية كبيرة فتضعف شدة التيار كما أنه عند فصل التيار عن أحد الأجهزة فإن باقي الأجهزة سوف تنطفئ أيضا.

6) توصل الأجهزة المنزلية على التوازي ؟

جـ: حتى تصبح المقاومة المكافئة لها جميعا صغيرة جدا فلا تضعف شدة التيار الكهربي كما يمكن تشغيل كل جهاز بمفرده.

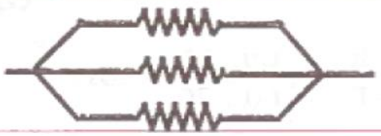
7) 📖 في دائرة مقاومات متصلة على التوازي تستخدم أسلاك سميكة عند طرفي البطارية بينما تستخدم أسلاك أقل سمكا عند طرفي كل مقاومة ؟

جـ : لأن شدة التيار في دائرة التوازي تكون أكبر ما يمكن عند مدخل ومخرج التيار (قطبي البطارية) لذا تستخدم أسلاك سميكة حتى تكون مقاومتها صغيرة فلا تؤثر في شدة التيار بينما يتجزأ التيار في كل مقاومة على حدة فيمكن استخدام أسلاك أقل سمكا عند طرفي كل مقاومة.

❶ إيجاد المقاومة المكافئة لأشكال بسيطة :

مثال 1 ثلاث مقاومات متساوية قيمة كل منها 30 أوم ، كيف يمكن توصيلها علي التوالي مرة وعلي التوازي مرة اخرى بالرسم ، ثم أوجد قيمة المقاومة المكافئة في كل حالة :

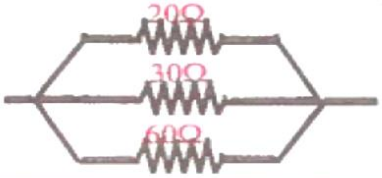
الحل

توصيل الثلاث مقاومات على التوالي	توصيل الثلاث مقاومات على التوازي
الرسم : 	الرسم : 
فتكون المقاومة الكلية $R_t = NR = 3 \times 30 = 90\ \Omega$	فتكون المقاومة الكلية $R' = \frac{R}{N} = \frac{30}{3} = 10\Omega$

MR: Mohamed Atef

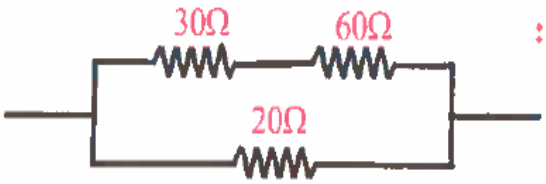
مثال 2 ثلاث مقاومات قيمة كل منها 20 ، 30 ، 60 أوم ، كيف يمكن توصيلها على التوالي مرة والتوازي مرة اخري موضحا بالرسم هذه الطرق ثم أوجد قيمة المقاومة المكافئة في كل حالة :

الحل

توصيل الثلاث مقاومات على التوالي	توصيل الثلاث مقاومات على التوازي
الرسم : 	الرسم : 
$R_t = R_1 + R_2 + R_3 = 20 + 30 + 60 = 110\Omega$	$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{1}{10}$ $\therefore R_t = 10\Omega$

❷ إيجاد المقاومة المكافئة لأشكال متوسطة :

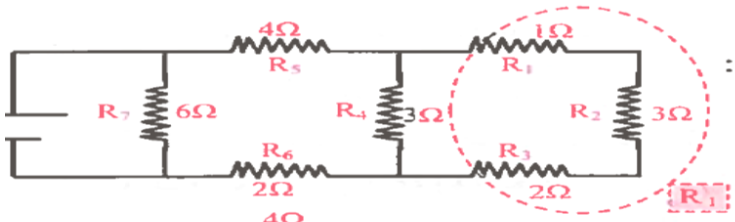
احسب المقاومة المكافئة للأشكال الاتية :

توصيل مقاومتان على التوازي معاً ، والمجموعة على التوالي مع المقاومة الثالثة	توصيل مقاومتان على التوالي معاً ، والمجموعة توصل على التوازي مع المقاومة الثالثة
الرسم : 	الرسم : 
فتكون المقاومتان 30 ، 60 توازي وتكون المقاومة المكافئة لهما . $R_{\text{توازي}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{60 \times 30}{60 + 30} = 20\Omega$ وتكون المقاومة المكافئة 20 توالي مع المقاومة 20 فتكون المقاومة الكلية للدائرة . $R_t = 20 + 20 = 40\ \Omega$	فتكون المقاومتان 60 ، 30 توالي وتكون المقاومة المكافئة لهما . $R_t = R_1 + R_2 = 30 + 60 = 90\ \Omega$ وتكون المقاومة 90 توازي مع المقاومة 20 فتكون المقاومة الكلية للدائرة $R_t = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{90 \times 20}{90 + 20} = 16.36\Omega$

MR: Mohamed Atef

❸ ايجاد المقاومة المكافئة لأشكال معقدة :

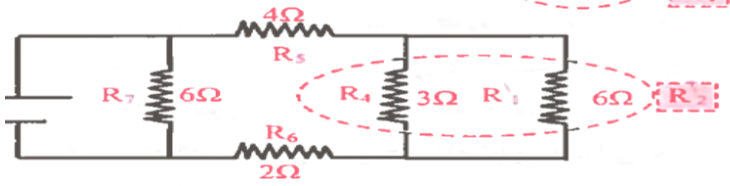
مثال 1 أوجد المقاومة المكافئة :
لمجموعة المقاومات الموضحة بالرسم :



الحل

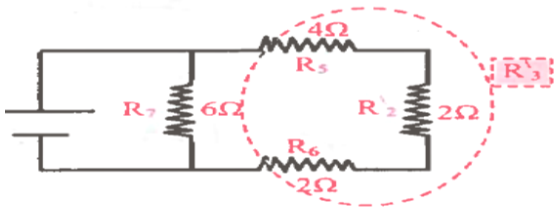
المقاومات (R_1 , R_2 , R_3) متصلة على التوالي
فتكون المقاومة المكافئة لهم

$$R'_{1\,\text{توالي}} = 1 + 3 + 2 = 6\ \Omega$$



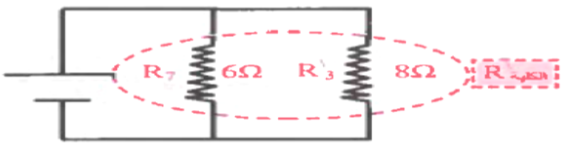
∴ المقاومة 6 على التوازي مع R_4

$$R'_{2\,\text{توازي}} = \frac{3\times 6}{3+6} = 2\Omega$$

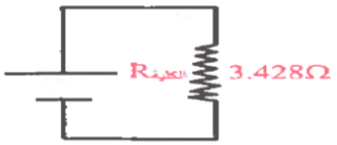


بالمثل المقاومات (R_5 ، R'_2 ، R_6) على التوالي

$$R'_3 = 4 + 2 + 2 = 8\Omega$$



تصبح المقاومة (R_7 ، R'_3) على التوازي



$$R'_{\text{المكافئة}} = \frac{8\times 6}{8+6} = 3.428\Omega$$

مقاوِم ذو مقطع عرضي غير ثابت

$$R = \int_0^L \frac{\rho(x)}{A(x)}\,dx$$



المسألة

إذا كان السلك المستخدم لإجراء تخطيط كهربائية قشرة الدماغ مصنوعًا من التنجستن بقطر 0.74 mm ويبلغ طول الطرف 2.0 mm وتم سحب الطرف ليبلغ قطره 2.4 μm. فما مقاومة الطرف؟ (وردت مقاومة التنجستن في الجدول 5.1 بقيمة $5.51 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$).

مساحة الدائرة، $A(x) = \pi[r(x)]^2$. يقل نصف قطر الدائرة خطيًا من r_1 إلى r_2

$$r(x) = r_1 + \frac{(r_2 - r_1)x}{L} \qquad R = \rho\int_0^L \frac{1}{\pi(r_1 + (r_2 - r_1)x/L)^2}\,dx$$

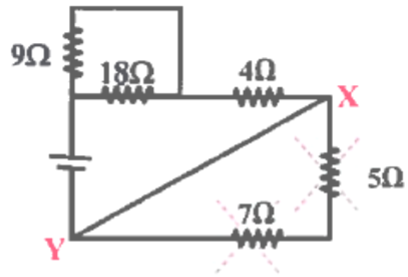
$$R = -\left.\frac{\rho L}{\pi(r_2 - r_1)(r_1 + (r_2 - r_1)x/L)}\right|_0^L = \frac{\rho L}{\pi r_1 r_2}$$

$$R = \frac{(5.51\times10^{-8}\ \Omega m)(2.0\times10^{-3} m)}{\pi(0.37\times10^{-3} m)(1.2\times10^{-6} m)} = 7.90039\times10^{-2}\ \Omega$$

MR: Mohamed Atef

❺ إيجاد المقاومة المكافئة لشبكة بها سلك عديم المقاومة يلغي مقاومة :

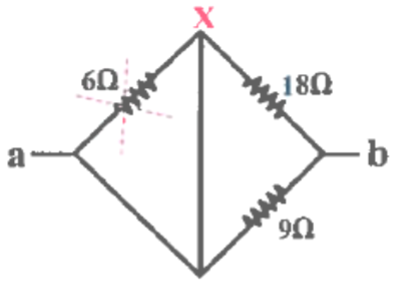
ملحوظة : اذا اتصل سلك عديم المقاومة بين طرفي مقاومة علي التوازي ، تلغي المقاومة لعدم مرور التيار في المقاومة ومرور التيار في السلك عديم المقاومة .



نلاحظ أن : السلك XY يصل بين طرفي المقاومتين 5، 7 علي التوازي فتلغى المقاومتين لمرور التيار في السلك XY لأنه عديم المقاومة .

$$R_1' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9 \times 18}{9+18} = 6\Omega$$

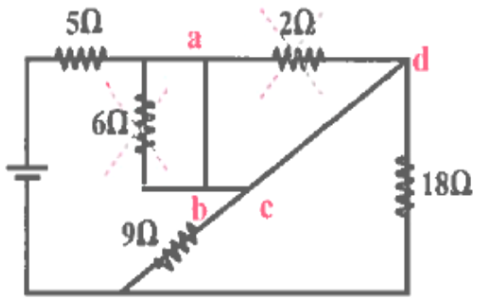
$$\therefore R_2' = 6 + 4 = 10\Omega$$



نلاحظ أن : السلك XY يتصل بين طرفي المقاومة 6 علي التوازي فتلغي المقاومة لمرور التيار في السلك

$$R_1' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9 \times 18}{9+18} = 6\Omega$$

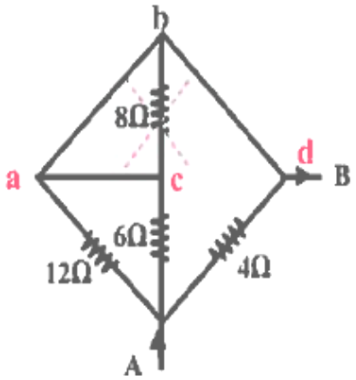
❻ ايجاد المقاومة المكافئة لشبكة بها الحالتين السابقتين :



نلاحظ أن : النقاط abcd كنقطة واحدة ونلاحظ أن المقاومتان 2Ω ، 6 Ω ملغيتان فلا يمر بها تيار كهربي فتصبح المقاومتان 18Ω، 9Ω توازي والمجموعة توالي مع المقاومة 5Ω

$$R_1' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{9 \times 18}{9+18} = 6\Omega$$

$$\therefore R_2' = 6 + 5 = 11\Omega$$



نلاحظ أن : النقاط abcd كنقطة واحدة ونلاحظ أن المقاومة 4Ω ، 6Ω ، 12Ω علي التوازي ، والمقاومة 8Ω ملغية لعدم مرور بها تيار

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$$

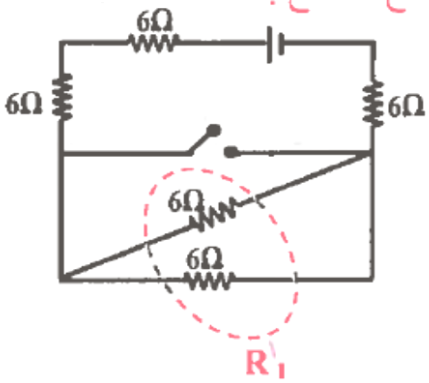
$$\therefore R = 2\Omega$$

MR: Mohamed Atef

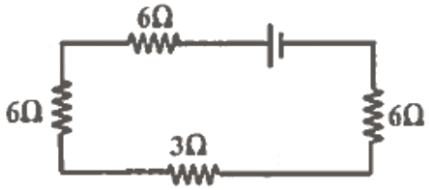
❼ إيجاد المقاومة المكافئة لشبكة بها مفتاح في حالة الفتح والغلق :

ملحوظة : عند فتح وغلق مفتاح في الدائرة تتغير المقاومة المكافئة في الدائرة .

في حالة فتح المفتاح :

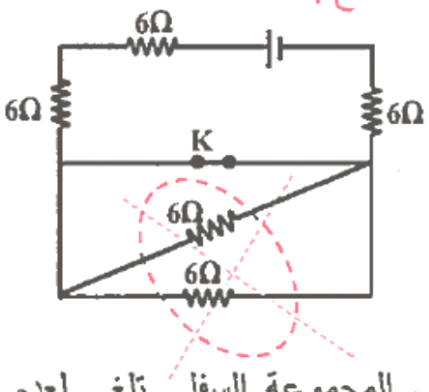


$$R'_1 = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$$

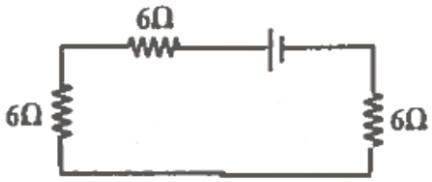


$$R'_t = 6+6+3+6 = 21\Omega$$

في حالة غلق المفتاح :



المقاومتان في المجموعة السفلى تلغى لعدم مرور تيار بهما ومروره في السلك عديم المقاومة .



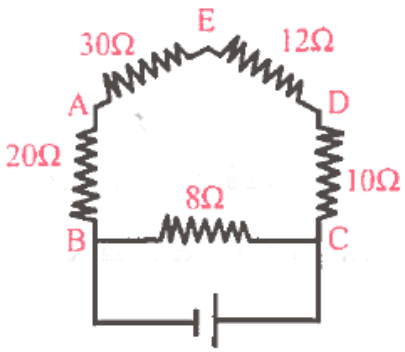
$$R'_t = 6+6+6 = 18\Omega$$

مثال

مضلع خماسي رؤوسه ABCDE وصلت مقاومات في أضلاعه 20 ، 8 ، 10 ، 12 ، 30 أوم على الترتيب ، وضح كيف توصل رأسين من رؤوسه ببطارية بحيث تكون المقاومة الكلية أصغر ما يمكن وما قيمتها .

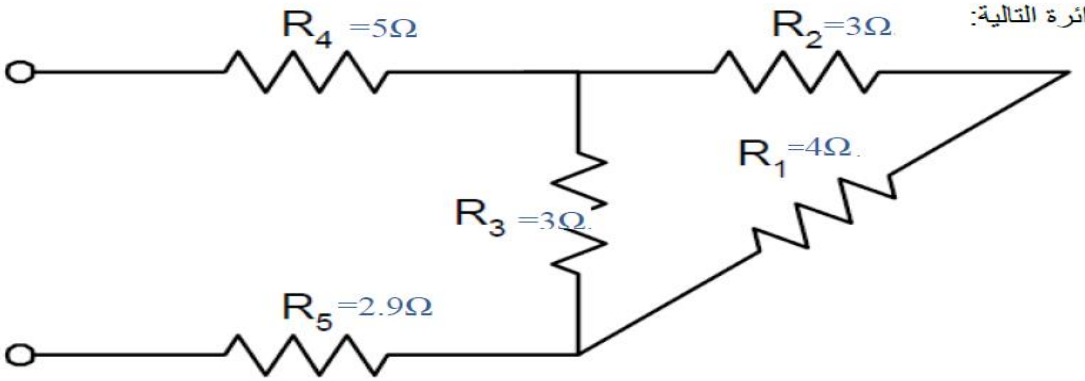
الحل

للحصول على أصغر مقاومة من المضلع توصل البطارية بين طرفي أصغر مقاومة وهي 8 أوم كما بالشكل



$$R = \frac{R_1 \times R_{\text{توالي}}}{R_1 + R_{\text{توالي}}} = \frac{8 \times 72}{8+72} = 7.2\Omega$$

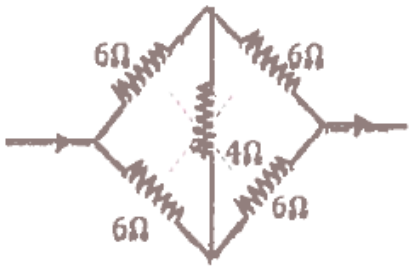
اوجد المقاومة المكافئة للدائرة التالية:



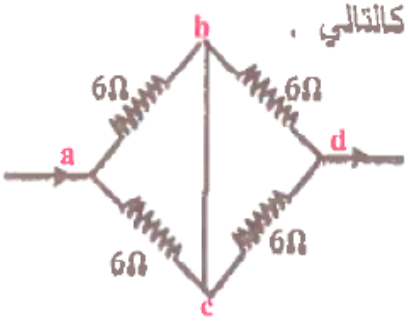
MR: Mohamed Atef

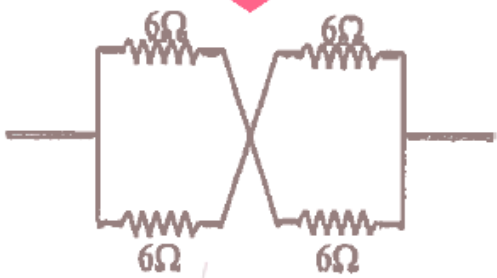
⑧ إيجاد المقاومة المكافئة لشبكة بها مقاومة ملغية بسبب تساوي فرق الجهد بين طرفيها :

ملحوظة : اذا تساوى فرق الجهد بين طرفي مقاومة في دائرة كهربية بها مقاومات متساوية فلا يمر بها تيار كهربي فيها وتلغى .



نلاحظ أن : النقاط b ، c كنقطة واحدة لهما نفس الجهد فيكون فرق الجهد بينهما = صفر وتكون المقاومة 4Ω ملغيه فلا يمر بها تيار كهربي فيصبح الشكل كالتالي .

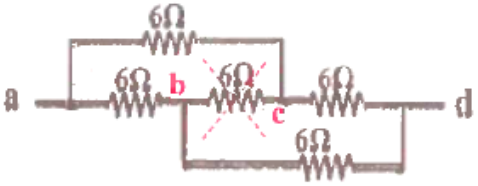




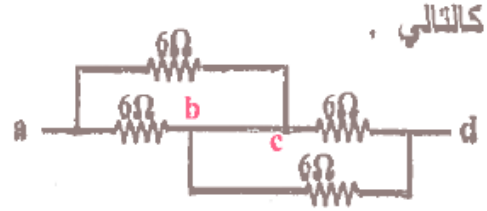
$$R_1' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$$

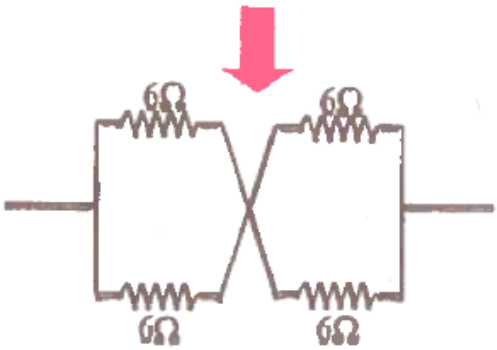
$$R_2' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$$

$$R_t' = 3+3 = 6\Omega$$



نلاحظ أن : النقاط b ، c كنقطة واحدة لهما نفس الجهد فيكون فرق الجهد بينهما = صفر وتكون المقاومة 6 Ω ملغيه فلا يمر بها تيار كهربي فيصبح الشكل كالتالي .

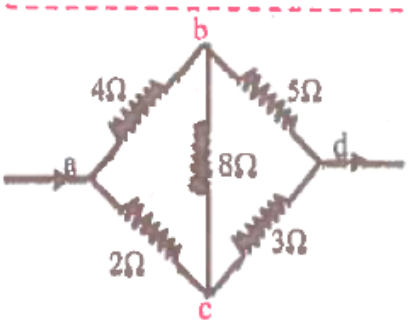




$$R_1' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$$

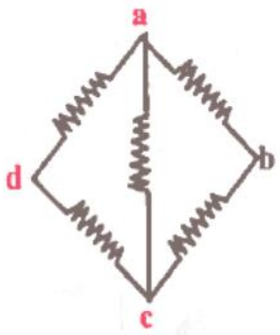
$$R_2' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \times 6}{6+6} = 3\Omega$$

$$R_t' = 3+3 = 6\Omega$$



➢ في حالة اختلاف قيم المقاومات فتحل المسألة بقوانين كيرشوف والتي سوف يتم شرحها فيما بعد

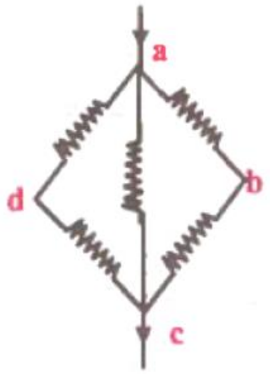
MR: Mohamed Atef



مثال 1 **الشكل المقابل :** يوضح خمس مقاومات متساوية قيمة كل منها 5Ω متصلة معا في دائرة كهربية ، احسب المقاومة المكافئة لها عند توصيل مصدر كهربي بين :

أ) النقطتين a ، c ب) النقطتين b ، d ج) النقطتين a ، d

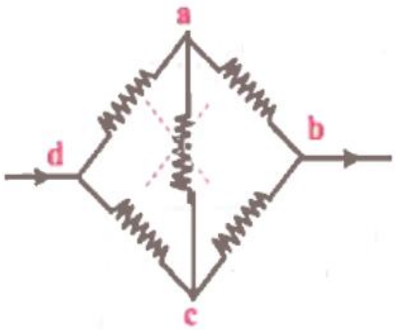
الحل



❶ عند توصيل البطارية بالنقطتين a , c

$$R_{abc} = R_{adc} = 5 + 5 = 10$$

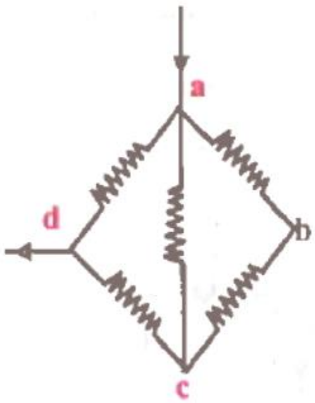
$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_{abc}} + \frac{1}{R_{adc}} + \frac{1}{R_{ac}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \Rightarrow \therefore R' = 2.5\Omega$$



❷ عند توصيل المصدر بين النقطتين b , d لا يمر تيار في المقاومة ac لأن الجهد عند a يساوي الجهد عند c وبالتالي لا يمر تيار في R_{ac} فتلغى

$$R_{bad} = R_{bcd} = \frac{R}{N} = \frac{5}{2} = 2.5\Omega$$

$$R' = 2.5 + 2.5 = 5\ \Omega,$$



❸ عند توصيل المصدر بين النقطتين a , d

$$R_{abc} = 5 + 5 = 10\Omega$$

المقاومة المكافئة لكل من R_{abc} ، R_{ac}:

$$R' = \frac{R_{abc} \times R_{ac}}{R_{abc} + R_{ac}} = \frac{10 \times 5}{15} = 3.33\Omega$$

$$R_{abcd} = 5 + 3.33 = 8.33\Omega,$$

$$R' = \frac{8.33 \times 5}{8.33 + 5} = 3.125\Omega$$

MR: Mohamed Atef

ملخص الحالات التي تلغى فيها المقاومة الكهربية :

1) عند غلق المفتاح المتصل علي التوازي مع المقاومة الكهربية :

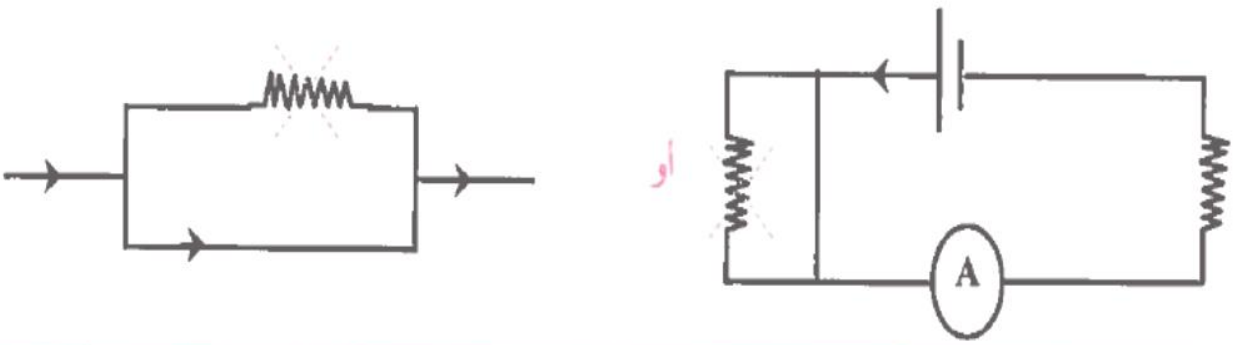


2) عند فتح المفتاح المتصل علي التوالي مع المقاومة الكهربية :

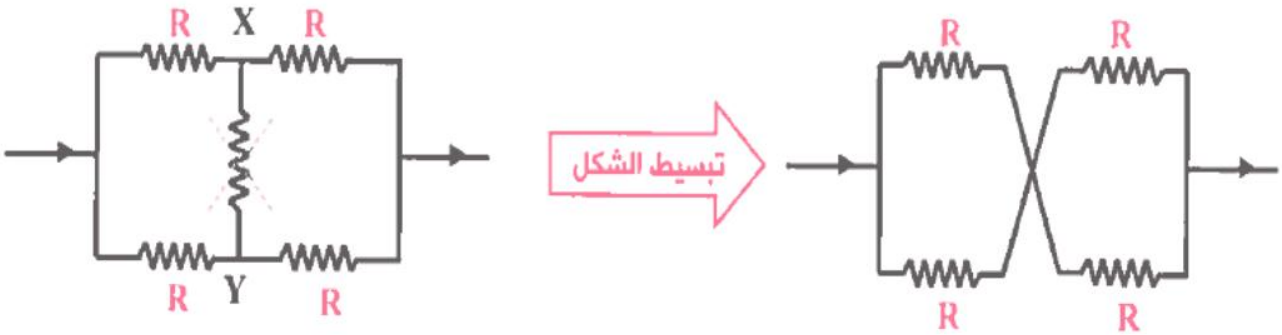


3) في حالة اتصال سلك عديم المقاومة علي التوازي مع مقاومة :

(حيث اذا اتصل سلك عديم المقاومة بين نقطتين تصبح النقطتين كنقطة واحدة)



4) في حالة تساوي فرق الجهد بين طرفي المقاومة الكهربية : مثل تساوي الجهد عند XY



MR: Mohamed Atef

مثال 1 وصلت ثلاث مقاومات قيمتها (6 ، 3 ، 1) أوم بمصدر تيار كهربي وكانت شدة التيار الكهربي المار في كل مقاومة هي (0.1 ، 0.2 ، 0.3) أمبير على الترتيب وضح بالرسم كيفية توصيل تلك المقاومات ، ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة الكهربية.

الحل

$R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 3\ \Omega$, $R_3 = 1\Omega$

$I_1 = 0.1A$, $I_2 = 0.2A$, $I_3 = 0.3A$

$V_1 = I_1R_1$, $V_2 = I_2R_2$, $V_3 = I_3R_3$

$V_1 = 0.1\times6 = 0.6\ V$, $V_2 = 0.2 \times 3 = 0.6\ V$, $V_3 = 0.3 \times 1 = 0.3V$

∵ شدة التيار في المقاومتين 6 ، 3 غير متساوية وفرق الجهد لهما متساوي

∴ المقاومتان توازي والمجموعة توالي مع المقاومة 1



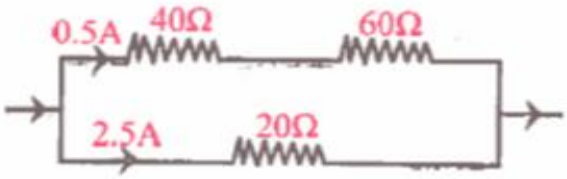
$$R_{\text{توازي}} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6\times3}{6+3} = 2\Omega \ , \qquad \therefore R_t = R_{\text{توازي}} + 1 = 2 + 1 = 3\ \Omega$$

مثال 2 وصلت ثلاث مقاومات 20 ، 40 ، 60 أوم بمصدر تيار كهربي فإذا كان فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة هو 50 ، 20 ، 30 فولت على الترتيب بين بالرسم كيفية توصيل هذه المقاومات ثم احسب المقاومة الكلية للدائرة وشدة التيار الكلي .

الحل

نحسب أولا شدة التيار المار في كل مقاومة حتى نتمكن من معرفة طريقة التوصيل

$$\because I = \frac{V}{R} \qquad \therefore I_1 = \frac{50}{20} = 2.5A \ , \ \therefore I_2 = \frac{20}{40} = 0.5A \ , \ \therefore I_3 = \frac{30}{60} = 0.5A$$



∵ شدة التيار في المقاومتين 40 ، 60 متساوية وفرق الجهد لهما مختلف ∴ المقاومتان توالي والمجموعة توازي مع المقاومة 20 كما بالرسم

المقاومتان 40 ، 60 توالي فتكون

$$R_{\text{توالي}} = 60 + 40 = 100\ \Omega$$

المقاومة 100 والمقاومة 20 توازي فتكون المقاومة الكلية

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100\times20}{100+20} = 16.67\Omega$$

$$I_{\text{كلي}} = 0.5 + 2.5 = 3A$$

MR: Mohamed Atef

ثالثا : مسائل المعادلات

1) نكون معادله رياضية من كل مشهد أو حالة .
2) ثم بتعويض إحداهما في الأخرى .

مثال 1 وصلت مقاومتان على التوالي فكانت المقاومة الكلية = 25Ω وعندما وصلتا على التوازي كانت المقاومة الناتجة 6 Ω احسب قيمة كل من المقاومتين على حدة

الحل

- في حالة التوالي :

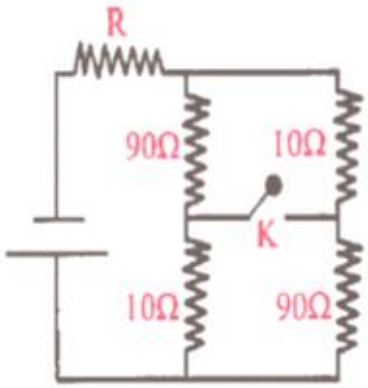
$$\because R' = R_1 + R_2 \ , \ \therefore 25 = R_1 + R_2 \ , \ \therefore R_1 = (25 - R_2)$$

- في حالة التوازي :

$$\because R' = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \therefore 6 = \frac{(25-R_2)R_2}{25} \Rightarrow \therefore 150 = 25R_2 - R_2^2 \Rightarrow \therefore R_2^2 - 25R_2 + 150 = 0$$

$$\therefore (R_2 - 10)(R_2 - 15) = 0 \Rightarrow \therefore R_2 = 10 \text{or} 15\Omega, \Rightarrow \therefore R_1 = 15 \text{or} 10\Omega$$

مثال 2 في الدائرة الموضحة بالشكل عند غلق المفتاح K تقل قيمة المقاومة المكافئة للدائرة إلى النصف ، احسب قيمة المقاومة R (علما بأن المقاومة الداخلية للبطارية مهملة)



الحل

نفرض أن المقاومة الكلية قبل غلق المفتاح هي R_{t1} وبعد غلق المفتاح هي R_{t2}

$$\therefore R_{t2} = \frac{1}{2} R_{t1} \text{----------(1)}$$

$$\because R_{t1} = R + R_{\text{توازي}} \Rightarrow \therefore R_{t1} = R + \frac{100}{2} \Rightarrow \therefore R_{t1} = R + 50 \text{----(2)}$$

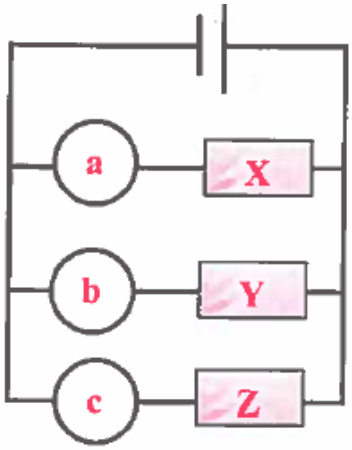
$$R_{t2} = R + R_{\text{توالي}} \Rightarrow \therefore R_{t2} = R + 9 + 9 \Rightarrow \therefore R_{t2} = R + 18 \text{----(3)}$$

بالتعويض من 2 ، 3 في 1

$$\therefore R + 18 = \frac{1}{2}(R+50) \ , \ \therefore 2R + 36 = R + 50 \ , \quad \therefore R = 14\,\Omega$$

MR: Mohamed Atef

مسائل حساب قيمة شدة التيار المار في المقاومات وفرق الجهد



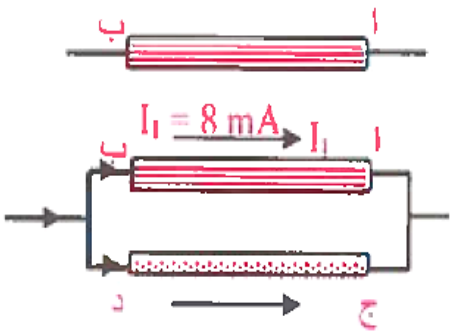
تطبيق : في الدائرة المقابلة : ثلاث مقاومات X ,Y, Z متماثلة وكل منها محفوظة في أنبوبة بها هواء ، فإذا علمت أن الأنبوبة X بها هواء ساخن ، الأنبوبة Y بها هواء في درجة الحرارة العادية ، والأنبوبة Z بها هواء بارد ، رتب المصابيح a,b,c حسب شدة إضاءتها مع التعليل .

الاجابة : درجة الحرارة تُزيد من مقاومة الموصل فعند زيادة درجة الحرارة تزيد المقاومة وتقل شدة التيار ، والعكس صحيح .

∴اضاءة المصباح Z < اضاءة المصباح Y < اضاءة المصباح X

مر تيار كهربي شدته 8mA في سلك معدني رفيع (ا ب) ، وعندما وصل معه على التوازي سلك آخر له نفس الطول ومن نفس المعدن لزم زيادة شدة التيار إلى 10 mA حتى يظل فرق الجهد بين (ا ب) ثابتاً ، أوجد النسبة بين قطري السلكين .

الحل



∵ بعد توصيل السلك الثاني (V) يظل فرق الجهد بين (ا ب) ثابت

∴ تظل شدة التيار في (ا ب) ثابتة بعد توصيل السلك الثاني

$I_1 = 8\ mA$ في (ا ب)

∴ شدة التيار في السلك الثاني (ج د)

$$I_2 = I - I_1 = 10 - 8 = 2\ mA$$

فرق الجهد بين طرفي (ا ب) = فرق الجهد بين طرفي (ج د) $V_{ا\,ب} = V_{ج\,د}$

$$I_2R_2 = I_1R_1 \rightarrow 2R_2 = 8R_1 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{8}{2} = \frac{4}{1}$$

السلكان لهما نفس الطول ومن نفس المادة

$$\therefore \frac{R_2}{R_1} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}$$

$$\frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{4}{1} \rightarrow \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{4}{1}} = \frac{2}{1} \rightarrow \frac{2r_1}{2r_2} = \frac{2}{1}$$

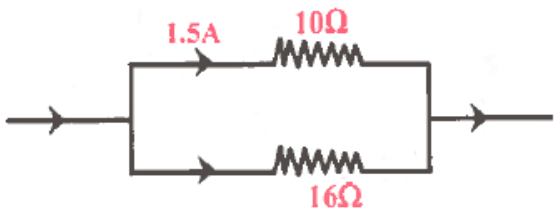
MR: Mohamed Atef

لحساب شدة التيار المار في فرع مقاومة متصل على التوازي نستخدم العلاقات الآتية :

$V_{\text{فرع}} = V_{\text{فرع}}$	$V_{\text{توازي}} = V_{\text{فرع}}$
$I_{\text{فرع}}R_{\text{فرع}} = I_{\text{فرع}}R_{\text{فرع}}$	$IR_{\text{توازي}} = I_{\text{فرع}}R_{\text{فرع}}$

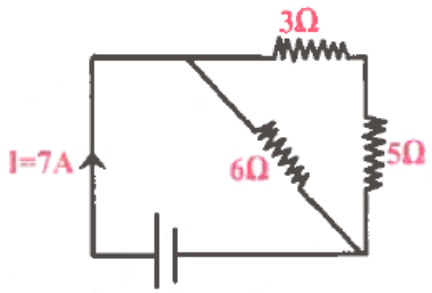
أمثلة توضيحية :

لحساب شدة التيار المار في المقاومة 16



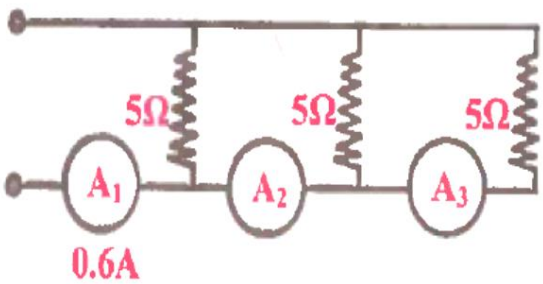
$$V_{\text{فرع}} = V_{\text{فرع}}$$
$$I_{\text{فرع}}R_{\text{فرع}} = I_{\text{فرع}}R_{\text{فرع}}$$
$$1.5 \times 10 = I_{\text{فرع}} \times 16$$
$$I_{\text{فرع}} = \frac{15}{16}A$$

لحساب شدة التيار المار في المقاومة 5



$$V_{\text{توازي}} = V_{\text{فرع}}$$
$$IR_{\text{توازي}} = I_{\text{فرع}}R_{\text{فرع}}$$
$$7 \times 3.42 = I_{\text{فرع}} \times 8$$
$$I_{\text{فرع}} = 3\ A$$

مثال 1 **من الشكل المقابل** احسب قراءة الأميتر A_2 ، A_3



الحل

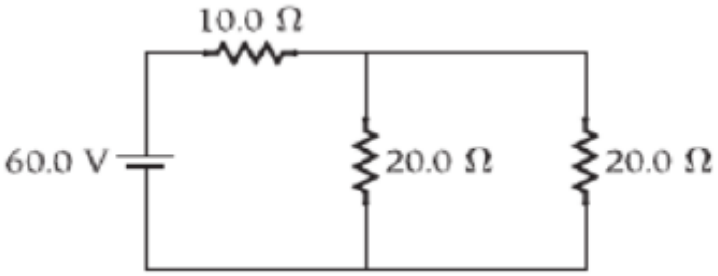
يتجزأ التيار بالتساوي في المقاومات لأنها متساوية ويصبح تيار كل مقاومة 0.2A

∵ A_2 يقيس تيار مقاومتين : $\therefore A_2 = 0.4A$

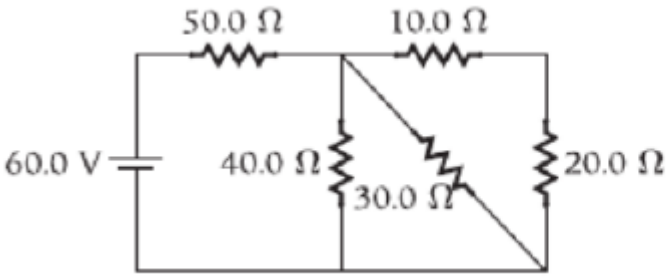
∵ A_3 يقيس تيار مقاومة واحدة $\therefore A_3 = 0.2A$

MR: Mohamed Atef

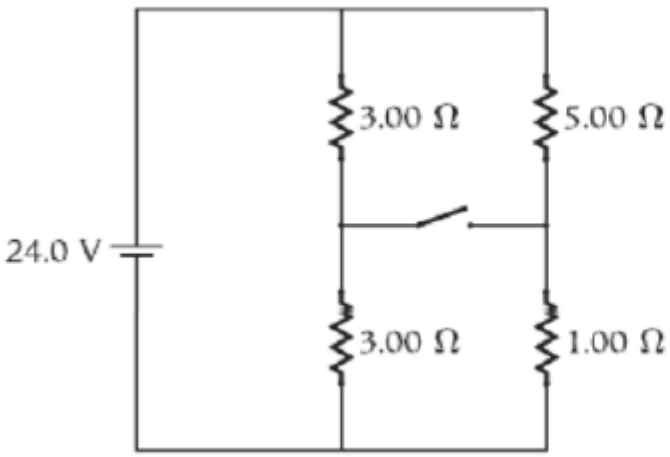
ما التيار المتدفق في المقاوم الذي تبلغ مقاومته 10.0 Ω في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل؟



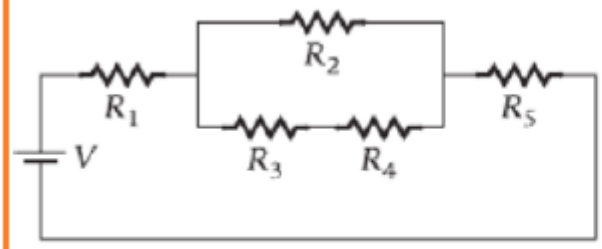
ما قيمة المقاومة المكافئة للمقاومات الخمس في الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل؟



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



MR: Mohamed Atef

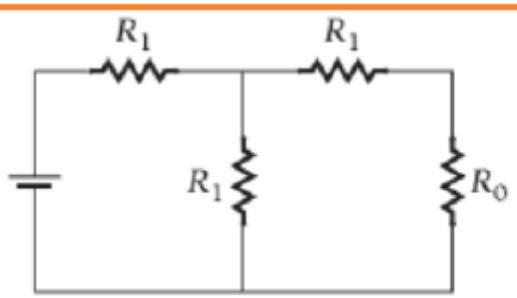


بالنسبة إلى الدائرة الموضحة في الشكل، $R_1 = 6.00\ \Omega$، $R_2 = 6.00\ \Omega$، $R_3 = 2.00\ \Omega$، $R_4 = 4.00\ \Omega$، و $R_5 = 3.00\ \Omega$. وفرق الجهد يبلغ 12.0 V.

a) ما المقاومة المكافئة للدائرة؟

b) ما التيار المتدفق خلال R_5؟

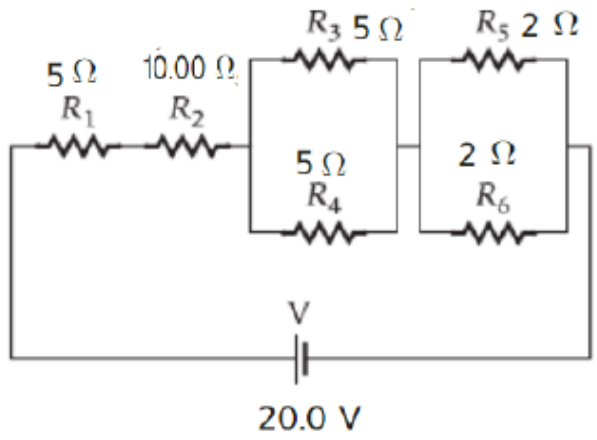
c) ما انخفاض الجهد عبر R_3؟



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؟

MR: Mohamed Atef

تتكون دائرة كهربائية من مصدر قوة دافعة كهربائية وست مقاومات، كما هو مبين في الشكل.



1- ما انخفاض الجهد عبر كل مقاوم؟

2- ما التيار المتدفق خلال كل مقاوم؟

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؟

MR: Mohamed Atef

الطاقة والقدرة في الدوائر الكهربائية

- هي معدل التغير الزمني للطاقة الكهربية المستنفذة
- هي حاصل ضرب فرق الجهد الكهربي في شدة التيار

$$dU = dq\,\Delta V$$

$$dU = i\,dt\,\Delta V$$

$$P = \frac{dU}{dt} = \frac{i\,dt\,\Delta V}{dt} = i\Delta V$$

وتكون شكل العلاقة:

$$I \cdot V \quad , \quad P = I^2 \cdot R \quad , \quad V^2/R$$

وتقاس القدرة الكهربية بوحدات: (وات = جول/ثانية)

مصباح كهربائي قدرته 100 W متصل على التوالي بمصدر قوة دافعة كهربائية $V_{emf} = 100\ V$. عند إضاءة المصباح الكهربائي، تبلغ درجة حرارة فتيل التنجستن 2520 °C.

ما قيمة مقاومة فتيل التنجستن في المصباح في درجة حرارة الغرفة (20 °C)؟

$$P = \frac{V_{emf}^2}{R} \qquad R = \frac{V_{emf}^2}{P} = \frac{(100\ V)^2}{100\ W} = 100\ \Omega$$

$$R - R_0 = R_0\alpha(T - T_0) \qquad R_0 = \frac{R}{1 + \alpha(T - T_0)}$$

$$R_0 = \frac{R}{1 + \alpha(T - T_0)} = \frac{100\ \Omega}{1 + \left(4.5\times 10^{-3}\ °C^{-1}\right)(2520\ °C - 20\ °C)} = 8.2\ \Omega$$

مثال 1 إذا كان فرق الجهد بين طرفي مصباح كهربي 220 فولت وشدة التيار المار خلاله 15 أمبير ، احسب القدرة الكهربية للمصباح والطاقة الكهربية المستنفذة عند تشغيله لمدة 10 دقائق .

الحل

$$P_w = VI = 220\times 15 = 3300W$$

$$U = P_w t = 3300\times 10\times 60 = 1.98\times 10^6 J$$

➢ **للمقارنة بين القدرة المستهلكة في مقاومتين إذا كانت المقاومتان متصلتان :**

❶ **على التوالي :**

شدة التيار فيهما متساوية .

$$\frac{(P_w)_1}{(P_w)_2} = \frac{I^2R_1}{I^2R_2} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow\Rightarrow \therefore P_w \alpha R$$

❷ **على التوازي :**

فرق الجهد بين طرفيهما متساوي .

$$\frac{(P_w)_1}{(P_w)_2} = \frac{V^2}{R_1}\times\frac{R_2}{V^2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow\Rightarrow \therefore P_w \alpha \frac{1}{R}$$

MR: Mohamed Atef

مثال 2 مصباحين متصلين علي **التوالي** مقاومتهما (R_1 ، R_2) حيث ($R_2 > R_1$) فأيهم اكبر اضاءة.

الحل في البداية تنظر لطريقة التوصيل نلاحظ انها علي التوالي فيكون شدة التيار ثابتة فنطبق العلاقة :

$$(P_w = I^2 R)$$

$$\therefore \frac{(P_w)_1}{(P_w)_2} = \frac{R_1}{R_2} \therefore \Rightarrow\Rightarrow P_w \alpha R$$

$$\because R_2 > R_1 \Rightarrow \therefore (P_w)_2 > (P_w)_1$$

نلاحظ من العلاقة أن المقاومة تتناسب طرديا مع القدرة فيكون المصباح 2 أكبر اضاءة من المصباح 1

مثال 3 مصباحين متصلين علي **التوازي** مقاومتهما (R_1، R_2) ، حيث ($R_2 > R_1$) فأيهم أكبر اضاءة

الحل في البداية تنظر لطريقة التوصيل نلاحظ انها علي التوازي فيكون فرق الجهد ثابت فنطبق العلاقة :

$$(P_w = \frac{V^2}{R})$$

$$\frac{(P_w)_1}{(P_w)_2} = \frac{R_2}{R_1} \therefore \Rightarrow\Rightarrow P_w \alpha \frac{1}{R}$$

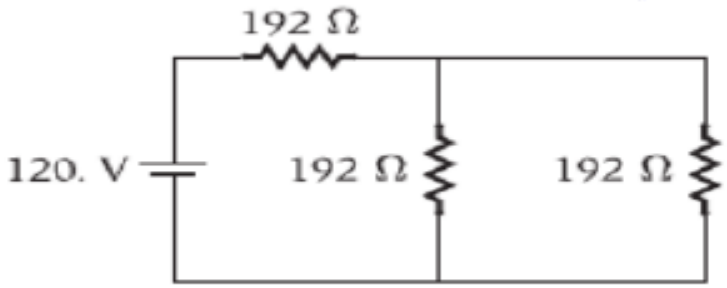
$$\because R_2 > R_1 \Rightarrow \therefore (P_w)_1 > (P_w)_2$$

نلاحظ من العلاقة ان المقاومة تتناسب عكسيا مع القدرة فيكون المصباح 1 أكبر اضاءة من المصباح 2

تم توصيل ثلاث مقاومات ببطارية كما هو مبين في الشكل.

a) ما القدرة المبدَّدة في المقاومات الثلاثة؟

b) حدد انخفاض الجهد عبر كل مقاوم.



يستهلك مجفف شعر 1600 W من القدرة ويعمل بجهد 110 V.

(افترض انّ 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 المصمم لقطع الدائرة في حال تجاوز التيار 15.0 A؟

b) ما مقاومة مجفف الشعر أثناء تشغيله؟

MR: Mohamed Atef

نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد

لكي نتمكن من نقل التيار من محطة التوليد الموجودة بعيدا إلي أماكن الاستهلاك لابد من التغلب علي القدرة الضائعة $P_{loss} = i^2R$

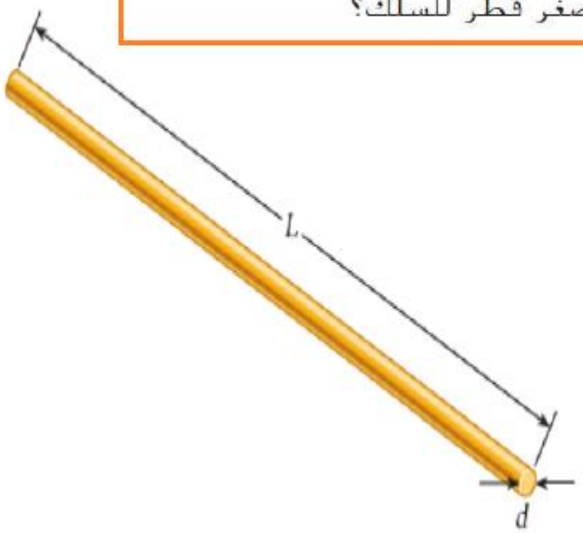
ولكي نقلل من التيار المستمر لابد من زيادة V_{drop} وبالتالي يقل التيار المنقول في الأسلاك وتقل القدرة الضائعة $P_{loss} = (\Delta V)^2/R$ الانخفاض في الجهد

$$P_{loss} = (P/\Delta V)^2R = P^2R/(\Delta V)^2$$

ونقل التيار المستمر أفضل من نقله عن طريق التيارات المترددة بواسطة المحولات والتي تضيع قدرة أكبر أما المستمر قدرة صغيرة ضائعة بواسطة مقاومة الأسلاك

التيار المتردد يتمز بسهولة زيادة وخفض فرق الجهد عن طريق المحولات

تخيَّل أنَّك تصمم خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد من سد إيتايبو على نهر البارانا في البرازيل وباراجواي إلى مدينة ساو باولو في البرازيل. يبلغ طول خط الطاقة 800 km وينقل طاقة 6300 MW بفرق جهد يبلغ 1.20 MV. (يوضِّح الشكل 5.22 خط تيار مستمر عالي الجهد).
تتطلب شركة الطاقة الكهربائية ألا يُفقد أكثر من 25% من الطاقة أثناء نقلها. إذا كان الخط يتكون من سلك واحد مصنوع من النحاس وله مقطع عرضي دائري، فما أصغر قطر للسلك؟



MR: Mohamed Atef

الثنائي أحادي الاتجاه في الدوائر الكهربائية



الثنائي هو جهاز إلكتروني مصمم لتوصيل التيار في اتجاه واحد

من أمثلة علي المقاومات الغير أومية

يحول التيار المتردد إلي مستمر

ملاحظة هامة:-

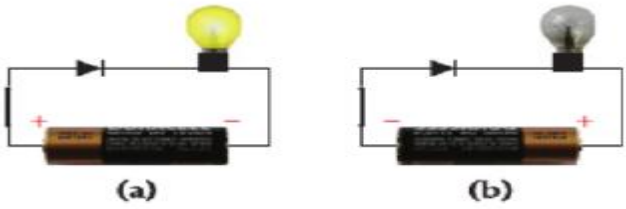
عند عكس أقطاب بطارية في دائرة مغلقة بها مصباح

يستمر أضاءة المصباح بنفس المقدار

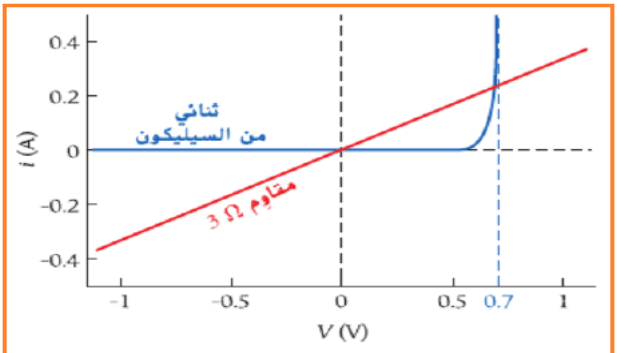
أما عند عكس البطارية في دائرة مغلقة بها صمام ثنائي

ينطفئ المصباح الذي كان مضئ

أقصي قيمة لتيار تقابل فرق جهد 0.7V



الشكل 5.24 (a) الدائرة في الشكل 5.2c. ولكنها تتضمن ثنائيًا. (b) يتسبب عكس اتجاه فرق الجهد من البطارية توقف تدفق التيار وتوقف إضاءة المصباح الضوئي.



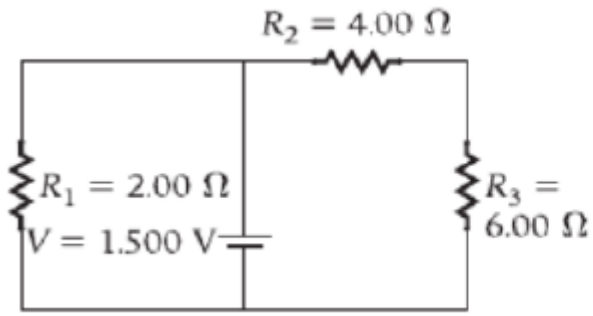
الشكل 5.25 التيار كدالة لفرق الجهد لمقاوم (باللون الأحمر) والثنائي (باللون الأزرق).

أحد أنواع الوصلات الثنائية المفيدة بصفة خاصة هو الثنائي الباعث للضوء (LED). الذي لا يقتصر على تنظيم التيار في الدائرة الكهربائية فحسب، بل يبعث أيضًا الضوء بطول موجي واحد بطريقة محكمة للغاية. وقد تم تصنيع مصابيح الثنائية الباعثة للضوء (المعروفة باسم LED) بأطوال موجية مختلفة. وتبعث تلك المصابيح الضوء بفعالية أكثر من المصابيح المتوهجة التقليدية

تم توصيل بطارية جهدها V = 1.500 V بثلاث مقاومات كما هو مبين في الشكل.

a) أوجد انخفاض الجهد في كل مقاوم.

b) أوجد التيار في كل مقاوم.



MR: Mohamed Atef

أسئلة الاختيار من متعدد

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

a) 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.

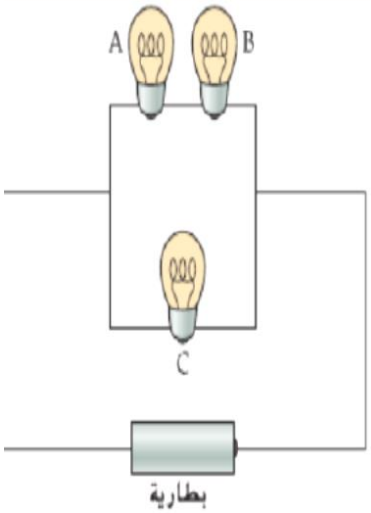
d) أقل بقليل من مقاومة المقاوم B.

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

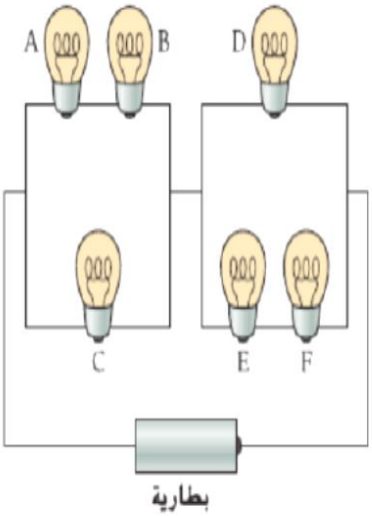
b) B

c) C

d) B و A

e) ينساوى 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؟

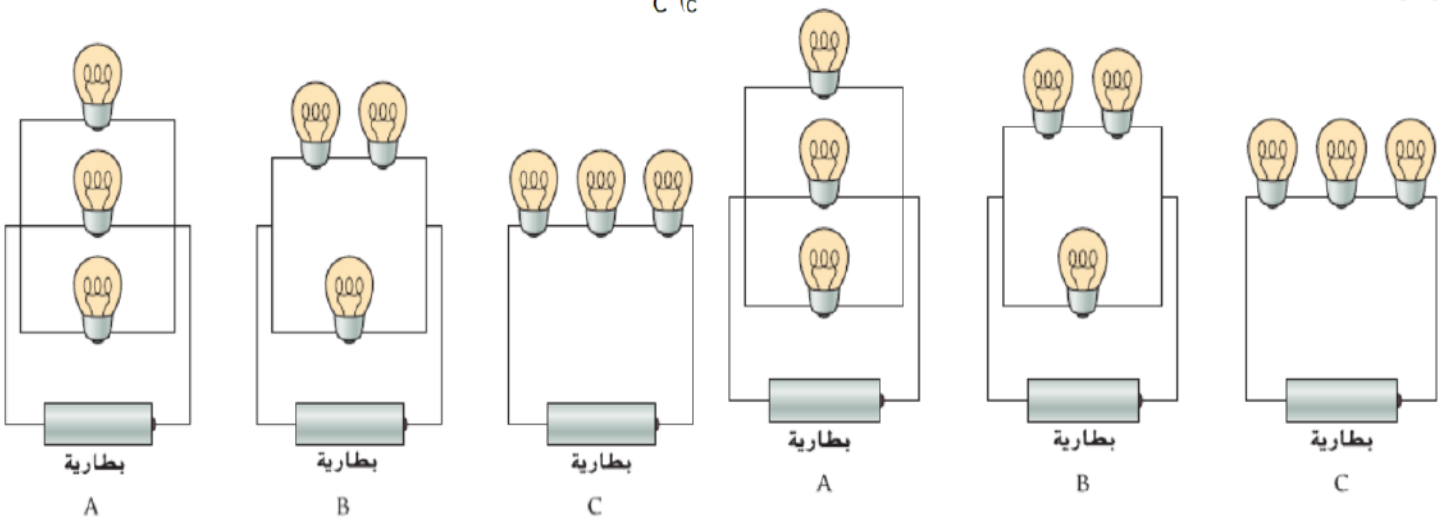
a) A

b) B

c) C

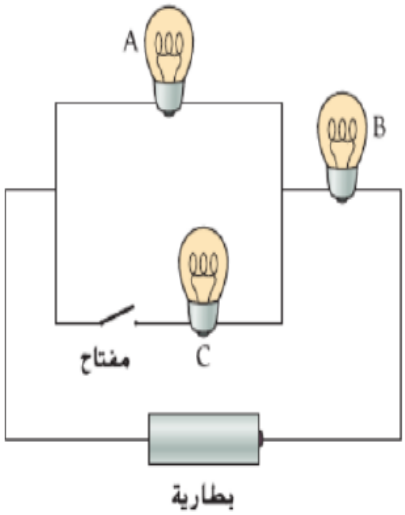
d) الثلاثة لهم المقاومة نفسها.

e) يتعادل A و C في أنَّ لهما أعلى مقاومة.



MR: Mohamed Atef

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. c) تقل.

b) تظل كما هي. 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 مقاومان على التوازي.

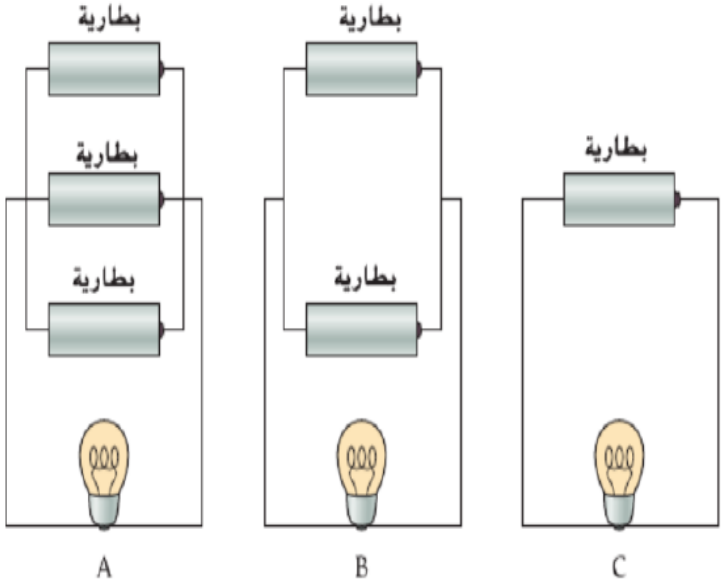
d) يتدفق المزيد من التيار عبر المقاومة الأصغر عند توصيل مقاومان على التوالي.

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 d) سيكون للمصباح السطوع نفسه في الترتيبات الثلاثة.

b) B e) لن يضيئ المصباح في أي من الترتيبات.

c) C

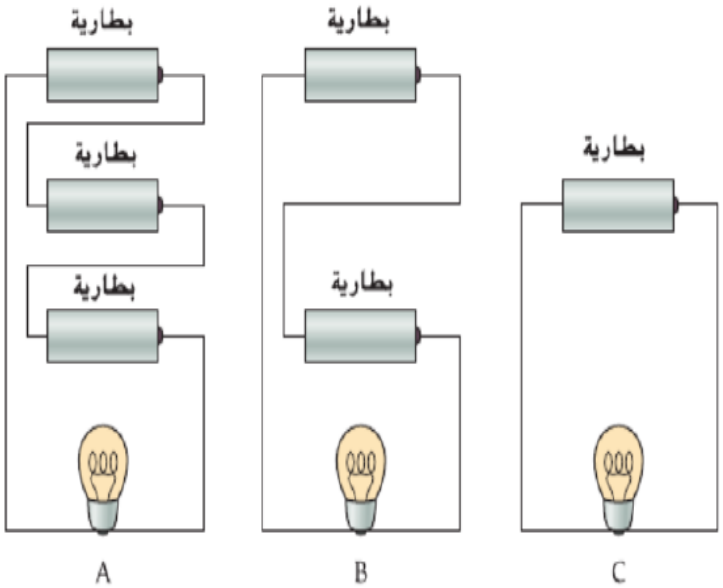


5.14 تم توصيل بطاريات متطابقة بالمصباح الضوئي نفسه بثلاثة ترتيبات مختلفة كما هو مبين في الشكل. افترض أنَّ البطاريات ليست لها مقاومة داخلية. بأي ترتيب سيكون المصباح الكهربائي أكثر سطوعًا؟

a) A d) سيكون للمصباح السطوع نفسه في الترتيبات الثلاثة.

b) B e) لن يضيئ المصباح في أي من الترتيبات.

c) C



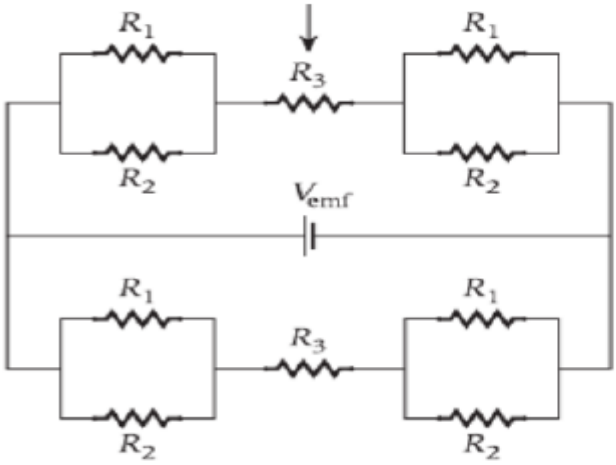
25.1. d 25.2. d 25.3. c 25.4. c 25.5. c 25.6. a 25.7. c 25.8. a 25.9. c 25.10. a 25.11. c 25.12. d 25.13. d 25.14. a

MR: Mohamed Atef

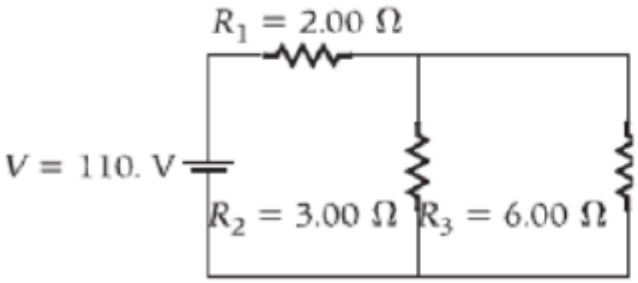
في الدائرة المبينة في الشكل. $R_1 = 3.00\ \Omega$ و $R_2 = 6.00\ \Omega$
$R_3 = 20.0\ \Omega$ و
$V_{emf} = 12.0\ V$ و.

a) حدد قيمة المقاومة المكافئة.

b) احسب مقدار التيار المتدفق عبر R_3 على أعلى فرع للدائرة (عبر بسهم رأسي).



تم توصيل ثلاث مقاومات بمصدر قدرة جهده $V = 110\ V$ كما هو مبين في الشكل.



c) أوجد انخفاض الجهد عبر R_3.

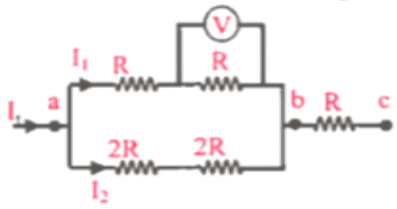
b) أوجد التيار في R_1.

c)أوجد معدل تبديد الطاقة الحرارية من R_2.

MR: Mohamed Atef

في الشكل المقابل إذا كانت قراءة الفولتميتر 4V احسب قراءته عندما يوصل بين :

(أ) النقطتين b ، c (ب) النقطتين a ، c



الحل

مقاومتي الفرع العلوي (توالى) و متساويتان

∴ فرق الجهد بين طرفي الفرع العلوى = ضعف فرق الجهد لإحدى المقاومتين في الفرع العلوي

V_{ab} فرع علوى = V_{ab} فرع سفلي

$I_1 R_1 = I_2 R_2$

$\frac{4}{R} \times 2R = I_2 \times 4R$

للفرع السفلى $I_2 = \frac{2}{R}$

$I_t = I_1 + I_2 = \frac{4}{R} + \frac{2}{R} = \frac{6}{R}$

V_{ab} فرع علوي $= 2 \times 4 = 8\ V$

كلية للفرع العلوي $R = 2R$

$I_1 = \frac{V_{ab}}{R_{\text{فرع علوى}}} = \frac{8}{2R} = \frac{4}{R}\ A$

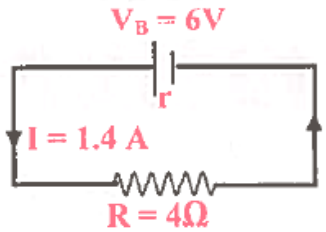
(أ) $V_{Cb} = I_t R_{cb} = \frac{6}{R} \times R = 6\ V$ (ب) $V_{ac} = V_{ab} + V_{bc} = 8 + 6 = 14\ V$

مثال 1 وصلت بطارية قوتها الدافعة الكهربية 6V بمقاومة خارجية 4Ω فكانت شدة التيار المار في الدائرة 1.4 A

احسب:

ا ـ المقاومة الداخلية للبطارية

ب ـ فرق الجهد بين طرفي المقاومة



الحل

(أ)

$V_B = I(R + r)$

$6 = 1.4(4 + r)$

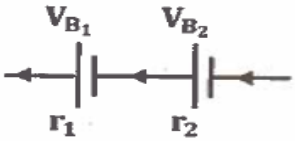
$r = 0.286\ \Omega$

(ب) $V = IR = 1.4 \times 4 = 5.6V$

توصيل الأعمدة الكهربية

التوصيل على التوالي

كما بالشكل :

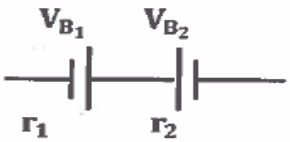


وتستخدم للحصول على قوة دافعة كهربية كبيرة

$V_{B_{\text{كلية}}} = V_{B_1} + V_{B_2}$

التوصيل على التعاكس

كما بالشكل :



وتستخدم عادة في شحن البطارية

$V_{B_{\text{كلية}}} = V_{B_{\text{اكبر}}} - V_{B_{\text{اقل}}}$

ويكون اتجاه التيار هو اتجاه تيار القوة الدافعة الأكبر

وتكون المقاومة المكافئة الكلية (للمقاومات الداخلية) في الحالتين

$r_t = r_1 + r_2$

MR: Mohamed Atef

خامساً : ملاحظات حل مسائل إيجاد مقاومة الأشكال الهندسية المختلفة

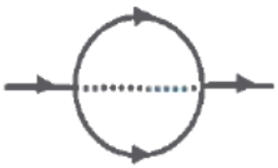
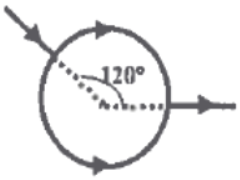
1. عندما يكون لديك شكل هندسي أضلاعه غير متساوية وطلب منك طريقة توصيل البطارية بأي ضلع للحصول على :
   a. أكبر مقاومة للشكل (أي يمر أقل تيار) توصل البطارية بالضلع الأكبر مقاومة
   b. أقل مقاومة للشكل (أي يمر أكبر تيار) توصل البطارية بالضلع الأقل مقاومة

2. عند تشكيل سلك مقاومته R على شكل مربع فإن مقاومة كل ضلع تحسب من العلاقة : $R_{ضلع} = \frac{R_{سلك}}{4}$

3. عند تشكيل سلك مقاومته R على شكل مستطيل طوله ضعف عرضه فإن مقاومة الطول والعرض تحسب بالطرق الهندسية كالآتي :
   - $R_{عرض} = \frac{R_{سلك}}{6}$
   - مقاومة الطول $(2R_{عرض})$

4. عند تشكيل سلك مقاومته R على شكل مثلث اطوال أضلاعه متساوية فإن مقاومة طول الضلع تحسب بالطرق الهندسية كالآتي :
   - $R_{ضلع} = \frac{R_{سلك}}{3}$

5. عند تشكيل سلك مقاومته R على شكل دائرة فإن المقاومة تحسب كالآتي :

$\frac{1}{4}$ دورة ، $\frac{3}{4}$ دورة	$\frac{1}{2}$ دورة	$\frac{1}{3}$ دورة ، $\frac{2}{3}$ دورة
		
$R' = \frac{\frac{1}{4}R \times \frac{3}{4}R}{\frac{1}{4}R + \frac{3}{4}R} = \frac{3}{16}R$	$R' = \frac{\frac{1}{2}R \times \frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R + \frac{1}{2}R} = \frac{1}{4}R$	$R' = \frac{\frac{1}{3}R \times \frac{2}{3}R}{\frac{1}{3}R + \frac{2}{3}R} = \frac{2}{9}R$

MR: Mohamed Atef

سلك منتظم المقطع يمر به تيار شدته 0.1 أمبير عندما كان فرق الجهد بين طرفيه 1.2 فولت ، ثم جعل السلك على شكل مربع مغلق ا ب ج د ، احسب المقاومة المكافئة للسلك في الحالتين الآتيتين :

الحل

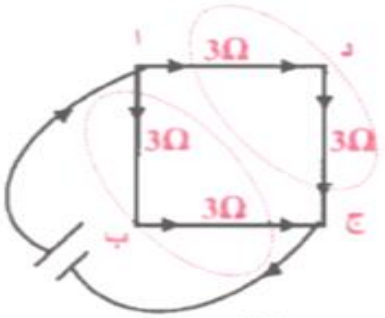
(ا) توصيل المصدر بالنقطتين ا، ج

(ب) توصيل المصدر بالنقطتين ا، ب

∴ مقاومة السلك $R = \frac{V}{I} = \frac{1.2}{0.1} = 12\ \Omega$

السلك على شكل مربع مقاومة كل ضلع من أضلاعه $R_{ضلع} = \frac{12}{4} = 3\ \Omega$

(ا) عند توصيل المصدر بالنقطتين ا ، ج



الضلعين ا د ، د ج توالي

$\therefore R_{ا د ج} = 6\Omega$

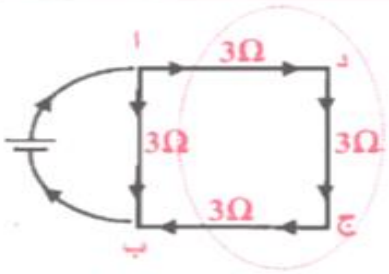
الضلعين ا ب ، ب ج توالي

$R_{ا ب ج} = 6\Omega$

∴ المقاومة $R_{ا ب ج}$ توازي مع $R_{ا د ج}$

$\therefore R_{كلية} = \frac{6}{2} = 3\Omega$

(ب) عند توصيل المصدر بالنقطتين ا ، ب



الأضلاع ا د ، د ج ، ج ب توالي

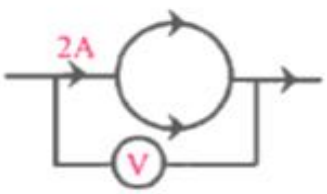
$R_{ا د ج ب} = 3 \times 3 = 9\Omega$

وهما مع ا ب توازي

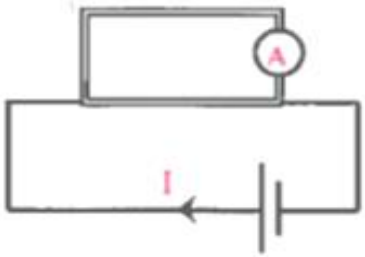
$R_{ا ب} = 3\Omega$

$R_{كلية} = \frac{3 \times 9}{3+9} = 2.25\Omega$

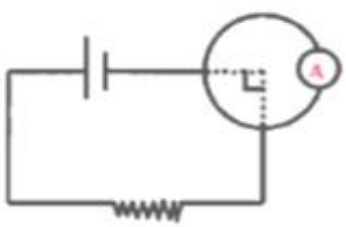
تطبيقات : اختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:



❶ في الدائرة التالية إذا كان فرق الجهد بين طرفي الحلقة المعدنية 4π فولت فإن مقاومة السلك المصنوع منه الحلقة ..... أوم (π / 2π / 4π / $\underline{8\pi}$)

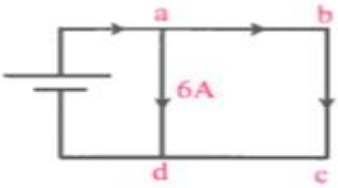


❷ في الدائرة المقابلة سلك نحاس تم تشكيله على هيئة مستطيل طوله ضعف عرضه فتكون قراءة الأميتر ..... (I / $\frac{I}{2}$ / $\underline{\frac{I}{3}}$ / $\frac{2}{3}$I)



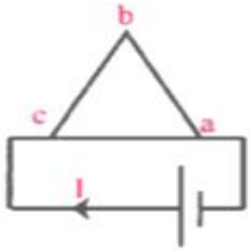
❸ حلقة معدنية موصلة بالدائرة المقابلة اذا كانت شدة التيار الكلي تساوي I فإن قراءة الأميتر تكون ..... (I / $\frac{I}{3}$ / $\underline{\frac{I}{4}}$ / $\frac{I}{2}$ $\frac{2}{3}$I)

MR: Mohamed Atef



❹ في الدائرة الموضحة مربع abcd تكون شدة التيار المار في الضلع bc تساوي ..... أمبير

(6 / 3 / 2 / 1)



❺ في الدائرة المقابلة مثلث متساوي الأضلاع abc إذا كانت I = 6A تكون شدة التيار المار في الضلع ac تساوي ..... أمبير (2 / 3 / 4 / 6)

القاطع الكهربي: **جهاز حماية كهربية يفصل ّا زاد التيار عن الحد المسموح والمكتوب علية لحماية الدائرة الكهربية ويوصل علي التوالي**

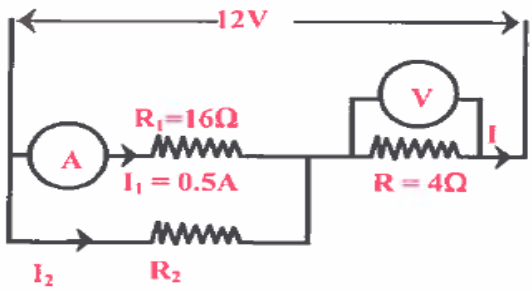
هو أكثر تطورا من المنصهر



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؟

الشكل المقابل يمثل جزء من دائرة كهربية احسب

❶ قراءة الفولتميتر V ❷ قيمة المقاومة R_2



الحل

❶ قراءة الفولتميتر V

$\because V_{كلي} = I_1 R_1 + V_{فولتميتر} \Rightarrow \therefore 12 = 0.5\times16 + V_{فولتميتر}$

$\Rightarrow \therefore V_{فولتميتر} = 4V$

❷ قيمة المقاومة R_2

$\because V = IR \Rightarrow \therefore 4 = 4I \Rightarrow \therefore I = 1A$

$\because I = I_1 + I_2 , \therefore I_2 = I - I_1, \therefore I_2 = 0.5A$

$\because R_1, R_2$ توازي , $\therefore I_1R_1 = I_2R_2 , \quad \therefore 0.5\times16 = 0.5R_2 , \quad \therefore R_2 = 16\ \Omega$

MR: Mohamed Atef

أوجد عدد المصابيح التي يمكن أن يضيئها منبع كهربي قوته الدافعة 230 فولت ومقاومته الداخلية 20 أوم إذا وصلت هذه المصابيح مرة على التوالي ثم مرة أخرى على التوازي علما بأن مقاومة كل مصباح 10 أوم وشدة التيار اللازمة لإضاءة كل مصباح هي واحد أمبير .

الحل

أولا: عند التوصيل على التوالي تكون المقاومة الكلية للمصابيح

$\because R' = NR$

ويكون التيار واحد في جميع المصابيح

$\because I = \frac{V_B}{R' + r} \Rightarrow \therefore 1 = \frac{230}{10N + 20}$

$\therefore 10N + 20 = 230 \Rightarrow \therefore N = 21$ مصباح

ثانيا: عند التوصيل على التوازي تكون المقاومة الكلية للمصابيح

$\because R' = \frac{R}{N}$

ويكون التيار الكلي $1 \times N$

$\because I = \frac{V_B}{R' + r} \Rightarrow \therefore 1 \times N = \frac{230}{\frac{10}{N} + 20}$

$\therefore 10 + 20N = 230 \Rightarrow \therefore N = \frac{22}{2} = 11$ مصباح

سلكان متماثلان من مادة واحدة طول كل منهما 50 سم ومساحة مقطع كل منهما 2 ملليمتر مربع وصلا معا على التوالي مع مصدر كهربي مقاومته الداخلية 0.5 أوم فمر تيار شدته 2 أمبير في الدائرة وعند توصيلهما معا على التوازي مع نفس المصدر مر في الدائرة تيار شدته 6 أمبير احسب:

❶ القوة الدافعة للمصدر ❷ المقاومة النوعية لمادة السلكان

الحل

❶ لحساب القوة الدافعة للمصدر

نفرض أن مقاومة كل سلك هي R

عند التوصيل على التوالي تكون المقاومة الكلية 2R

$\because V_B = I(R + r)$, $\therefore V_B = 2(2R + 0.5)$

$\therefore V_B = 4R + 1$ -----(1)

عند التوصيل على التوازي تكون المقاومة الكلية 0.5R

$\because V_B = I(R + r)$, $\therefore V_B = 6(0.5R + 0.5)$

$\therefore V_B = 3R + 3$ --------(2)

من المعادلتين 1 ، 2

$\therefore 3R + 3 = 4R + 1$, $\therefore R = 2\Omega$

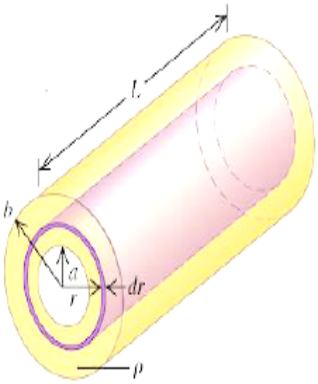
بالتعويض عن R في المعادلة 1

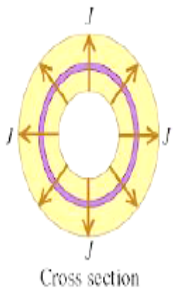
$\therefore V_B = 4R + 1$, $\therefore V_B = 4 \times 2 + 1$, $\therefore V_B = 9V$

❷ لحساب المقاومة النوعية لمادة السلكان

$\because \rho_e = \frac{RA}{\ell} \Rightarrow \therefore \rho_e = \frac{2 \times 2 \times 10^{-6}}{0.5} = 8 \times 10^{-6} \Omega m$

MR: Mohamed Atef





الشكل الجانبي يمثل اسطوانة مجوفة طولها L ونصف قطرها الداخلي a ونصف قطرها الخارجي b، مملوءة بمائع مقاومته النوعية ρ.

إذا طُبِّق فرق جهد بين السطحين الداخلي والخارجي للأسطوانة فإن التيار سيتدفق قطرياً خلال الأسطوانة.

❑ ما العلاقة التي تصف مقاومة المائع للتدفق القطري للتيار؟

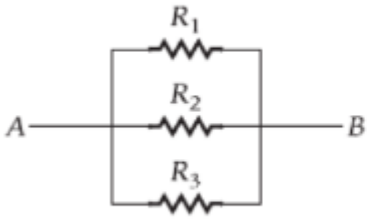
لا نستطيع استخدام العلاقة $R = \frac{\rho L}{A}$ في إيجاد المقاومة، **ممكن توضيح السبب؟**

لأن المقطع العرضي A الذي تنتقل عبره الشحنة غير ثابت وتتراوح قيمته بين $2\pi aL$ إلى $2\pi bL$ ، لهذا بدلاً من L نستخدم dr.

$$dR = \rho \frac{dr}{(2\pi rL)}$$

$$\int_a^b dR = \int_a^b \rho \frac{dr}{(2\pi rL)} \quad \rightarrow \quad \boldsymbol{R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{b}{a}\right)}$$

تم توصيل ثلاث مقاومات متماثلة، R_1 و R_2 و R_3، معًا كما هو مبين في الشكل. ويتدفق 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.

احسبي تكلفة إعداد ديك رومي في فرن إذا عمل 4 ساعات متصلة عند 20 A و 240، اذا كان سعر التكلفة هي 8 سنت (0.08 دولار) لكل كيلوواط. ساعة

الحل:

القدرة المستخدمة:

$$P = I\Delta V \ = 20 \times 240 \ = 4800W \ = 4.8KW$$

الطاقة المستهلكة= القدرة X الزمن

$$E = Pt \ = 4.8 \times 4 = 19.2kWh$$

$$\left.\begin{array}{l} 0.08 \rightarrow 1kWh \\ ? \rightarrow 19.2kWh \end{array}\right\} \quad \text{التكلفة} \ = 19.2 \times 0.08 = 1.54 \text{ دولار}$$

MR: Mohamed Atef

إذا تضاعف قطر السلك فإنّ مقاومته

a) تزيد بمعامل 4.

b) تزيد بمعامل 2.

c) ستبقى كما هي.

d) ستقل بمعامل 2.

e) ستقل بمعامل 4.

إذا زادت درجة حرارة سلك نحاسي مقاومته 100 Ω بمقدار 25 K. فإنّ المقاومة

a) ستزيد بمقدار 10 Ω تقريبًا.

b) ستزيد بمقدار 4 mΩ تقريبًا.

c) ستقل بمقدار 4 mΩ تقريبًا.

d) ستقل بمقدار 10 Ω تقريبًا.

e) ستبقى كما هي.

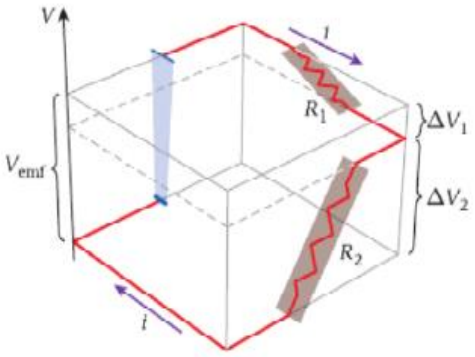
أي الآتية صحيح للمقاومتين في الشكل 5.13؟

a) $R_1 < R_2$

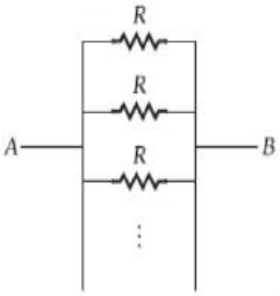
b) $R_1 = R_2$

c) $R_1 > R_2$

d) المعلومات المعطاة في الشكل غير كافية لمقارنة المقاومتين.



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



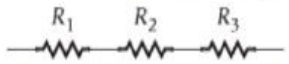
a) تزيد.

b) تظل كما هي.

c) تقل.

d) تتغير بشكل لا يمكن التنبؤ به.

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



a) التيار نفسه المتدفق خلال R_1 و R_3.

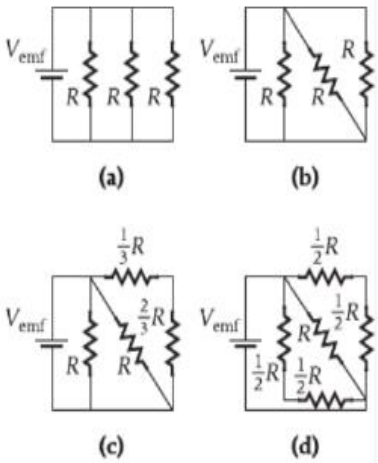
b) ثلث التيار المتدفق خلال R_1 و R_3.

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.

أي مجموعة من المقاومات لها المقاومة المكافئة الأعلى؟



a) المجموعة (a)

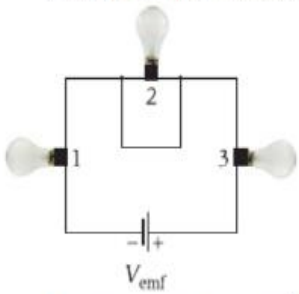
b) المجموعة (b)

c) المجموعة (c)

d) المجموعة (d)

e) المجموعات الأربع لها المقاومة المكافئة نفسها.

تم توصيل ثلاثة مصابيح ضوئية على التوالي ببطارية تنتج فرق جهد ثابتًا، V_{emf}. عندما يتم توصيل سلك بالمصباح الكهربائي 2 كما هو مبين في الشكل، فإنّ 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.

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

$$\frac{700\ \text{mAh}}{0.1\ \text{mA}} = 7000\ \text{h} \approx 292\ \text{days}$$

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

$$\Delta V = iR \Rightarrow i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{1.50\ \text{V}}{10.0\ \Omega} = 0.150\ \text{A}$$

تخيل بطارية لها مقاومة داخلية R_i. ما المقاوم الخارجي، R، الذي يصل إلى أقصى درجة حرارة عند توصيله بالبطارية؟

يحدث أقصى تسخين للمقاومة الخارجية عندما تتساوى المقاومة الخارجية مع المقاومة الداخلية. $R = R_i$

افترض أنّ البطارية في الشكل 5.24 لها فرق جهد 1.5 V بين طرفيها وأنّ الثنائي مصنوع من السليكون كالمبين في الشكل 5.5. ما قيم انخفاض الجهد عبر الثنائي ومصباح الإضاءة في الجزأين (a) و(b) في الشكل 5.24؟

يجب أن يكون مجموع انخفاضي الجهد، في الثنائي وفي المصباح الضوئي، بقيمة 1.5 V. وهو فرق الجهد الذي توفره البطارية. في الجزء (b)، يمنع الثنائي سريان أي تيار؛ لذلك فإنّ انخفاض الجهد في الثنائي يساوي 1.5 V في حين يساوي صفرًا في المصباح الضوئي. في الجزء (a)، انخفاض الجهد في الثنائي يساوي 0.7 V (انظر الشكل 5.25). ومن ثَمَّ يساوي انخفاض الجهد في المصباح الضوئي $1.5\ \text{V} - 0.7\ \text{V} = 0.8\ \text{V}$.

MR: Mohamed Atef

حل مراجعة الفصل للكتاب المدرسي

5.15 ماذا يمكن أن يحدث لسرعة انسياق الإلكترونات في سلك ما إذا اختفت المقاومة بسبب الاصطدامات بين الإلكترونات والذرات في الشبكة البلورية للفلز؟

تتسارع الإلكترونات وتزداد السرعة والتيار

5.16 لماذا تُحترق المصابيح الضوئية عادة بمجرد تشغيلها بدلًا من أن يحدث ذلك أثناء إضاءتها؟

تكون المقاومة صغيرة جدا فيصبح التيار كبير جدا وبالتالي لاتتحمل فتيلة المصباح فتتلف

5.17 تم توصيل مصباحين ضوئيين متطابقين ببطارية ما. هل ستكون إضاءة المصباحين أكثر سطوعًا إذا تم توصيلهما على التوالي أم على التوازي؟

التوازي

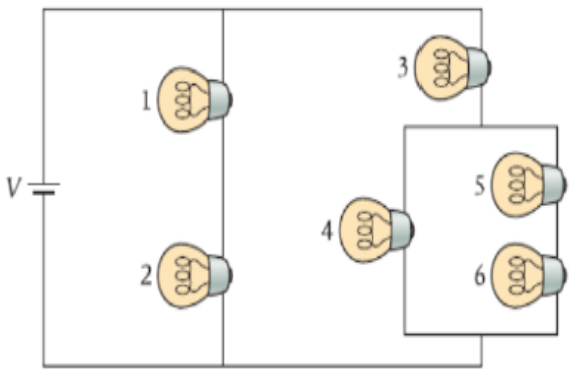
التيار المار في سلك لا يشحنه

لأنه يدخل من طرف ويخرج من الطرف الأخر لسلك

5.25 أثبت أنّ سرعة انسياق الإلكترونات الحرة في السلك لا تعتمد على مساحة المقطع العرضي للسلك.

$$v=\frac{i}{nqA}=\frac{V}{nqAR}=\frac{V}{nqA\rho_{\text{resisitivity, Au}}\left(\Delta x/A\right)}=\frac{V}{nq\rho_{\text{resisitivity, Au}}\Delta x}.$$

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



$$\left(i_5=i_6\right)<i_4<\left(i_1=i_2\right)<i_3$$

5.27 تم توصيل موصلين متساويين في الطول ونصف القطر بجهاز القوة الدافعة الكهربائية نفسه. إذا كانت مقاومة أحدهما ضعف مقاومة الآخر، فأي الموصلين سيتم تزويده بالطاقة أكثر من الآخر؟

$$P=\frac{V^2}{R},\quad P_1=\frac{V^2}{R},\quad P_2=\frac{V^2}{2R}=\frac{P_1}{2}$$

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؟

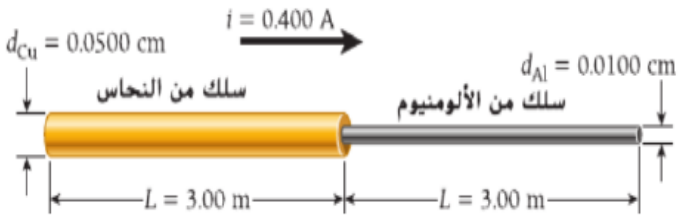
$$Q=ne=i\Delta t=\frac{iL}{v}\ \Rightarrow\ n=\frac{iL}{e\cdot c}$$

$$=\frac{\left(1.10\cdot10^{-2}\ \text{A}\right)\left(6.30\cdot10^{3}\ \text{m}\right)}{\left(1.602\cdot10^{-19}\ \text{C}\right)\left(3.00\cdot10^{8}\ \text{m/s}\right)}=1.4\cdot10^{12}.$$

5.30 سلك نحاسي قطره $d_{Cu}=0.0500$ cm، وطوله 3.00 m، وله كثافة حامل شحنة تبلغ $8.50\cdot10^{28}$ 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}؟



$$\text{(a)}\ \frac{J_{Cu}}{J_{Al}}=\frac{i/A_{Cu}}{i/A_{Al}}=\frac{A_{Al}}{A_{Cu}}=\frac{\pi\left(d_{Al}/2\right)^2}{\pi\left(d_{Cu}/2\right)^2}=\frac{d_{Al}^2}{d_{Cu}^2}$$

$$=\frac{\left(1.00\cdot10^{-4}\ \text{m}\right)^2}{\left(5.00\cdot10^{-4}\ \text{m}\right)^2}=0.040000$$

$$\text{(b)}\ v_d=\frac{J}{ne}\ \Rightarrow\ \frac{v_{d,Cu}}{v_{d,Al}}=\frac{J_{Cu}/\left(n_{Cu}e\right)}{J_{Al}/\left(n_{Al}e\right)}=\left(\frac{J_{Cu}}{J_{Al}}\right)\left(\frac{n_{Al}}{n_{Cu}}\right)$$

$$=\left(0.0400\right)\left(\frac{6.02\cdot10^{28}\ \text{m}^{-3}}{8.50\cdot10^{28}\ \text{m}^{-3}}\right)=0.02833$$

MR: Mohamed Atef

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

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

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

c) أوجد سرعة انسياق الإلكترونات.

$$(a)\ n=\frac{N\rho_{Ag}N_A}{M}$$

$$n=\frac{1\left(10.49\ \text{g/cm}^3\right)\left(6.02\cdot10^{23}\ \text{mol}^{-1}\right)}{107.9\ \text{g/mol}}=5.853\cdot10^{22}\ \text{cm}^{-3}$$

$$(b)\ J=\frac{i}{A}=\frac{0.123\cdot10^{-3}\ \text{A}}{\left(0.923\ \text{mm}^2\right)\left(10^{-3}\ \text{m/mm}\right)^2}=133.3\ \text{A/m}^2$$

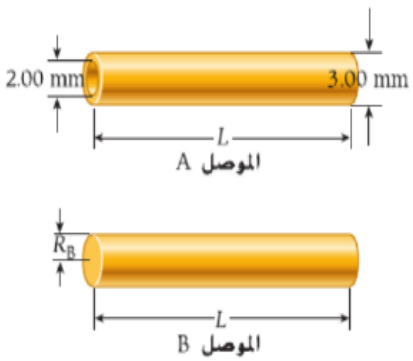
$$(c)\ J=nev_d\qquad v_d=J/ne$$

$$v_d=\frac{133.3\ \text{A/m}^2}{\left(5.853\cdot10^{22}\ \text{cm}^{-3}\right)\left(10^2\ \text{cm/m}\right)^3\left(1.602\cdot10^{-19}\ \text{C}\right)}=1.421\cdot10^{-8}\ \text{m/s}$$

5.32 ما مقاومة سلك نحاسي طوله $l = 10.9\ \text{m}$ وقطره $d = 1.30\ \text{mm}$؟ تبلغ المقاومة النوعية للنحاس $1.72\cdot10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$.

$$R=\rho_{Cu}\frac{L}{A}=\left(1.72\cdot10^{-8}\ \Omega\text{m}\right)\frac{10.9\ \text{m}}{\pi\left(1.3\cdot10^{-3}\ \text{m}/2\right)^2}=0.141\ \Omega$$

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؟



لكي تكون المقاومة متساوية لابد ان تكون المساحة متساوية

$$\pi R_B^2=\pi\left(\frac{d_o}{2}\right)^2-\pi\left(\frac{d_i}{2}\right)^2\Rightarrow R_B=\frac{1}{2}\sqrt{d_o^2-d_i^2}$$

$$\Rightarrow R_B=\frac{1}{2}\sqrt{\left(3.00\ \text{mm}\right)^2-\left(2.00\ \text{mm}\right)^2}=1.12\ \text{mm}$$

5.34 ملف نحاسي مقاومته 0.100 Ω عند درجة حرارة الغرفة (20.0 °C). ما مقاومته عند تبريد الغرفة إلى −100 °C؟ $\alpha=3.9\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}$

$$R=R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)=$$

$$\left(0.10\ \Omega\right)\left(1+\left(3.9\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}\right)\left(173.15\ \text{K}-293.15\ \text{K}\right)\right)$$

$$=0.053\ \Omega.$$

5.36 رقاقة مستطيلة من السيليكون النقي، مقاومتها النوعية $\rho = 2300\ \Omega\ \text{m}$، وأبعادها 2.00 cm و3.00 cm و0.0100 cm. أوجد أقصى مقاومة لهذه الرقاقة المستطيلة بين أي وجهين.

$$A=\left(2.00\ \text{cm}\right)\left(0.010\ \text{cm}\right)=0.020\ \text{cm}^2.$$

$$R_{max}=\frac{\rho L}{A}=\frac{\left(2300\ \Omega\ \text{m}\right)\left(3.00\ \text{cm}\right)}{\left(0.020\ \text{cm}^2\right)}\cdot\left(\frac{100\ \text{cm}}{1\ \text{m}}\right)=3.5\cdot10^7\ \Omega$$

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؟

$$R_i=\rho L_i/A_i\qquad V=A_1L_1=A_2L_2\qquad L_2=2L_1\ \ A_2=\left(1/2\right)A_1$$

$$\Delta R/R=\left(R_2-R_1\right)/R_1.\quad=\frac{\rho\left(L_2/A_2-L_1/A_1\right)}{\rho\left(L_1/A_1\right)}$$

$$=\frac{2L_1/\left(1/2\right)A_1-L_1/A_1}{L_1/A_1}=\frac{4L_1/A_1-L_1/A_1}{L_1/A_1}=3$$

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

a) ما مقاومة السلك؟

b) ما نوع هذا السلك؟

$$(a)\ \Delta V=iR\ \Rightarrow\ R=\frac{\Delta V}{i}=\frac{12.0\ \text{V}}{3.20\cdot10^{-3}\ \text{A}}=3750\ \Omega.$$

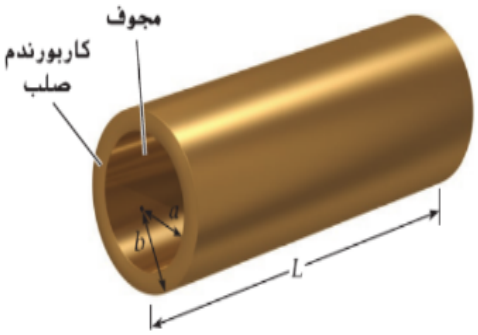
$$(b)\ R=\rho\frac{L}{A}\Rightarrow\rho=\frac{RA}{L}=\frac{\left(3750\ \Omega\right)\left(4.50\cdot10^{-6}\ \text{m}^2\right)}{\left(1000\cdot10^3\ \text{m}\right)}=1.69\cdot10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$$

5.41 يتم الترويج لنوع من بطاريات السيارة 12.0 V على أنها توفر "600 amps في الأجواء الباردة". بافتراض أنّ 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!)

$$\Delta V=iR\ \Rightarrow\ R=\Delta V/i=12.0\ \text{V}/\left(600.\ \text{A}\right)=0.0200\ \Omega.$$

MR: Mohamed Atef

5.38 أكثر المواد المستخدمة بكثرة في ورق الصنفرة هي كربيد السيليكون، وتستخدم على نطاق واسع أيضًا في التطبيقات الكهربائية. المقاوم الأنبوبي هو أحد الأجهزة الشائعة المصنوعة من نوع خاص من كربيد السيليكون يسمى *الكاربورندم*. يتكون مقاوم معين من الكاربورندم (انظر الشكل) من هيكل أسطواني سميك الجدار (أنبوب) نصف قطره الداخلي $a = 1.50\ \text{cm}$، ونصف قطره الخارجي $b = 2.50\ \text{cm}$، وطوله $L = 60.0\ \text{cm}$. تبلغ مقاومة هذا المقاوم المصنوع من الكاربورندم $1.00\ \Omega$ عند درجة حرارة $20.0\ ^\circ\text{C}$.



a) احسب المقاومة النوعية الكاربورندم في درجة حرارة الغرفة. قارن هذه المقاومة النوعية بالمقاومة النوعية للموصلات الأكثر شيوعًا (النحاس والألمنيوم والفضة).

b) للكاربورندم معامل حراري مرتفع للمقاومية: $\alpha = 2.14\times10^{-3}\ \text{K}^{-1}$. إذا تم تسخين مقاوم الكاربورندم في جهاز معين إلى $300\ ^\circ\text{C}$، فما النسبة المئوية للتغير في المقاومة بين درجة حرارة الغرفة (20.0°C) ودرجة حرارة التشغيل هذه؟

$$\text{(a)}\ \rho = \frac{RA}{L} = \frac{R_0\pi\left(b^2-a^2\right)}{L}.$$

$$= \frac{(1.00\ \Omega)\pi\left((2.50\ \text{cm})^2-(1.50\ \text{cm})^2\right)}{60.0\ \text{cm}} = 0.20944\ \Omega\ \text{cm}$$

$$\text{(b)}\ \%\frac{\Delta R}{R} = \frac{(R-R_0)}{R_0}(100\%) = \frac{R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)-R_0}{R_0}(100\%)$$

$$= \alpha\left(T-T_0\right)(100\%) = \left(2.14\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}\right)(300.\ ^\circ\text{C}-20.\ ^\circ\text{C})(100\%) = 59.92\%$$

5.42 سلك نحاسي نصف قطره $r = 0.0250\ \text{cm}$، وطوله $3.00\ \text{m}$، ومقاوميّته $\rho = 1.72\times10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$، ويحمل تيارًا شدته $0.400\ \text{A}$. 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؟

$$\text{(a)}\ R = \frac{\rho L}{A} = \frac{\rho L}{\pi r^2} = \frac{\left(1.72\cdot10^{-8}\ \Omega\ \text{m}\right)(3.00\ \text{m})}{\pi\left(0.0250\ \text{cm}\right)^2} = 0.2628\ \Omega$$

$$\text{(b)}\quad \Delta V = (0.400\ \text{A})(0.2628\ \Omega) = 0.10512\ \text{V}$$

$$\text{(c)}\ E = \frac{\Delta V}{L} = \frac{0.10512\ \text{V}}{3.00\ \text{m}} = 0.03504\ \text{V/m} = 0.0350\ \text{V/m}$$

5.43 سلك نحاسي معيار 34 $(A = 0.0201\ \text{mm}^2)$، تم استخدام فرق جهد ثابت قدره $0.100\ \text{V}$ على طوله الذي يبلغ $1.00\ \text{m}$ في درجة حرارة الغرفة (20.0°C). ثم تم تبريده إلى درجة حرارة النيتروجين السائل $(77\ \text{K} = -196\ ^\circ\text{C})$.

a) حدد النسبة المئوية للتغير في مقاومة السلك أثناء انخفاض درجة الحرارة.

b) حدد النسبة المئوية للتغير في التيار المتدفق في السلك.

c) قارن بين سرعتي انسياق الإلكترونات عند درجتي الحرارة.

$$\text{(a)}\ \%\frac{\Delta R}{R} = \frac{R-R_0}{R_0} = \frac{R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)-R_0}{R_0} = -\alpha\left(T-T_0\right)(100\%).$$

$$= -\left(3.9\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}\right)(-196\ ^\circ\text{C}-20.\ ^\circ\text{C})(100\%) = -84.24\%$$

$$\text{(b)}\ \frac{\Delta i}{i} = \frac{i-i_0}{i_0} = \frac{\Delta V/R-\Delta V/R_0}{\Delta V/R_0} = \frac{1/R-1/R_0}{1/R_0} = \frac{R_0-R}{RR_0}R_0 = \frac{R_0-R}{R} = \frac{R_0-R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)}{R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)}$$

$$= \frac{-\alpha\left(T-T_0\right)}{\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)}(100\%)$$

$$\%\Delta i/i = \frac{-\left(3.9\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}\right)(-196\ ^\circ\text{C}-20.\ ^\circ\text{C})}{1+\left(3.9\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}\right)(-196\ ^\circ\text{C}-20.\ ^\circ\text{C})}(100\%) = 534.5\%$$

$$\text{(c)}\ J = \frac{i}{A} = nev_d$$

$$\Rightarrow v_d = \frac{i}{neA} = \frac{\Delta V}{neAR} = \frac{\Delta V}{neAR_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)}$$

$$\Rightarrow v_d = \frac{\Delta V}{neA(\rho L/A)\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)} = \frac{\Delta V}{ne\rho L\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right)}.$$

$$n = \frac{\left(6.022\cdot10^{23}\ \text{e}^-\right)\left(8.92\cdot10^3\ \text{kg/m}^3\right)}{0.06354\ \text{kg}} = 8.4539\cdot10^{28}\ \text{e}^-/\text{m}^3$$

$$\text{At room}\ V_d = \frac{0.10\ \text{V}}{\left(8.4535\cdot10^{28}\ \text{e}^-/\text{m}^3\right)\left(1.602\cdot10^{-19}\ \text{C}\right)\left(1.72\cdot10^{-8}\ \Omega\text{m}\right)(1.0\ \text{m})} = 0.4293\ \text{mm/s}$$

$$\text{At}\ T = -196\ ^\circ\text{C},\ V_d = \frac{0.4293\ \text{mm/s}}{1+\left(3.9\cdot10^{-3}\ \text{K}^{-1}\right)(-196\ ^\circ\text{C}-20.\ ^\circ\text{C})} = 2.724\ \text{mm/s}.$$

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

$$\Delta V = i\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R_0}\right)^{-1} \Rightarrow R = \left(\frac{i}{\Delta V}-\frac{1}{R_0}\right)^{-1} = \left(\frac{11\ \text{A}}{120\ \text{V}}-\frac{1}{35\ \Omega}\right)^{-1} = 15.849\ \Omega.$$

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

$$i = \Delta V/R = 12.68\ \text{V}/17.91\ \Omega = 0.70798\ \text{A}$$

$$\Delta V_{\text{emf}} = i\left(R+R_i\right) \Rightarrow R_i = \frac{\Delta V_{\text{emf}}}{i}-R = \frac{14.50\ \text{V}}{0.7080\ \text{A}}-17.91\ \Omega = 2.5702\ \Omega$$

MR: Mohamed Atef

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

$$\Delta V = i_1(R_1+R) = i_2(R_2+R) \Rightarrow i_2R_2 - i_1R_1 = R(i_1-i_2) \Rightarrow R = \frac{i_2R_2 - i_1R_1}{i_1-i_2}$$

$$\Rightarrow R = \frac{(1.01\text{ A})(400.\ \Omega) - (4.00\text{ A})(100.\ \Omega)}{(4.00\text{ A} - 1.01\text{ A})} = 1.3378\ \Omega \approx 1.34\ \Omega.$$

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)؟

$$\text{(a)}\ \Delta V_1 = i_1R \Rightarrow R = \frac{\Delta V_1}{i_1} = \frac{6.20\text{ V}_1}{4.1\text{ A}} = 1.5122\ \Omega$$

$$\text{(b)}\ \Delta V_2 = i_2(R+R) \Rightarrow R = \frac{\Delta V_2}{2i_2} = \frac{6.29\text{ V}}{2(2.9\text{ A})} = 1.084\ \Omega$$

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 أنّ مقاومة المصباح تظل ثابتة؟

$$\%P = \frac{P_1 - P_0}{P_0} = \frac{\Delta V_1^2/R - \Delta V_0^2/R}{\Delta V_0^2/R} = \frac{\Delta V_1^2}{\Delta V_0^2} - 1 = \frac{(150\text{ V})^2}{(110\text{ V})^2} - 1$$

$$= 0.8595.\ \text{Therefore, } \%P = 86.0\%\ \text{(brighter)}.$$

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.

$$\text{(a)}\ i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{(5.00\text{ C})}{(0.100\cdot10^{-3}\text{ s})} = 50.0\text{ kA}.$$

$$\text{(b)}\ P = iV = (50.0\text{ kA})(70.0\text{ MV}) = 3.50\cdot10^{12}\text{ W}$$

$$\text{(c)}\ E = P\Delta t = (3.50\cdot10^{12}\text{ W})(0.100\text{ ms}) = 3.50\cdot10^{8}\text{ J}.$$

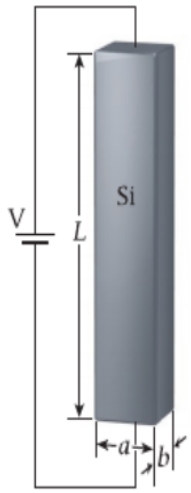
$$\text{(d)}\ R = \Delta V/i = \frac{70.0\text{ MV}}{50.0\text{ kA}} = 1.40\cdot10^{3}\ \Omega.$$

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 أنّ تكلفة الكهرباء تساوي 0.12000 AED/kWh وأنّ 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؟

5.64 في حالة طارئة، تحتاج إلى تشغيل جهاز لاسلكي يستهلك 30.0 W من القدرة عندما يكون متصلًا بمصدر قدرة 10.0 V. يوفر مصدر القدرة الوحيد الذي تمتلكه 5.0 kV. ولكنك تمتلك عددًا كبيرًا من المقاومات بمقاومة 5.0 Ω لكل منها. إذا أردت أن تكون القدرة الموجهة للراديو قريبة قدر الإمكان من 30.0 W، فكم عدد المقاومات التي يجب أن تستخدمها، وكيف يجب توصيلها (على التوالي أم على التوازي)؟

MR: Mohamed Atef

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) $R_C = \dfrac{\rho_C l}{(1/4)\pi d^2} = \dfrac{(1.69 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})(75.0\ \text{cm})}{(1/4)\pi(0.500\ \text{mm})^2} = 0.064553\ \Omega$

(b) $i = \dfrac{\Delta V}{R_C + R_S}$. $i = \dfrac{0.500\ \text{V}}{50.0\ \Omega + 0.064533\ \Omega} = 0.009987\ \text{A}$

(c) $R_S = \dfrac{\rho_S L}{ab} \Rightarrow b = \dfrac{\rho_S L}{aR_S}$. $b = \dfrac{(8.70 \cdot 10^{-4}\ \Omega\text{m})(15.0\ \text{cm})}{(2.00\ \text{mm})(50.0\ \Omega)} = 0.001305\ \text{m}$

(d) $J = \dfrac{i}{A} = nev_d \Rightarrow v_d = \dfrac{i}{abne}$. $\Delta t = \dfrac{L}{v_d} = \dfrac{Labne}{i}$.

$$\Delta t = \frac{(15.0\ \text{cm})(2.00\ \text{mm})(1.305\ \text{mm})(1.23 \cdot 10^{23}\ \text{m}^{-3})(1.602 \cdot 10^{-19}\ \text{C})}{9.987\ \text{mA}} = 0.77243\ \text{s}$$

(e) $P_S = i^2 R_S$ $P_S = (9.987\ \text{mA})^2(50.0\ \Omega) = 0.004987\ \text{W}$

(f) في صورة حرارة

5.65 يستخدم نوع معين من أجهزة طهي النقانق فرق جهد قدره $120\ \text{V}$ بين طرفي النقانق لطهيها باستخدام الحرارة الناتجة. إذا كانت كل واحدة من النقانق تحتاج إلى $48.0\ \text{kJ}$ لطهيها، فما مقدار التيار المطلوب لطهي ثلاثة أصابع من النقانق معًا خلال $2.00\ \text{min}$؟ افترض أنَّ التوصيل على التوازي.

$P_1 = U_1 / \Delta t = 4.8 \cdot 10^4\ \text{J}/120\ \text{s} = 4.0 \cdot 10^2\ \text{W}.$

$i_1 = P_1 / \Delta V = 4.0 \cdot 10^2\ \text{W}/120\ \text{V} = 3.3\ \text{A}$

$i = 3i_1 = 3(3.3\ \text{A}) = 10.\ \text{A}.$

5.66 تحتوي دائرة على سلك نحاسي طوله $10.0\ \text{m}$ ونصف قطره $1.00\ \text{mm}$ متصل ببطارية جهدها $10.0\ \text{V}$. تم توصيل سلك من الألومنيوم طوله $5.00\ \text{m}$ بالبطارية نفسها ويبدد مقدار القدرة نفسه. ما نصف قطر سلك الألمنيوم؟

$R_{Al} = R_{Cu}$, $\dfrac{\rho_{Al} L_{Al}}{A_{Al}} = \dfrac{\rho_{Cu} L_{Cu}}{A_{Cu}}$. $A = \pi r^2$

$\dfrac{r_{Al}^2}{r_{Cu}^2} = \dfrac{\rho_{Al} L_{Al}}{\rho_{Cu} L_{Cu}}$ $r_{Al} = r_{Cu}\sqrt{\dfrac{\rho_{Al} L_{Al}}{\rho_{Cu} L_{Cu}}}$.

$$r_{Al} = (1.00\ \text{mm})\sqrt{\frac{(2.82 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})(5.00\ \text{m})}{(1.72 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})(10.0\ \text{m})}} = 0.905\ \text{mm}.$$

5.67 تبلغ مقاومية موصل ما $\rho = 1.00 \cdot 10^{-5}\ \Omega\ \text{m}$. إذا تم صنع سلك أسطواني من هذا الموصل، وكانت مساحة مقطعه العرضي $1.00 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2$. فما طول السلك الذي يحقق مقاومة قدرها $10.0\ \Omega$؟

$R = \rho L / A.$ $L = RA / \rho$

$L = (10.0\ \Omega)(1.00 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2)/(1.00 \cdot 10^{-5}\ \Omega\ \text{m}) = 1.00\ \text{m}.$

5.68 سلكان أسطوانيان لهما الطول نفسه ومصنوعان من النحاس والألومنيوم. إذا تدفق بهما التيار نفسه واستُخدم فرق الجهد نفسه عبر طوليهما، فما نسبة نصفي قطريهما؟

$R_{Cu} = R_{Al}$, $\dfrac{\rho_{Al} L_{Al}}{A_{Al}} = \dfrac{\rho_{Cu} L_{Cu}}{v}$ $L_{Al} = L_{Cu}$ $A_{Al} = \pi r_{Al}^2$ $A_{Cu} = \pi r_{Cu}^2$

$\dfrac{r_{Cu}^2}{r_{Al}^2} = \dfrac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}}$ or $\dfrac{r_{Cu}}{r_{Al}} = \sqrt{\dfrac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}}}$. $\dfrac{r_{Cu}}{r_{Al}} = \sqrt{\dfrac{1.72 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}}{2.82 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}}} = 0.781.$

5.69 تم توصيل مقومين مقاومتيهما $200\ \Omega$ و $400\ \Omega$ ببطارية $9.00\ \text{V}$ مثالية (a) على التوالي (b) وعلى التوازي. قارن القدرة المزودة إلى المقاوم $200\ \Omega$.

(a) $P = i^2 R_1 = \left(\dfrac{\Delta V}{R_1 + R_2}\right)^2 R_1 = \dfrac{R_1 (\Delta V)^2}{(R_1 + R_2)^2}$

$$= \frac{(200.\ \Omega)(9.00\ \text{V})^2}{(200.\ \Omega + 400.\ \Omega)^2} = 0.0450\ \text{W}.$$

(b) $P = \dfrac{(\Delta V)^2}{R_1} = \dfrac{(9.00\ \text{V})^2}{200.\ \Omega} = 0.405\ \text{W}.$

5.70 ما (a) الموصلية الكهربائية (b) ونصف قطر عنصر التسخين الحديدي الذي يبلغ طوله $3.50\ \text{m}$ في سخان جهده $110\ \text{V}$ وقدرته $1500\ \text{W}$؟

(a) $P = \dfrac{\Delta V^2}{R}$ $G = \dfrac{1}{R} = \dfrac{A}{\rho L}$. $G = \dfrac{P}{\Delta V^2} = \dfrac{1500.\ \text{W}}{(110.\ \text{V})^2} = 0.124\ \Omega^{-1}.$

(b) $A = \pi r^2$ $r^2 = \dfrac{\rho L G}{\pi}$ or $r = \sqrt{\dfrac{\rho L G}{\pi}}$. $\rho = 9.7 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m},$

$L = 3.5\ \text{m}$ and $G = 0.124\ \Omega^{-1}$

$$r = \sqrt{\frac{(9.7 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})(3.50\ \text{m})(0.124\ \Omega^{-1})}{\pi}} = 0.116\ \text{mm}$$

MR: Mohamed Atef

5.71 تم استخدام مصباح ضوئي أوروبي بقدرة 100 W وجهد 240 V في منزل إماراتي حيث يتم تزويد المنازل بالكهرباء بجهد 120 V. ما مقدار **القدرة** التي سيستهلكها؟

$$P_2 = \frac{\Delta V_2^2}{R} = \left(\frac{\Delta V_2}{\Delta V_1}\right)^2 P_1 = \left(\frac{120.\ \text{V}}{240.\ \text{V}}\right)^2 (100.\ \text{W}) = 25.0\ \text{W}.$$

5.72 تم توصيل منزل حديث بجهد 115 V والتيار محدد بقواطع دائرة بقيمة أقصاها 200 A. (في هذه المسألة، تعامل مع هذه الكميات على أنها كميات تيار مستمر).

a) احسب الحد الأدنى للمقاومة الكلية لمجموعة الدوائر في المنزل في أي وقت.

b) احسب الحد الأقصى للقدرة الكهربائية التي يمكن للمنزل استهلاكها.

$$\text{(a)}\ R = \Delta V / i = 115\ \text{V} / 200.\ \text{A} = 0.575\ \Omega.$$

$$\text{(b)}\ P = i\Delta V = (200.\ \text{A})(115\ \text{V}) = 23.0\ \text{kW}.$$

5.73 تم توصيل بطارية 12.0 V مقاومتها الداخلية $R_i = 4.00\ \Omega$ بمقاوم خارجي مقاومته R. أوجد أقصى قدرة يمكن تزويدها إلى المقاوم.

$$P = i^2 R \qquad i = \Delta V / (R + R_i) \qquad P = \Delta V^2 R / (R + R_i)^2.$$

$$dP/dR = 0 \qquad \frac{dP}{dR} = \frac{\Delta V^2}{(R+R_i)^2} + \frac{\Delta V^2 R(-2)}{(R+R_i)^3} = 0.$$

$$R + R_i - 2R = 0 \ \text{ or } \ R = R_i$$

$$P = \frac{\Delta V^2 R_i}{(2R_i)^2} = \frac{\Delta V^2}{4R_i}. \quad P = \frac{(12.0\ \text{V})^2}{4(4.00\ \Omega)} = 9.00\ \text{W}.$$

5.74 سلك متعدد الطبقات يتكون من قلب من الخارصين نصف قطره 1.00 mm محاط بغمد نحاسي سمكه 1.00 mm. نبلغ المقاومة النوعية للخارصين $\rho = 5.964 \times 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$. ما مقاومة جديلة من هذا السلك طولها 10.0 m؟

$$\rho_{Zn} = 5.964 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m} \qquad \rho_{Cu} = 1.72 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$$

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_{Zn}} + \frac{1}{R_{Cu}}\right)^{-1} = \left(\frac{R_{Cu} + R_{Zn}}{R_{Zn} R_{Cu}}\right)^{-1} = \frac{R_{Cu} R_{Zn}}{R_{Cu} + R_{Zn}} = \frac{\frac{\rho_{Cu} L}{A_{Cu}} \cdot \frac{\rho_{Zn} L}{A_{Zn}}}{\frac{\rho_{Cu} L}{A_{Cu}} + \frac{\rho_{Zn} L}{A_{Zn}}}$$

$$R_{eq} = \frac{\frac{\rho_{Zn} L}{\pi r_1^2} \cdot \frac{\rho_{Cu} L}{\pi (R_2^2 - R_1^2)}}{\frac{\rho_{Cu} L}{\pi (R_2^2 - R_1^2)} + \frac{\rho_{Zn} L}{\pi R_1^2}} = \frac{L(\rho_{Zn} \rho_{Cu})}{\pi\left(\rho_{Cu} r_1^2 + \rho_{Zn}(R_2^2 - R_1^2)\right)}$$

$$R_{eq} = \frac{10.0\ \text{m}(1.72 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})(5.964 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})}{\pi\left((1.72 \cdot 10^{-8}\ \text{m})(1.00 \cdot 10^{-3}\ \text{m})^2 + (5.964 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})\left((2.00 \cdot 10^{-3}\ \text{m})^2 - (1.00 \cdot 10^{-3}\ \text{m})^2\right)\right)}$$

$$= 0.01664925\ \Omega$$

5.75 يسارع معجل ستانفورد الخطي حزمة تتكون من 2.0×10^{14} إلكترون في الثانية من خلال فرق جهد قدره 2.0×10^{10} V.

a) احسب التيار داخل الحزمة.

b) احسب قدرة الحزمة.

c) احسب المقاومة الأومية الفعالة للمعجل.

$$\text{(a)}\ i = q/t = |e|(n/t).$$

$$i = (1.602 \cdot 10^{-19}\ \text{C})(2.0 \cdot 10^{14}\ \text{electrons/second}) = 3.204 \cdot 10^{-5}\ \text{A}$$

$$\text{(b)}\ P = i\Delta V. = (3.204 \cdot 10^{-5}\ \text{A})(2.0 \cdot 10^{10}\ \text{V}) = 640.8\ \text{kW}.$$

$$\text{(c)}\ R = \Delta V / i. = \frac{2.0 \cdot 10^{10}\ \text{V}}{3.204 \cdot 10^{-5}\ \text{A}} = 6.2422 \cdot 10^{14}\ \Omega.$$

5.79 تم توصيل سلك نحاسي طوله 2.50 m بطرفي بطارية سيارة 12.0 V. افترض أنها معزولة تمامًا عن البيئة المحيطة. كم سيستغرق السلك النحاسي من الزمن بعد التوصيل ليبدأ في الانصهار؟ (معلومة مفيدة: الكثافة الكتلية للنحاس تساوي $8960\ \text{kg/m}^3$ ودرجة انصهاره 1359 K وحرارته النوعية 386 J/kg/K).

$$R = \rho\frac{L}{A} \qquad E = P \cdot \Delta t = \left(\frac{V^2}{R}\right)\Delta t = \left(\frac{V^2 A}{\rho L}\right)\Delta t$$

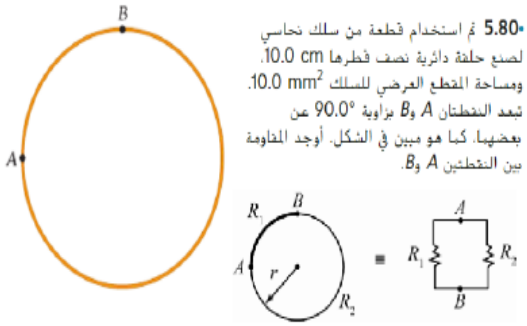
$$Q = cm(T_M - T_R) = cm\Delta T \qquad m = \rho_D AL$$

$$\left(\frac{V^2 A}{\rho L}\right)\Delta t = c\rho_D AL\Delta T \Rightarrow \Delta t = \frac{c\rho_D \rho L^2 \Delta T}{V^2}.$$

$$\Delta t = \frac{(386\ \text{J/kg K})(8960\ \text{kg/m}^3)(1.72 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m})(2.5\ \text{m})^2(1359\ \text{K} - 300\ \text{K})}{(12.0\ \text{V})^2} = 2.734\ \text{s}$$

MR: Mohamed Atef

5.80• تم استخدام قطعة من سلك نحاسي لصنع حلقة دائرية نصف قطرها 10.0 cm. ومساحة المقطع العرضي للسلك $10.0\ mm^2$. تبعد النقطتان A و B بزاوية $90.0°$ عن بعضهما، كما هو مبين في الشكل. أوجد المقاومة بين النقطتين A و B.



$$R_1 = \rho L_1 / A \text{ and } R_2 = \rho L_2 / A. \qquad L_2 = 3L_1$$

$$R_2 = \rho 3L_1 / A = 3R_1 \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3R_1^2}{R_1 + 3R_1} = \frac{3}{4}R_1 = \frac{3}{4}\frac{\rho L_1}{A}$$

$$L_1 = \frac{1}{4}\cdot 2\pi r \qquad R = \frac{3}{8}\cdot\frac{\rho\pi r}{A}.$$

$$R = \frac{3}{8}\left(1.72\cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}\right)\frac{\pi\left(0.100\ \text{m}\right)}{1.00\cdot 10^{-5}\ \text{m}^2} = 2.03\cdot 10^{-4}\ \Omega$$

5.81• سلكا توصيل متساويان في الطول $L_1 = L_2 = L = 10.0$ km ومتساويان في المقطع العرضي الدائري بنصف قطر قدره $r_1 = r_2 = r = 1.00$ mm. صُنع أحدهما من الفولاذ (مقاومته النوعية $\rho_{steel} = 40.0\times 10^{-8}\ \Omega$ m)، وصُنع الآخر من النحاس (مقومته النوعية $\rho_{copper} = 1.68\cdot 10^{-8}\ \Omega$ m).

a) احسب نسبة الطاقة التي يبددها السلكان، P_{copper}/P_{steel}، عندما يتصلان على التوازي ويُستخدم فرق جهد $V = 100.V$ عليهما.

b) استنادًا إلى هذه النتيجة، كيف يمكنك شرح حقيقة أنّ الموصلات المستخدمة في نقل الطاقة تُصنع من النحاس، لا من الفولاذ؟

$$R = \rho L / A. \qquad P = \frac{V^2}{R} = \frac{V^2 A}{\rho L}.$$

$$\frac{P_{copper}}{P_{steel}} = \left(\frac{V^2 A_{copper}}{\rho_{copper} L_{copper}}\right) \div \left(\frac{V^2 A_{steel}}{\rho_{steel} L_{steel}}\right).$$

$$L_{copper} = L_{steel} \qquad A_{copper} = A_{steel}$$

$$\frac{P_{copper}}{P_{steel}} = \frac{\rho_{steel}}{\rho_{copper}} = \frac{40.0\cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}}{1.68\cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}} = 23.8095$$

5.86 يحمل خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد قدرة كهربائية قدرها 5703 MW بفرق جهد قدره 1.197 MV. يتكون خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد من سلك نحاسي واحد قطره 1.895 cm. والكسر الذي يعبر عن الطاقة المفقودة في النقل يساوي $1.166\cdot 10^{-1}$. ما طول الخط؟

$$L = \frac{\pi f\left(\Delta V\right)^2 d^2}{4P\rho_{Cu}} = \frac{\pi\left(0.1166\right)\left(1.197\cdot 10^{6}\ \text{V}\right)^2\left(0.01895\ \text{m}\right)^2}{4\left(5703\cdot 10^{6}\ \text{W}\right)\left(1.72\cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}\right)}$$

$$= 4.804\cdot 10^{5}\ \text{m} = 480.\ \text{km}.$$

5.82• قبل تطوير فتيل التنجستن القابل للانحناء، استخدم توماس إديسون فتيل الكربون في المصابيح الضوئية. وعلى الرغم من أنّ للكربون درجة انصهار عالية جدًا (3550°C)، تكون نسبة تسامحه عالية في درجات الحرارة العالية. لذلك كانت مصابيح فتيل الكربون تُحفظ عند درجات حرارة أقل، ونتيجة لذلك كانت إضاءتها أخفت من المصابيح المعتمدة على التنجستن التي جاءت بعدها. يتطلب مصباح فتيل الكربون النموذجي قدرة متوسطة قدرها 40 W. وعند استخدام 110 فولت عبره، وتبلغ درجة حرارة فتيله 1800°C. فإنّ معامل درجة حرارة المقومة النوعية للكربون يكون سالبًا على عكس النحاس، $\alpha = -0.00050\ °\text{C}^{-1}$. احسب المقاومة في درجة حرارة الغرفة (20°C) لفتيل الكربون هذا.

$$R = R_0\left(1+\alpha\left(T-T_0\right)\right). \qquad R = V^2/P.$$

$$R_0 = \left(V^2/P\right)\left[1+\alpha\left(T-T_0\right)\right]^{-1}. \quad T = 20\ °\text{C},\ T_0 = 1800\ °\text{C},$$

$$\alpha = -5\cdot 10^{-4}\ °\text{C}^{-1},\ V = 110\ \text{V} \qquad P = 40.0\ \text{W}$$

$$R_0 = \frac{\left(110\ \text{V}\right)^2}{40\ \text{W}}\left(1-\left(5.0\cdot 10^{-4}\ °\text{C}^{-1}\right)\left(1800\ °\text{C}-20\ °\text{C}\right)\right)^{-1} = 2750\ \Omega.$$

5.84 يحمل خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد (HVDC) قدرة كهربائية لمسافة 643.1 km، وينقل الخط 7935 MW من القدرة وبفرق جهد 1.177 MV. إذا كان خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد يتكون من سلك نحاسي واحد قطره 2.353 cm، فما الكسر الذي يعبر عن الطاقة المفقودة في النقل؟

$$f = \frac{4P\rho_{Cu}L}{\pi\left(\Delta V\right)^2 d^2} = \frac{4\left(7935\cdot 10^{6}\ \text{W}\right)\left(1.72\cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}\right)\left(643.1\cdot 10^{3}\ \text{m}\right)}{\pi\left(1.177\cdot 10^{6}\ \text{V}\right)^2\left(0.02353\ \text{m}\right)^2}$$

$$= 0.1457 = 14.6\%$$

5.85 يحمل خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد قدرة كهربائية قدرها 5319 MW لمسافة 411.7 km. ويتكون خط نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد من سلك نحاسي واحد قطره 2.125 cm، وكان الكسر الذي يعبر عن الطاقة المفقودة في النقل يساوي 7.538×10^{-2}. ما فرق الجهد في الخط؟

$$f = \frac{4P\rho_{Cu}L}{\pi\left(\Delta V\right)^2 d^2}$$

$$\Delta V = \sqrt{\frac{4P\rho_{Cu}L}{\pi f d^2}} = \sqrt{\frac{4\left(5319\cdot 10^{6}\ \text{W}\right)\left(1.72\cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}\right)\left(411.7\cdot 10^{3}\ \text{m}\right)}{\pi\left(0.07538\right)\left(0.02125\ \text{m}\right)^2}}$$

$$= 1.187\cdot 10^{6}\ \text{V} = 1.19\ \text{MV}.$$

5.87 تُعرف السعة الاحتياطية (RC) لبطارية سيارة بأنها عدد الدقائق التي يمكن للبطارية أن تنتج فيها تيارًا شدته 5.0 A بفرق جهد 10.5 V. ومن ثمّ، توضح RC المدة التي يمكن للبطارية خلالها تزويد القدرة لسيارة توقف نظام شحنها عن العمل. ما مقدار الطاقة المخزنة في بطارية سيارة ذات RC قدرها 110.0؟

$$P = i\Delta V \qquad U = Pt = i\Delta Vt. \qquad t = 110.0\ \text{min}\frac{60\ \text{s}}{\text{min}} = 6600\ \text{s}.$$

$$U = i\Delta Vt = \left(25.0\ \text{A}\right)\left(10.5\ \text{V}\right)\left(6600\ \text{s}\right) = 1732500\ \text{J} = 1.73\ \text{MJ}.$$

MR: Mohamed Atef

5.88 تُعرف السعة الاحتياطية (RC) لبطارية سيارة بأنها عدد الدقائق التي يمكن للبطارية أن تنتج فيها تيارًا شدته 5.0 A بفرق جهد 10.5 V. ومن ثَمّ، توضح RC المدة التي يمكن للبطارية خلالها تزويد القدرة لسيارة توقف نظام شحنها عن العمل إذا كانت بطارية السيارة تخزن 1.843×10^6 J من الطاقة، فما RC لها؟

$$U = i\Delta V t$$

$$t = \frac{U}{i\Delta V} = \frac{1.843\cdot10^6\ \text{J}}{(25.0\,\text{A})(10.5\,\text{V})} = 7020\,\text{s} = 117\ \text{min}$$

$$RC = 117$$

5.89 يسحب مصباح ضوئي يعمل بفتيل التنجستن 374.3 mA من التيار عندما يُستخدم فرق جهد قدره 3.907 V. عندما يكون المصباح في درجة حرارة الغرفة (20.00°C) وغير مضاء، تكون مقاومته 1.347 Ω. ما درجة حرارة فتيل التنجستن عندما يكون المصباح مضاءً؟

$$R - R_0 = R_0\alpha(T - T_0).\quad \Delta V = iR \Rightarrow R = \frac{\Delta V}{i}.$$

$$\frac{\Delta V}{i} - R_0 = R_0\alpha(T - T_0) \qquad T = T_0 + \frac{\frac{\Delta V}{i} - R_0}{R_0\alpha}.$$

$$T = 20.00\ ^\circ\text{C} + \frac{\frac{3.907\ \text{V}}{0.3743\ \text{A}} - 1.347\ \Omega}{(1.347\ \Omega)\left(4.5\cdot10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}\right)} = 1520\ ^\circ\text{C}$$

5.90 يسحب مصباح ضوئي يعمل بفتيل التنجستن 420.1 mA من التيار عندما يُستخدم فرق جهد قدره 3.949 V. تكون درجة حرارة فتيل التنجستن عند إضاءة المصباح 1291°C. ما قيمة مقاومة المصباح عندما يكون في درجة حرارة الغرفة (20.00°C) وغير مضاء؟

$$\frac{\Delta V}{i} - R_0 = R_0\alpha(T - T_0)$$

$$\frac{\Delta V}{i} = R_0 + R_0\alpha(T - T_0)$$

$$R_0 = \frac{\Delta V / i}{1 + \alpha(T - T_0)} = \frac{\Delta V}{i\left[1 + \alpha(T - T_0)\right]}:$$

$$= \frac{3.949\,\text{V}}{(0.4201\,\text{A})\left[1 + \left(4.5\cdot10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}\right)(1291\ ^\circ\text{C} - 20.00\ ^\circ\text{C})\right]} = 1.399\ \Omega$$

5.91 عندما يكون مصباح ضوئي يعمل بفتيل التنجستن مضاءً، يكون فرق الجهد المستخدم 3.991 V وتكون درجة حرارة فتيل التنجستن 1.110×10^{3}°C. تكون مقاومة المصباح عندما يكون في درجة حرارة الغرفة (20.00 °C) وغير مضاء 1.451 Ω. ما التيار الذي يسحبه المصباح عندما يكون مضاءً؟

$$\frac{\Delta V}{i} - R_0 = R_0\alpha(T - T_0) \qquad \frac{\Delta V}{i} = R_0 + R_0\alpha(T - T_0)$$

$$i = \frac{\Delta V}{R_0\left[1 + \alpha(T - T_0)\right]} = \frac{3.991\,\text{V}}{(1.451\,\Omega)\left[1 + \left(4.5\cdot10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}\right)\left(1.110\cdot10^{3}\ ^\circ\text{C} - 20.00\ ^\circ\text{C}\right)\right]}$$

$$= 0.4658\ \text{A} = 465.8\ \text{mA}$$

مع أطيب تمنياتي بالتوفيق

لا تنسونا بالدعاء

MR: Mohamed Atef