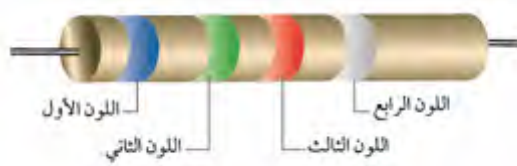
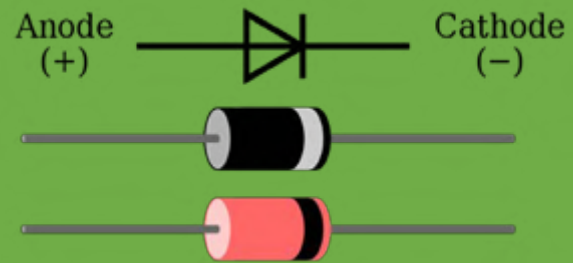
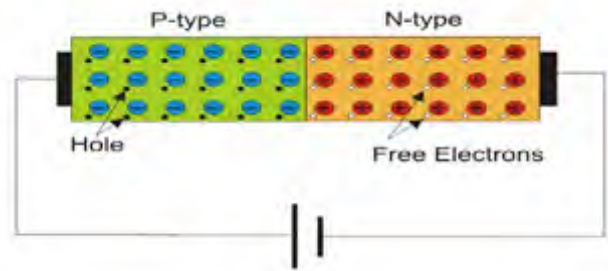
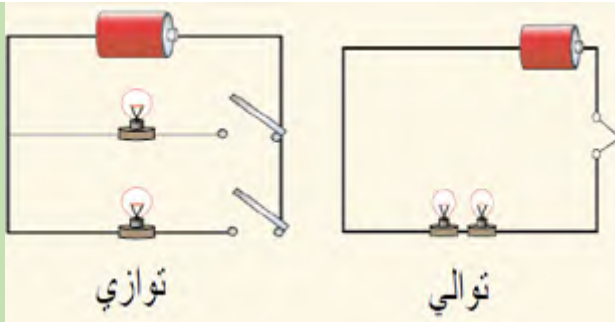


الفصل الدراسي الثاني ... الوحدة الخامسة

التيار الكهربائي والمقاومة



رقم اللون الثالث $\times 10 \pm$ نسبة الخطأ
رقم اللون الأول رقم اللون الثاني



إعداد: الأستاذ

فكري محمود محمد

العام الدراسي 2019/2020

فيزياء 12م

5.1 التيار الكهربائي

هو .. الشحنة الكلية المارة عبر نقطة معينة من موصل في زمن معين مقسومة على هذا الزمن $i = \frac{dq}{dt}$

$$q = \int dq = \int_0^t i dt$$

★ **قانون حفظ الشحنة** : مقدار الشحنة الكهربائية المتدفقة داخل أحد طرفي موصل = مقدار الشحنة الخارجة من الموصل

★ **وحدة قياس شدة التيار** .. كولوم/ثانية **ويطلق عليها الأمبير** حيث $1A = \frac{1C}{1Sec}$

★ **أنواع التيار الكهربائي** : ① - تيار مستمر ② - تيار متردد

وجه المقارنة	تيار مستمر	تيار متردد
تعريفه	تيار ثابت الشدة ثابت الاتجاه	تيار متغير الشدة (كل ربع دوره) ومتغير الاتجاه كل نصف دوره
رمزه	D.C	A.C
التمثيل البياني		
حركة حاملات الشحنة	انتقالية	اهتزازية
مصادره	البطارية	المولد الكهربائي (الدينامو)
سرعة الانسياب	بطيئة	صفر

اتجاه التيار الكهربائي

حسب نوعي حاملات الشحنة	① تيار اصطلاحي	② تيار الكتروني
التعريف	حركة الشحنات الكهربائية الموجبة التي تمر خلال دائرة كهربائية من القطب الموجب للمصدر الكهربائي إلى القطب السالب له	حركة الشحنات الكهربائية السالبة (الالكترونات) التي تمر خلال دائرة كهربائية من القطب السالب للمصدر الكهربائي إلى القطب الموجب له
الرسم		

نوع حاملات الشحنة	شحنات موجبة	شحنات سالبة
اتجاه المجال	مع المجال	عكس المجال
اتجاه التيار في الدائرة الخارجية	من القطب الموجب إلى القطب السالب	من القطب السالب إلى القطب الموجب
اتجاه التيار في البطارية	من القطب السالب إلى القطب الموجب	من القطب الموجب إلى القطب السالب

ملاحظات هامة:

- 0 يتم داخل المصدر الكهربائي (البطارية) تفاعل كيميائي يولد بين طرفيها فرق جهد.
- 0 توجد حاملات الشحنة في أسلاك التوصيل ومكونات الدائرة.
- 0 تزود المصدر الكهربائي حاملات الشحنة بالطاقة الكهربائية.
- 0 التيار الإلكتروني يعادل التيار الاصطلاحي مقداراً ويعاكسه في الاتجاه.

a b ● ● $V_a = +6v$ $V_b = +2v$	■ اتجاه التيار الاصطلاحي يكون من النقاط الأعلى جهد إلى النقاط الأقل جهد ■ اتجاه التيار الإلكتروني يكون من النقاط الأقل جهد إلى النقاط الأعلى جهد
--	--

سرعة الانسياب v_d : هي السرعة المتوسطة لحاملات الشحنة الحرة الحركة بتأثير المجال الكهربائي.

ملاحظات هامة:

- تكون سرعة الانسياب **صغيرة جداً** بسبب التصادمات المتكررة بين الإلكترون وذرات الموصل
- تكون حركة الإلكترون **في الفراغ مختلفة عن حركته داخل سلك فلزي** تحت تأثير المجال الكهربائي حيث (يتسارع بانتظام ، وبخط مستقيم ، وبسرعة كبيرة) **في الفراغ & بينما داخل السلك الفلزي** (يتسارع بشكل غير منتظم ، ويكون مساره متعرج بسبب التصادمات ، وسرعته بطيئة).

تدريب

تريد إحدى الممرضات اعطاء $80 \mu g$ من الديكساميثازون في كعب لاعب كرة القدم المصاب . إذا استخدمت جهاز الارحال الأيوني الذي يستخدم تياراً بمقدار 0.14 mA كما هو موضح بالشكل فما المدة التي يستغرقها اعطاء جرعة واحدة ؟ افترض أن الأداة لها معدل حقن مقداره $650 \mu g/C$ وأن التيار يتدفق بمعدل ثابت.

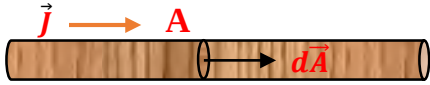
الحل:

$$650 \mu g \longrightarrow 1C$$

$$80 \mu g \longrightarrow ??$$

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

5.2 كثافة التيار



هي .. التيار المتدفق (i) لكل وحدة مساحة (A) عبر الموصل

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

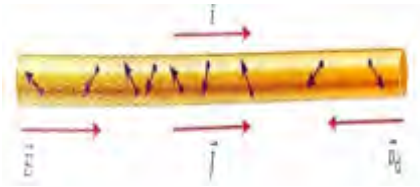
يعرف اتجاه $\vec{J}$ بأنه .. اتجاه السرعة المتجهة للشحنات الموجبة أى في عكس اتجاه الشحنات السالبة

لذلك التيار المتدفق عبر المستوى هو : $i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}$

حيث $d\vec{A}$.. عنصر المساحة التفاضلية للمستوى المتعامد

بفرض أن لدينا موصل مساحة مقطعه العرضي A وتتحرك فيه الإلكترونات لمسافة قدرها X خلال زمن dt وبفرض أن الموصل يحتوي على عدد n من الإلكترونات التوصيل لكل وحدة حجم V فإن:

$$\rightarrow \text{عدد الإلكترونات الكلية في السلك } n_e = nV = nAX$$



$\rightarrow$ مقدار الشحنة $q = n_e \times -e$ لأن الإلكترونات سالبة

$$V_d = \frac{X}{t} \longrightarrow X = V_d \cdot t$$

بالتالي فإن **شدة التيار i** / $i = \frac{dq}{dt} = -nev_d A$ حيث n هي **كثافة الكثرونات السلك** = $\frac{\text{عدد الإلكترونات}}{\text{الحجم}}$

$$n = \frac{N_p N_A}{M} \quad \text{وتحسب من العلاقة :}$$

$$J = \frac{i}{A} = -nev_d \quad \text{وكثافة التيار } J \text{ ..}$$

ملاحظات هامة :

$\rightarrow$ متجهة سرعة الانسياب موازي لمتجه كثافة التيار ومضاد له في الاتجاه.

$\rightarrow$ كل من التيار i وكثافة التيار J والمجال الكهربائي E في اتجاه واحد ومعاكسين لاتجاه حاملات الشحنة السالبة وسرعة الانسياب v_d .

تدريبات

1- تلعب الآن لعبة مدمر المجرات على وحدة تحكم ألعاب الفيديو تعمل وحدة تحكم الألعاب بجهد 12v وتتصل بالوحدة الرئيسية عبر سلك نحاسي معيار 18 وطوله 1.5 m وحينما تحلق بسفينتك الفضائية في المعركة فإنك توجه ذراع التحكم إلى الوضع الأمامي لمدة 5.3 s مرسلًا تياراً بمقدار 0.78 mA إلى وحدة التحكم ما مقدار المسافة التي تحركتها في السلك خلال هذه الثواني القليلة في الوقت الذي عبرت سفينتك الفضائية على الشاشة نصف النظام النجمي؟ علماً بأن

$M = 63.5 \text{ g}$ & $\rho_{cu} = 8.96 \text{ g/Cm}^3$ (كتلة المول الواحد)

الحل :

$$n = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 8.96 \times 6.023 \times 10^{23}}{63.5 \times 10^{-6}} = 8.49 \times 10^{28} \frac{\text{الكترن}}{\text{m}^3}$$

$$V_d = \frac{i}{n e A} = \frac{0.78 \times 10^{-3}}{8.49 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 0.822 \times 10^{-6}} = 6.98 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

$$X = V_d \cdot t = 6.98 \times 10^{-8} \times 5.3 = 3.7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

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

الحل .. ستزيد بسبب اكتساب الإلكترونات لسرعات كبيرة لعدم وجود تصادمات مع ذرات الفلز

5.15 لماذا تحترق المصابيح الضوئية عادة بمجرد تشغيلها بدلاً من أن يحدث ذلك أثناء إضاءتها؟

الحل .. لأنه عند بداية التشغيل يكون المصباح بارد وبالتالي المقاومة أقل فتكون شدة التيار المارة به كبيرة مما تسبب احتراق المصباح ($i \propto \frac{1}{R}$).

5.28 كم عدد البروتونات 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 الرئيسية؟

الحل ..

$$q = i \times t = i \times \frac{X}{V} = 11 \times 10^{-3} \times \frac{6.3 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 2.31 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$N = \frac{q}{e} = \frac{2.31 \times 10^{-7}}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.44 \times 10^{12} \text{ بروتون}$$

5 .. سلك فلزي منتظم قطره 4 mm وكثافة حاملات الشحنة فيه $5.45 \times 10^{28} \frac{\text{الكترن}}{\text{m}^3}$ فإذا كانت سرعة انسياب الإلكترونات فيه $3.1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$ احسب كمية الشحنة التي تعبر مقطع السلك خلال دقيقة؟

الحل ..

$$J = \frac{i}{A} = \frac{i}{\pi r^2} = n e V_d = \frac{i}{\pi \times (2 \times 10^{-3})^2} = 5.45 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 3.1 \times 10^{-7}$$

$$i = 0.034 \text{ A}$$

$$q = i \times t = 0.034 \times 60 = 2.038 \text{ C}$$

5.29 1- ما كثافة التيار في سلك من الألومنيوم نصف قطره 1 mm ويحمل تياراً شدته 1 mA؟

2- ما سرعة انسياب الإلكترونات التي تحمل هذا التيار؟ علماً بأن $\rho_{Al} = 2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ويحتوي المول الواحد من Al على كتلة قدرها 26.98g ويوجد الكترون موصل واحد في كل ذرة Al

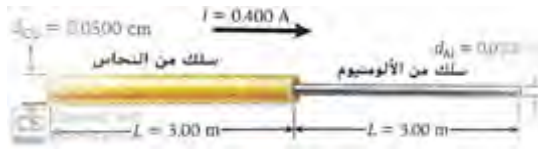
الحل ..

$$1 - J = \frac{i}{A} = \frac{i}{\pi r^2} = \frac{1 \times 10^{-3}}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^2} = 318 \text{ A/m}^2$$

$$2 - n = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 2.7 \times 10^3 \times 10^3 \times 6.023 \times 10^{23}}{26.98} = 6.02 \times 10^{28} \frac{\text{الالكترون}}{\text{m}^3}$$

$$V_d = \frac{J}{n e} = \frac{318}{6.023 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 3.3 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

5.30 سلك نحاسي قطره $d_{cu} = 0.05 \text{ cm}$ وطوله 3m وله كثافة حامل شحنة تبلغ 8.5×10^{28} الكترون/م³ كما هو مبين بالشكل تم توصيل السلك النحاسي بسلك من الألومنيوم له الطول نفسه وقطره $d_{cu} = 0.05 \text{ cm}$ وله كثافة حامل شحنة تبلغ 6.02×10^{28} الكترون/م³ يتدفق تيار قدره 0.4 A في السلك النحاسي .



a- ما نسبة كثائتي التيارين في السلكين J_{cu}/J_{Al} ؟
b- ما نسبة سرعتي الانسياب في السلكين $V_{d_{cu}}/V_{d_{Al}}$

الحل ..

$$a - \frac{J_{cu}}{J_{Al}} = \frac{\frac{i}{A_{cu}}}{\frac{i}{A_{Al}}} = \frac{A_{Al}}{A_{cu}} = \frac{\pi r_{Al}^2}{\pi r_{cu}^2} = \frac{(5 \times 10^{-5})^2}{(2.5 \times 10^{-4})^2} = 0.04$$

b - $V_d = \frac{J}{n e}$

$$\frac{V_{d_{cu}}}{V_{d_{Al}}} = \frac{J_{cu} \cdot n_{Al}}{J_{Al} \cdot n_{cu}} = 0.04 \times \frac{6.02 \times 10^{28}}{8.5 \times 10^{28}} = 0.03$$

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

a- أوجد كثافة الإلكترونات داخل السلك . مفترضاً وجود الكترون توصيل واحد في كل ذرة فضة؟
b- أوجد كثافة التيار في السلك. مفترضاً أن التيار منتظم.

c- أوجد سرعة انسياب الإلكترونات؟ علماً بأن $\rho_{Ag} = 10.49 \text{ g/cm}^3$ ، $M = 107.9 \text{ g}$ (كتلة المول الواحد)

الحل ..

$$a - n = \frac{N \rho N_A}{M} = \frac{1 \times 10.49 \times 6.023 \times 10^{23}}{107.9 \times 10^{-6}} = 5.85 \times 10^{28} \frac{\text{الالكترون}}{\text{m}^3}$$

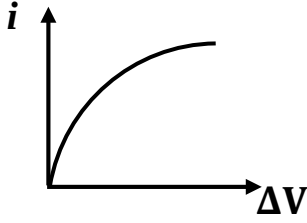
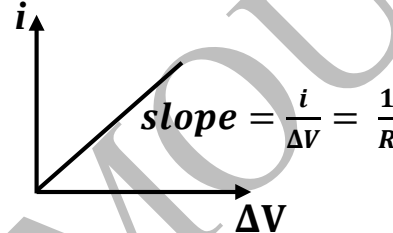
$$b - J = \frac{i}{A} = \frac{0.123 \times 10^{-3}}{0.923 \times 10^{-6}} = 133.2 \text{ A/m}^2$$

$$c - V_d = \frac{J}{n e} = \frac{133.2}{5.85 \times 10^{28} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1.4 \times 10^{-8} \text{ m/s}$$

5.3 المقاومة النوعية والمقاومات

- ① **المقاومة الكهربائية (R) :** هي مقاومة الموصل لمرور الشحنات الكهربائية خلاله.
لكل مادة مقاومة كهربائية تنتج عن **الاحتكاك والتصادمات** بين الإلكترونات وذرات المادة

أنواع المقاومات

مقاومة غير أومية	مقاومة أومية
فرق الجهد V لا يتناسب طردياً مع شدة التيار i	فرق الجهد V يتناسب طردياً مع شدة التيار i
	
مثال .. الوصلة الثنائية (الدايود) & الترانزستور	مثال .. أسلاك التوصيل الفلزية & المقاوم الكربوني

② أشكال المقاومات في الدوائر الكهربائية

- **مقاومة ثابتة :** معلومة القيمة وغير قابلة للتغيير ويرمز لها بالرمز 
- **مقاومة متغيرة :** غير معلومة القيمة وقابلة للتغيير ويرمز لها بالرمز 
- **تقاس المقاومة بوحدة الأوم** ويرمز لها بـ Ω

- ③ **قانون أوم ..** (يوضح العلاقة بين شدة التيار المار في موصل وفرق الجهد بين طرفيه)
★ **ينص على :** يتناسب فرق الجهد بين طرفي موصل تناسباً طردياً مع شدة التيار المار فيه.

$$\Delta V \propto i \longrightarrow \Delta V = R \cdot i$$

④ التوصيل (G)

هو .. مقلوب المقاومة الأومية أو **هو ..** النسبة بين شدة التيار الكهربائي وفرق الجهد

- ⑤ **وحدة قياس التوصيل :** السيمنز (S) ويكافئ $\frac{1}{\Omega}$

$$G = \frac{i}{\Delta V} = \frac{1}{R}$$

⑥ الموصلية الكهربائية (σ)

هي .. مقلوب المقاومة النوعية . **وتعني** قدرة المادة على التوصيل للتيار الكهربائي

- ⑦ **تقاس الموصلية بوحدة قياس ..** ($\Omega^{-1}m^{-1}$)

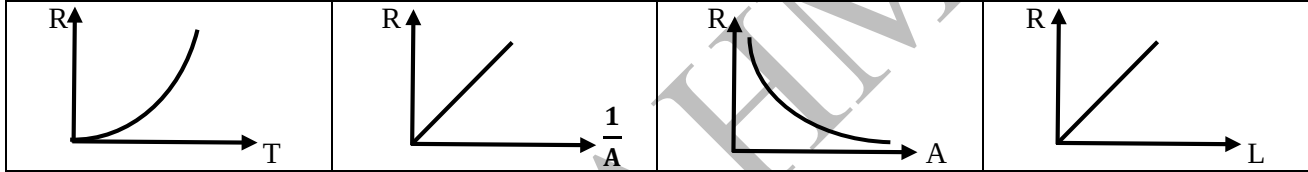
ملحوظة: يمكن إيجاد مقاومة موصل بدلالة مقاومته النوعية وتصميمه الهندسي (طوله L ، ومساحة مقطعه العرضي A) من المعادلة:

$$\rho = \frac{E}{J} = \frac{\Delta V/L}{i/A} = \frac{\Delta V/A}{i/L} = \frac{iR \cdot A}{i \cdot L} = \frac{R \cdot A}{L}$$

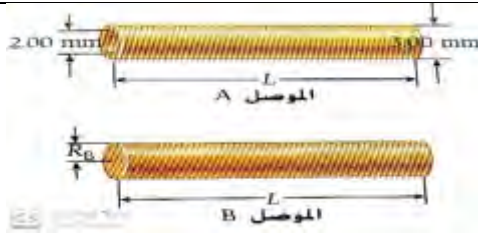
ومنها يمكن إيجاد قيمة المقاومة من العلاقة: $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$

٥ **العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربائية لموصل ، وأثر كل عامل؟**

- 1- طول الموصل (L) $R \propto L$
- 2- مساحة المقطع العرضي للموصل (A) $R \propto \frac{1}{A}$
- 3- درجة حرارة الموصل (T) $R \propto T$
- 4- نوع مادة الموصل : تختلف مقاومة الموصل باختلاف نوع مادته



تدريب □



5.33 موصلان مصنوعان من المادة نفسها ومتساويان في الطول L ، الموصل A عبارة عن أنبوب مجوف قطره الداخلي 2 mm وقطره الخارجي 3 mm ، والموصل B عبارة عن سلك مصمت نصف قطره R_B ما قيمة R_B اللازم توافرها للموصلين لتكون لهم المقاومة نفسها المقاسة بين طرفيهما؟

الحل:

$$R_A = R_B$$

$$\frac{\rho \cdot L}{A_A} = \frac{\rho \cdot L}{A_B}$$

$$\frac{1}{A_A} = \frac{1}{A_B}$$

$$A_A = A_B$$

$$\pi r_A^2 = \pi r_B^2$$

$$r_B^2 = (1.5)^2 - (1)^2$$

$$r_B = 1.12 \text{ mm}$$

رموز المقاوم

تصنع المقاومات الكربونية عادة من الكربون المغلف بالبلاستيك والمزود بأسلاك بارزة من الطرفين من أجل التوصيل الكهربائي ويتم التعرف على قيمتها من خلال الألوان الموجودة عليها باستخدام جدول الألوان التالي :

Color	1 st Band (1 st Digit)	2 nd Band (2 nd Digit)	3 rd Band (3 rd Digit)	Multiplier	Tolerance	Temperature Coefficient
Black	0	0	0	$\times 10^0 \Omega$	N/A	250 ppm/K
Brown	1	1	1	$\times 10^1 \Omega$	$\pm 1\%$ (F)	100 ppm/K
Red	2	2	2	$\times 10^2 \Omega$	$\pm 2\%$ (G)	50 ppm/K
Orange	3	3	3	$\times 10^3 \Omega$	N/A	15 ppm/K
Yellow	4	4	4	$\times 10^4 \Omega$	N/A	25 ppm/K
Green	5	5	5	$\times 10^5 \Omega$	$\pm 0.50\%$ (D)	20 ppm/K
Blue	6	6	6	$\times 10^6 \Omega$	$\pm 0.25\%$ (C)	10 ppm/K
Violet	7	7	7	$\times 10^7 \Omega$	$\pm 0.10\%$ (B)	5 ppm/K
Grey	8	8	8	$\times 10^8 \Omega$	$\pm 0.05\%$	1 ppm/K
White	9	9	9	$\times 10^9 \Omega$	N/A	N/A
Gold	N/A	N/A	N/A	$\times 10^{-1} \Omega$	$\pm 5\%$ (J)	N/A
Silver	N/A	N/A	N/A	$\times 10^{-2} \Omega$	$\pm 10\%$ (K)	N/A

أمثلة متنوعة للتدريب

example 1 2 3 4 100 ohm, 5%	1 2 3 4 22000 ohm, 5%	1 2 3 4 2200 ohm, 5%	1 2 3 4 2700 ohm, 5%
1 2 3 4 47 K ohm, 2%	1 2 3 4 470 K ohm, 5%	1 2 3 4 560 ohm, 5%	1 2 3 4 5600 ohm, 5%
1 2 3 4 330 K ohm, 5%	1 2 3 4 10 M ohm, 5%	1 2 3 4 39 M ohm, 5%	1 2 3 4 1 M ohm, 5%
1 2 3 4 860 ohm, 5%	1 2 3 4 10 ohm, 5%	1 2 3 4 1200 ohm, 1%	1 2 3 4 2200 ohm, 2%

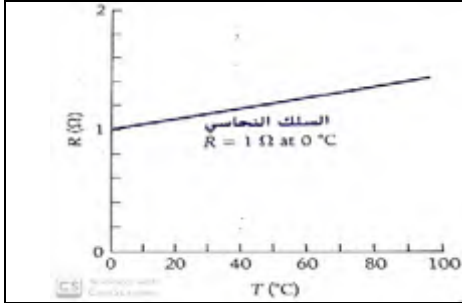
ملاحظة .. في حال عدم وجود شريط تكون نسبة الخطأ 20% .

⑨ درجة الحرارة والموصلية الفائقة

تختلف قيمة كل من المقاومة الكهربائية لموصل وكذلك المقاومة النوعية لمادة الموصل تبعاً لاختلاف درجة الحرارة وذلك طبقاً للعلاقات التالية:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha (T - T_0)) \quad \text{أو} \quad \rho - \rho_0 = \rho_0 \alpha (T - T_0)$$

$$R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0)) \quad \text{أو} \quad R - R_0 = R_0 \alpha (T - T_0)$$



زيادة درجة الحرارة تزداد مقاومة الفلزات خطياً كما بالشكل المقابل وذلك لأن الحرارة تزيد من اهتزاز الذرات فيزداد معدل تصادمها حيث تمثل (α) معامل درجة الحرارة المقاومة النوعية للموصل ويقاس بوحدة (C^{-1}) أو (K^{-1}) وهنا نتعامل مع فروق درجات الحرارة بالسيليزيوس أو الكلفن ما عدا استعمال الفهرنهايت

مراجعة المفاهيم 5.2

إذا زادت درجة حرارة سلك نحاسي $(\alpha = 4 \times 10^{-3} k^{-1})$ مقاومته 100Ω بمقدار $25K$ فإن المقاومة:

d- ستزيد بمقدار $4m\Omega$ تقريباً

e- ستقل بمقدار $4m\Omega$ تقريباً

a- ستزيد بمقدار 10Ω تقريباً

b- ستقل بمقدار 10Ω تقريباً

c- ستبقى كما هي .

⑩ الموصلات الفائقة :

هي ظاهرة تؤول فيها المقاومة الكهربائية لبعض الفلزات إلى الصفر عند درجات الحرارة المنخفضة وعندما تؤول المقاومة إلى الصفر تصبح هذه الفلزات فائقة التوصيل.

⑩ استخدامات الموصلات فائقة التوصيل:

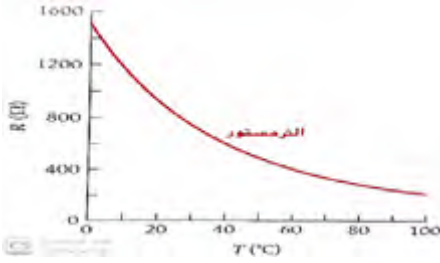
1- انتاج مجالات مغناطيسية قوية تستخدم في أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI).

2- القطارات فائقة السرعة.

3- نقل الطاقة الكهربائية دون أن يكون هناك أي فقد يذكر للطاقة الكهربائية.

➔ **ملاحظة هامة..** ما يعيق استعمال هذه المواد بشكل واسع هو أنها تحتاج إلى تبريد مستمر ويمكن تحقيق هذا الأمر باستعمال المبردات أو النيتروجين المسال.

٩٠ الثيرموستور



جهاز شبه موصل تعتمد مقاومته بدرجة كبيرة على درجة الحرارة **يستخدم** .. في قياس درجة الحرارة
يلاحظ من الشكل المقابل .. أن مقاومة الثيرموستور تنخفض كلما زادت درجة الحرارة وهذا يتناقض مع زيادة المقاومة بزيادة درجة الحرارة

٩١ الأساس المجهرى للتوصيل فى المواد الصلبة

الموصلات الفلزية	أشباه الموصلات
ذرات الموصلات الفلزية كالنحاس تكون مصفوفة بشكل منتظم تسمى الشبكة البلورية حيث تتمتع الالكترونات الخارجية للذرات بحرية الحركة وعند تعرضها لمجال كهربائي تنساق الالكترونات في الاتجاه المضاد لاتجاه المجال الكهربائي يرافقه حدوث تصادمات مع ذرات الموصل ونتيجة للتصادمات ترتفع درجة حرارة الموصل ومع ارتفاعها تزداد التصادمات مما يسبب إعاقة لمرور التيار في الموصل فتقل الموصلية وتزداد المقاومة	الالكترونات الخارجية لشبه الموصل ليست حرة الحركة ولكي تتحرك يجب أن تحصل على مقدار كاف من الطاقة ومن هنا تكون لشبه الموصل مقاومة أعلى من الموصل الفلزي لاحتوائه على عدد أقل من الالكترونات التوصيل وعند تسخينه أى رفع درجة حرارته تكتسب الكثير من الالكترونات طاقة كافية للتحرك بحرية وكلما زادت درجة حرارة شبه الموصل تقل مقاومته.

5.34 ملف نحاسي مقاومته 0.100Ω عند درجة حرارة الغرفة 20°C ما مقاومته عند تبريد الغرفة إلى -100°C ؟

الحل .. $R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$

$R = 0.1 (1 + 3.9 \times 10^{-3} (-100 - 20)) = 0.053 \Omega$

5.36 رقاقة مستطيلة من السيليكون النقى ، مقاومتها النوعية $2300 \Omega\text{m}$ وأبعادها

$0.01\text{cm}, 3\text{cm}, 2\text{cm}$ أوجد أقصى مقاومة لهذه الرقاقة المستطيلة بين أى وجهين.

الحل .. أقصى مقاومة تكون عند أكبر طول L وأقل مساحة A

$R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{2300 \times (3 \times 10^{-2})}{(3 \times 10^{-2}) (3 \times 10^{-2})} = 3.45 \times 10^7 \Omega$

5.4 القوة الدافعة الكهربائية وقانون أوم

هو .. الشغل الكلي المبذول لنقل وحدة الشحنات الكهربائية خلال الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه

ويرمز لها بالرمز emf وتقاس بوحدة (جول/كولوم) & كما يرمز لفرق الجهد بين طرفي

المصدر الكهربائي V_{emf}

5.40 تم استخدام فرق جهد 12 V على سلك مساحة مقطعه العرضي 4.5 mm^2 وطوله 1000 Km ،
ويبلغ التيار المتدفق عبر السلك $3.20 \times 10^{-3} \text{ A}$.

a- ما مقاومة السلك؟
b- ما نوع هذا السلك؟

الحل:

$$a - R = \frac{V}{i} = \frac{12}{(3.2 \times 10^{-3})} = 3750 \Omega$$

$$b - \rho = \frac{R \cdot A}{L} = \frac{3750 \times (4.5 \times 10^{-6})}{(1000)(10^3)} = 1.69 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

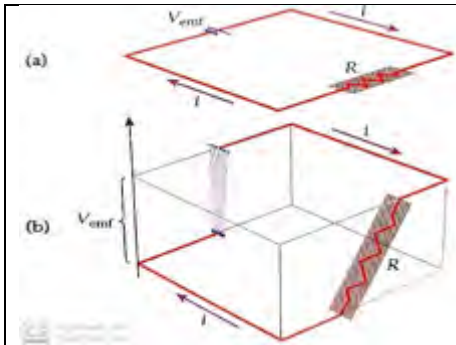
نجد أن المقدار الناتج أقرب ما يكون من المقاومة النوعية للنحاس كما هو موضح بالجدول المقابل

الجدول 5.1
المقاومة النوعية ومعامل درجة حرارة للمقاومة النوعية لبعض الموصلات الجيدة

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

ملاحظة: قيم المقاومة النوعية والموصلية المعطاة هنا هي قيم تقريبية.

الدائرة الكهربائية البسيطة

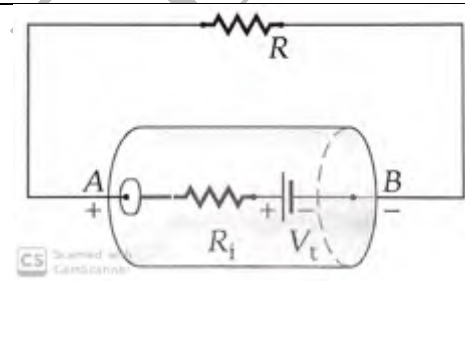


a- تمثيل تقليدي لدائرة كهربائية بسيطة بها مقاوم ومصدر قوة دافعة كهربائية

b- تمثيل ثلاثي الأبعاد مبيناً الجهد عند كل نقطة في الدائرة حيث يظهر التغير في جهد التيار في المقاوم ويسمى بانخفاض الجهد عبر المقاوم

الدائرة الكهربائية المغلقة

هي دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مقاومة خارجية ومصدر ذات قوة دافعة كهربائية له مقاومة داخلية



- حساب V_{emf} للمصدر الكهربائي

$$V_{emf} = V_{R_{out}} + V_{R_{in}}$$

- حساب فرق الجهد بين طرفي المصدر الكهربائي

$$V_{R_{out}} = V_{emf} - V_{R_{in}}$$

- حساب شدة تيار الدائرة الكهربائية المغلقة

$$i = \frac{V_{emf} - V_{R_{in}}}{R_{out}}$$

مقاومة جسم الإنسان

- تقاس مقاومة الجسم من أطراف أصابع إحدى اليدين إلى أصابع اليد الأخرى وتبلغ بالمتوسط

$$500 \text{ K}\Omega < R_{\text{body}} < 2 \text{ M}\Omega \quad (\text{هادئ \& جاف})$$

$$R = 100 \text{ }\Omega \quad (\text{متوتر \& مبتل \& متعرق})$$

- إذا اخترق سلك وعاءاً دموياً داخل جسم الإنسان فستقل مقاومة الجسم .. لأن الدم ذو ملوحة عالية ومن ثم فإنه موصل جيد للكهرباء وبالتالي يكون لفروق الجهد الصغيرة تأثير مميت

- شدة التيار تتراوح ما بين $1 \text{ mA} \leq i \leq 15 \text{ mA}$ فإذا مر تيار يزيد عن 100 mA عبر عضلة القلب في الإنسان يمكن أن تسبب الوفاة

5.42 سلك نحاسي نصف قطره $r = 0.025 \text{ cm}$ وطوله 3 m ومقاومته $\rho = 1.72 \times 10^{-8} \text{ }\Omega\text{m}$ ويحمل تياراً شدته 0.4 A تبلغ كثافة حامل الشحنة للسلك 8.5×10^{28} الكترون لكل م³

a - ما المقاومة R للسلك؟

b - ما فرق الجهد الكهربائي ΔV عبر السلك؟

c - ما المجال الكهربائي E داخل السلك؟

$$\mathbf{a - } R = \frac{\rho \cdot L}{A} = \frac{3 \times (1.72 \times 10^{-8})}{\pi (0.025 \times 10^{-2})^2} = 0.26 \text{ }\Omega$$

.. الحل

$$\mathbf{b - } V = I \cdot R = 0.4 \times 0.26 = 0.11 \text{ V}$$

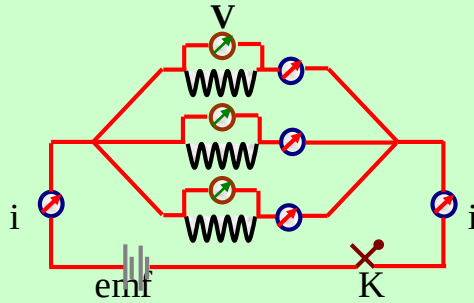
$$\mathbf{c - } \Delta V = E \cdot d$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{0.11}{3} = 0.035 \text{ v/m}$$

5.5 توصيل المقاومات في الدوائر الكهربائية

توصيل المقاومات على التوازي

الغرض: الحصول على مقاومة صغيرة من عدة مقاومات كبيرة



بغلق الدائرة وإمرار تيار كهربائي مناسب نلاحظ أن:

- فرق الجهد (V) ثابت بين أطراف كل المقاومات
- تتغير شدة التيار (i) المار به في كل مقاومة

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

وبالقسمة على **V**

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

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

∴ مقلوب المقاومات المكافئة لعدة مقاومات = مجموع مقلوب قيم هذه المقاومات .

ملاحظات هامة:

- في حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن

$$\therefore R = \frac{r}{n}$$

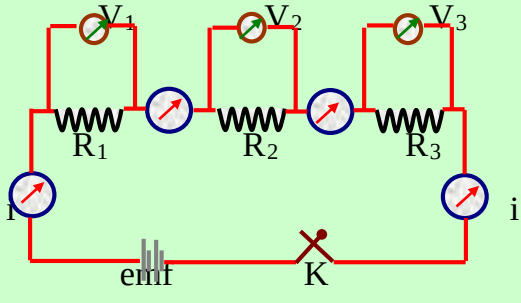
- في حالة توصيل مقاومتين مختلفتين على التوازي فإن

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

- المقاومة الكلية تقل وتكون أصغر من أصغر مقاومة

توصيل المقاومات على التوالي

الغرض: الحصول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة



بغلق الدائرة وإمرار تيار كهربائي مناسب نلاحظ أن:

- شدة التيار (i) ثابتة في جميع المقاومات
- فرق الجهد (V) بين طرفي كل مقاومة يتغير

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V = i R_1 + i R_2 + i R_3$$

وبالقسمة على **i**

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

∴ المقاومة المكافئة لعدة مقاومات = مجموع قيم هذه المقاومات

ملاحظات هامة:

- في حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن

$$R = r \cdot n$$

حيث **r** قيمة إحداها ، **n** عدد المقاومات

- في حالة توصيل مقاومتين مختلفتين على التوالي فإن:

$$R = R_1 + R_2$$

- المقاومة الكلية تزداد وتكون أكبر من أكبر مقاومة

مراجعة المفاهيم 5.3

أى الآتية صحيح للمقاومتين في الشكل المقابل :

a- $R_1 < R_2$

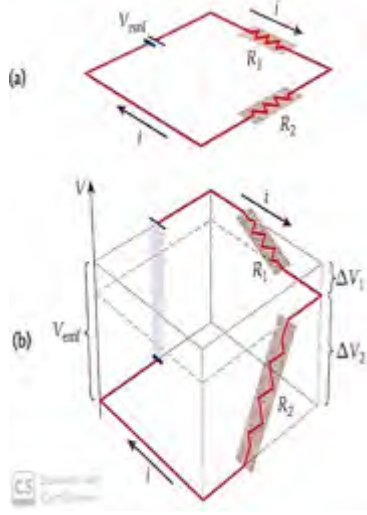
b- $R_1 = R_2$

c- $R_1 > R_2$

d- المعلومات المعطاة في الشكل غير كافية لمقارنة المقاومتين

الحل : $\Delta V = R \cdot i$

في التوالي يتوزع الجهد الكهربائي بحيث ستناسب فرق الجهد طردياً مع المقاومة



مراجعة المفاهيم 5.4

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



a- التيار نفسه المتدفق خلال R_1 ، R_1

b- ثلث التيار المتدفق خلال R_1 ، R_1

c- ضعف التيار المتدفق خلال R_1 ، R_1

d- ثلاثة أضعاف التيار المتدفق خلال R_1 ، R_1

e- لا يمكن تحديده

تدريب 5.3 المقاومة الداخلية للبطارية

افترض أن بطارية لها $V_1 = 12 \text{ V}$ عند عدم اتصالها بالدائرة عند اتصال مقاوم 10Ω بالبطارية تنخفض قيمة فرق الجهد عبر طرفي البطارية إلى 10.9 V ما قيمة المقاومة الداخلية للبطارية؟

$$i = \frac{\Delta V}{R} = \frac{10.9}{10} = 1.09 \text{ A}$$

$$V_T = I R_{eq} = I (R + R_i)$$

$$V_T = 1.09 (10 + R_i)$$

$$12 = 10.9 + 1.09 R$$

$$R = 1 \Omega$$

مقاوم ذو مقطع عرضي غير ثابت

يمكن ايجاد مقاومة مقاوم طوله L ومساحة مقطعه العرضي تمثل دالة للموقع $A(X)$ أو مقاومته النوعية تتغير كدالة للموقع أيضاً $\rho(X)$ نقسم المقاوم إلى قطع صغيرة ΔX ونوجد مجموعها باستخدام التكامل

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

مجس كهربائية الدماغ

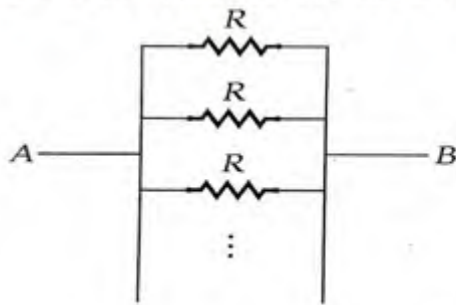
مسألة محلولة 5.2

إذا كان السلك المستخدم لإجراء تخطيط كهربائية قشرة الدماغ مصنوعاً من التنجستين بقطر 0.74 mm ويبلغ طول الطرف 2 mm وتم سحب الطرف ليبلغ قطره $2.4 \mu\text{m}$ فما مقاومة الطرف (قيمة مقاومة التنجستين تبلغ $5.51 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$).

الحل: $R = \frac{\rho \cdot L}{\pi r_1 r_2} = \frac{5.51 \times 10^{-8} \times (2 \times 10^{-3})}{\pi \times 0.37 \times 10^{-3} \times 1.2 \times 10^{-6}} = 7.9 \times 10^{-2} \Omega$

مراجعة المفاهيم 5.7

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



(a) تزيد.

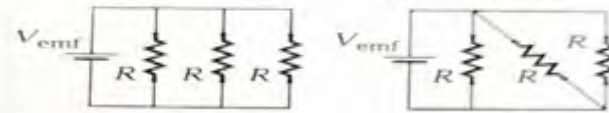
(b) تظل كما هي.

(c) تقل.

(d) تتغير بشكل لا يمكن التنبؤ به.

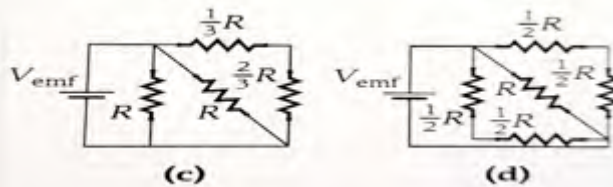
مراجعة المفاهيم 5.6

أي مجموعة من المقاومات لها المقاومة المكافئة الأعلى؟



(a)

(b)



(c)

(d)

(a) المجموعة

(b) المجموعة

(c) المجموعة

(d) المجموعة

(e) المجموعات الأربع لها المقاومة المكافئة نفسها.

5.50 ما قيمة التيار في الدائرة الموضحة في الشكل عندما يكون:

a- المفتاح مفتوحاً

b- المفتاح مغلقاً

الحل: a - $R_{3,3} = R_3 + R_3 = 6 \Omega$

$$R_{5,1} = R_5 + R_1 = 6 \Omega$$

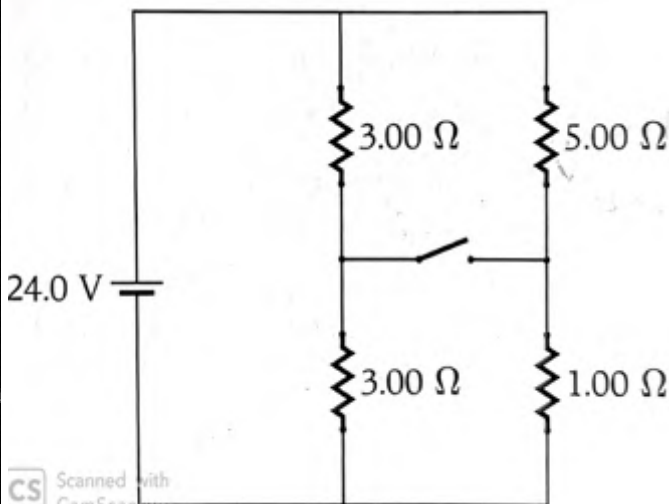
توازي $R_{3,3}$ مع $R_{5,1}$

$$R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{6}{2} = 3 \Omega$$

$$i = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{24}{3} = 8 \text{ A}$$

$$b - R_{eq3,5} = \frac{R_3 \times R_5}{R_3 + R_5} = \frac{3 \times 5}{3 + 5} = 1.875 \Omega$$

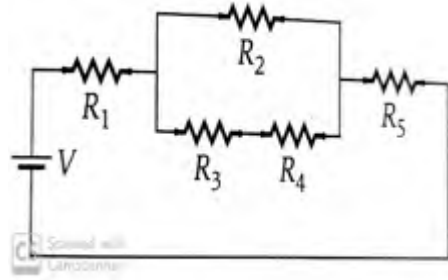
$$R_{eq1,3} = \frac{R_1 \times R_3}{R_1 + R_3} = \frac{1 \times 3}{1 + 3} = 0.75 \Omega$$



$$R_{eq} = R_{3,5} + R_{1,3} = 1.875 + 0.75 = 2.6 \Omega$$

$$i = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{24}{2.6} = 9.2 \text{ A}$$

5.51 بالنسبة إلى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل:



$$R_1 = 6\Omega, R_3 = 2\Omega, R_2 = 6\Omega, R_1 = 6\Omega$$

$$R_5 = 3\Omega, R_4 = 4\Omega, \text{ وفرق الجهد يبلغ } 12V.$$

-a ما المقاومة المكافئة للدائرة

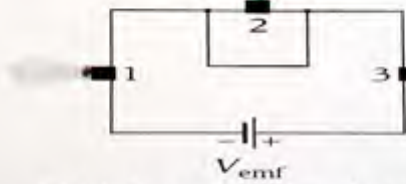
-b ما التيار المتدفق خلال R_5

-c ما انخفاض الجهد عبر R_3

التوصيل على التوازي	التوصيل على التوالي	اضافة مقاومات أو أجهزة
- تقل المقاومة المكافئة - تزداد شدة التيار - لا يتغير فرق الجهد بين طرفي كل مقاوم	- تزداد المقاومة المكافئة - تقل شدة التيار - يقل فرق الجهد بين طرفي كل مقاوم	
- تزداد المقاومة المكافئة - تقل شدة التيار - لا يتغير فرق الجهد بين طرفي كل مقاوم	- تقل المقاومة المكافئة - تزداد شدة التيار - يزداد فرق الجهد بين طرفي كل مقاوم	ازالة مقاومات أو أجهزة

مراجعة المفاهيم 5.8

تم توصيل ثلاثة مصابيح ضوئية على التوالي ببطارية تنتج فرق جهد ثابتاً. V_{emf} . عندما يتم توصيل سلك بالمصباح الكهربائي 2 كما هو مبين في الشكل. فإن المصباحين الكهربائيين 1 و 3 سوف



(a) يضيئان بالسطوع نفسه كما كانا قبل توصيل السلك.

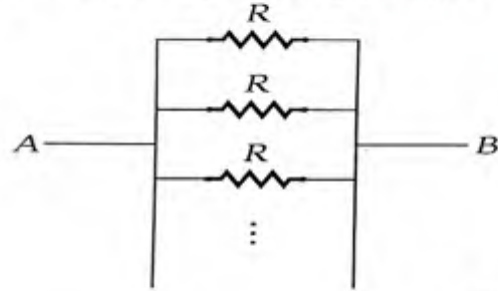
(b) يضيئان بسطوع أكبر من سطوعهما قبل توصيل السلك.

(c) يضيئان بسطوع أقل من سطوعهما قبل توصيل السلك.

(d) يخطئان.

مراجعة المفاهيم 5.7

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



(a) تزيد.

(b) تظل كما هي.

(c) تقل.

(d) تتغير بشكل لا يمكن التنبؤ به.

5.53 تتكون دائرة كهربائية من مصدر قوة دافعة كهربائية يبلغ

جهد $V=20V$ وست مقاومات كما هو مبين بالشكل، تم

توصيل المقاومين $R_1 = 5\Omega$ ، $R_2 = 10\Omega$ على

التوالي وتوصيل المقاومين $R_3 = 5\Omega$ ، $R_4 = 5\Omega$

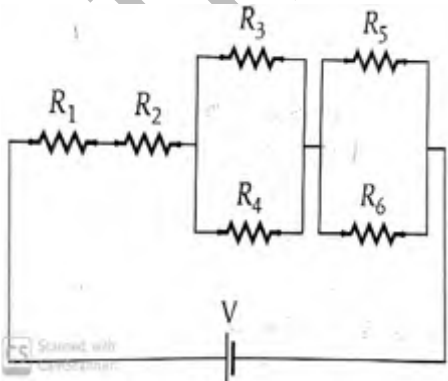
على التوازي معاً وعلى التوالي مع R_2 ، وتوصيل

المقاومين $R_5 = 2\Omega$ ، $R_6 = 2\Omega$ على التوازي معاً

وأيضاً على التوالي مع R_1 ، R_2 .

-a ما انخفاض الجهد عبر كل مقاوم

-b ما التيار المتدفق خلال كل مقاوم



5.7 الطاقة والقدرة في الدوائر الكهربائية

🕒 **القدرة الكهربائية (P):** حاصل ضرب شدة التيار في فرق الجهد

القدرة التي يمنحها مصدر القوة الدافعة الكهربائية = القدرة المفقودة في الدائرة الكهربائية

🕒 **حساب مقدار القدرة الكهربائية :** $P = i \cdot V = i^2 \cdot R = \frac{V^2}{R}$

🕒 **وحدة قياس القدرة الكهربائية :** الواط (Watt)

5.5 مصباح كهربائي قدرته 100W متصل على التوالي بمصدر قوة دافعة كهربائية $V_{emf} = 100V$ عند إضاءة المصباح الكهربائي تبلغ درجة حرارة فتيل التنجستين $2520^\circ C$. ما قيمة مقاومة فتيل التنجستين في المصباح في درجة حرارة الغرفة ($20^\circ C$)

$R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$ $100 = R_0 (1 + 4.5 \times 10^{-3} (2520 - 20))$ $100 = R_0 \times 12.25$ $R_0 = \frac{100}{12.25} = 8.2\Omega$	الحل : $P = \frac{\Delta V^2}{R} = \frac{V_{emf}^2}{R}$ $R = \frac{V_{emf}^2}{P} = \frac{(100)^2}{100} = 100\Omega$
--	---

🕒 **نقل الطاقة عبر التيار المستمر عالي الجهد**

يمكن حساب القدرة المفقودة في خط نقل الطاقة الكهربائية من خلال العلاقة $P_{loss} = i^2 \cdot R$ وحيث أن مقاومة أسلاك النقل مصنوعة من النحاس تكون مقاومتها R ثابتة وبالتالي فإن **خفض القدرة المفقودة أثناء النقل**

النقل تعتمد على خفض التيار المنقول عن طريق نقل القدرة بفرق جهد عال للغاية $i = \frac{P}{\Delta V}$

👉 **ملحوظة ..** يمكن الجمع بين تعبير $i = \frac{P}{\Delta V}$ ، والقدرة المفقودة $P_{loss} = i^2 \cdot R$ للحصول على :

$$P_{loss} = \left(\frac{P}{\Delta V}\right)^2 \cdot R = \frac{P^2 \cdot R}{(\Delta V)^2}$$

حيث نجد أن : القدرة المفقودة تناسباً عكسياً مع مربع فرق الجهد المستخدم في نقل الطاقة.

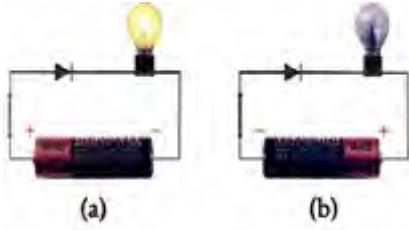
👉 **ملاحظات هامة :**

- 1- يتم تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر عند نقل الطاقة ومن ثم يتم تحويل التيار المستمر إلى تيار متردد عند الجهة المقصود نقل الطاقة إليها.
- 2- يستخدم محطات توليد الطاقة ونقلها تيارات مترددة لسهولة زيادة أو خفض فرق الجهد عن طريق المحولات ولكن من أهم عيوبها فقدان الكبير للطاقة.

5.8 الثنائي أحادي الاتجاه في الدوائر الكهربائية

هو .. جهاز إلكتروني مصمم لتوصيل التيار في اتجاه واحد واحد دون الاتجاه الآخر ويرمز بالرمز —▶—

① **الثنائي أحادي الاتجاه (الدايود) ..** يسمح بمرور التيار الكهربائي عندما يكون جهد الموجب موجباً وجهد السالب سالباً أن عندما يكون التوصيل أمامياً بينما لا يسمح بالعكس أي التوصيل عكسياً.



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

سؤال الاختبار الذاتي 5.4

افترض أن البطارية في الشكل المجاور لها فرق جهد 1.5V بين طرفيها وأن الثنائي مصنوع من السيليكون (0.7V) ما قيم انخفاض الجهد عبر الثنائي ومصباح الإضاءة في الجزأين (a) ، (b) .

الحل:

a- $1.5 - 0.7 = 0.8V$ انخفاض فرق الجهد للمصباح

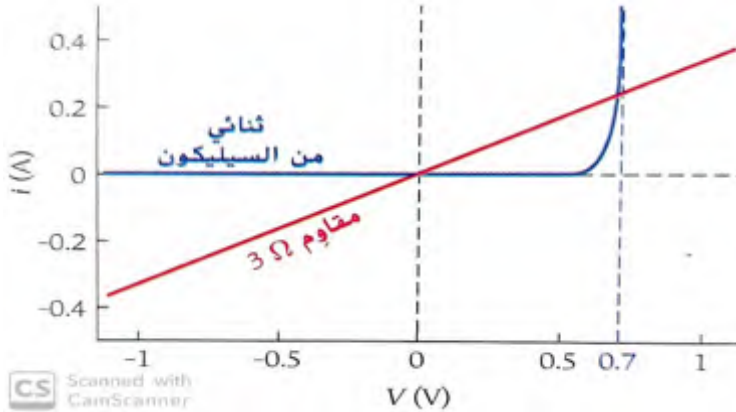
$0.7V$ انخفاض فرق الجهد للثنائي

b- $0V$ انخفاض فرق الجهد للمصباح

$1.5V$ انخفاض فرق الجهد للثنائي

منطقي

② العلاقة البيانية بين فرق الجهد والتيار



1- لمقاوم أومي (علاقة طردية)
مقاومته 3Ω) عندما يكون فرق الجهد سالب يتدفق التيار بالاتجاه المعاكس

2- ثنائي سيليكون أحادي الاتجاه لا يوصل أي تيار إذا كان الجهد سالب وإذا كان أكبر من $0.7V$ سيوصل تيار .

ومن الوصلات الثنائية (الثنائي الباعث للضوء (LED)) والذي يعمل على تنظيم التيار في الدائرة – ويبعث الضوء بطول موجي واحد ، حيث تبعث الضوء بفعالية أكثر من المصابيح المتوهجة وتتراوح شدة الضوء فيها من (130 lm/W و 170 lm/W) ولكن لا تزال أسعار هذه المصابيح عالية نسبياً.

③ ملاحظات هامة :

- مقاومة الثنائي غير أومية وبالتالي لا ينطبق عليها قانون أوم
- التيار لا يتناسب طردياً مع فرق الجهد المطبق
- الثنائي أحادي الاتجاه يصنع من أشباه الموصلات كالسيليكون والجرمانيوم
- يستخدم لتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر

شدة سطوع المصابيح	
تزداد شدة سطوع المصباح بزيادة القدرة التي يبدها	
التوصيل على التوالي	التوصيل على التوازي
يفضل استخدام العلاقة $P = i^2 \cdot R$ حيث يكون التيار ثابت يزداد السطوع بزيادة المقاومة	يفضل استخدام العلاقة $P = \frac{V^2}{R}$ حيث يكون فرق الجهد ثابت يقل السطوع بزيادة المقاومة
إضافة مصباح آخر تزداد المقاومة الكلية للدائرة وتقل شدة التيار ويقل السطوع	إضافة مصباح آخر لا يتغير السطوع لعدم تغير فرق الجهد والتيار في المصباح
عند احتراق أحد المصابيح أو إزالة أحدهما من مكانه فإن بقية المصابيح تنطفئ	عند احتراق أحد المصابيح أو إزالة أحدهما من مكانه لا يتأثر سطوع بقية المصابيح

تدريبات محلولة:

سلك فلزي يمر فيه تيار كهربائي شدته تتغير مع الزمن وفق المعادلة $i = (6t^2 - 3t)$ حيث i بوحدة الأمبير احسب مقدار الشحنة التي تعبر مقطع السلك خلال الفترة الزمنية $(t=1s)$ و $(t=3s)$.

$$q = \int_{t_1}^{t_2} i \cdot dt$$

الحل:

$$q = \int_1^3 (6t^2 - 3t) \cdot dt = 40c$$

5.55 تسبب نبضة فولتية في ارتفاع الجهد الكهربائي الخطي في منزل ما سريعاً من 110V إلى 150V ما النسبة المئوية للزيادة في خرج القدرة لمصباح متوهج يعمل بفتيل التنغستين وتبلغ قدرته 100W أثناء تلك النبضة على افتراض أن مقاومة المصباح تظل ثابتة.

$$\frac{\Delta P}{P} \% = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \% = \frac{\frac{\Delta V_1^2}{R} - \frac{\Delta V_0^2}{R}}{\frac{\Delta V_0^2}{R}} = \left(\frac{\Delta V_1^2}{\Delta V_0^2} - 1 \right) = \frac{(150)^2}{(110)^2} - 1 = 0.86 \times 100\% = 86\%$$

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

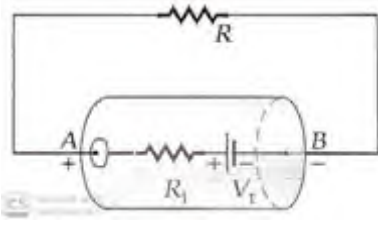
a- هل سيقوم مجفف الشعر بفصل قاطع التيار المصمم لقطع الدائرة في حال تجاوز التيار 15A؟

b- ما مقاومة مجفف الشعر أثناء تشغيله؟

$$a - i = \frac{P}{\Delta V} = \frac{1600}{110} = 14.5 A \quad (\text{أقل من } 15)$$

الحل

$$b - R = \frac{\Delta V}{i} = \frac{110}{14.5} = 7.6 \Omega$$



بطارية قوتها الدافعة الكهربائية 12V ومقاومتها الداخلية 1Ω ما المقاومة R اللازم تطبيقها بين طرفي البطارية لتوليد قدرة مقدارها 10W.

الحل: $V_T = i(R_{out} + R_{in})$

$$i = \frac{V_T}{(R_{out} + R_{in})}$$

$$P = i^2 \cdot R$$

$$10 = \left(\frac{V_T}{R_{out} + R_{in}} \right)^2 \cdot R$$

$$10 = \left(\frac{V_T}{R_{out} + 1} \right)^2 \cdot R$$

$$V_T^2 \cdot R = 10(1 + R_{out})^2$$

$$144 \cdot R = 10 [1 + 2R_{out} + R_{out}^2]$$

بالقسمة على 10

$$144 \cdot R = 1 [1 + 2R_{out} + R_{out}^2]$$

$$R^2 - 12.4R + 1 = 0$$

$$R = 12.3\Omega$$

5.66 تحتوي دائرة على سلك نحاسي طوله 10m ونصف قطره 1mm متصل ببطارية جهدها 10V تم توصيل سلك من الألومنيوم طوله 5m بالبطارية نفسها ويبدد مقدار القدرة نفسه ما نصف قطر سلك الألومنيوم؟

$$\frac{\rho_{cu} \cdot L_{cu}}{A_{cu}} = \frac{\rho_{Al} \cdot L_{Al}}{A_{Al}}$$

$$\frac{1.72 \times 10^{-8} \times 10}{\pi (1 \times 10^{-3})^2} = \frac{2.82 \times 10^{-8} \times 5}{\pi \times r_{Al}^2}$$

$$r_{Al} = 0.91\text{ m}$$

$$\frac{P_{cu}}{\Delta V^2} = \frac{P_{Al}}{\Delta V^2}$$

$$\frac{R_{cu}}{R_{Al}} = \frac{R_{cu}}{R_{Al}}$$

ΔV ثابتة

5.67 تبلغ مقاومة موصل ما $\rho = 1 \times 10^{-5} \Omega m$ إذا تم صنع سلك أسطواني من هذا الموصل وكانت مساحة مقطعه $1 \times 10^{-6} m^2$ فما طول السلك الذي يحقق مقاومة قدرها 10Ω ؟

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

$$L = \frac{R \cdot A}{\rho} = \frac{10 \times 1 \times 10^{-6}}{1 \times 10^{-5}} = 1m$$

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

$$R_{cu} = R_{Al} = \frac{\Delta V}{i}$$

$$\frac{\rho_{cu} \cdot L_{cu}}{A_{cu}} = \frac{\rho_{Al} \cdot L_{Al}}{A_{Al}}$$

$$\frac{\rho_{cu} \cdot L_{cu}}{\pi \times r_{Al}^2} = \frac{\rho_{Al} \cdot L_{Al}}{\pi \times r_{Al}^2}$$

$$\frac{r_{Cu}^2}{r_{Al}^2} = \frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}}$$

$$\frac{r_{Cu}}{r_{Al}} = \sqrt{\frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}}} = 0.78$$

5.70 ما الموصلية الكهربائية ونصف قطر عنصر التنجستين الحديدي الذي يبلغ طوله 3.5m في سخان جهده 110V وقدرته 1500W.

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

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

$$r = \sqrt{\frac{\rho L G}{\pi}} = 1.16 \times 10^{-4} \text{ m}$$

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

$$R = \frac{\Delta V^2}{P} = \frac{(110)^2}{1500} = 8.1 \Omega$$

$$G = \frac{1}{R} = 0.124 \Omega^{-1}$$

$$G = \frac{1}{R} = \frac{A}{\rho \cdot L} = \frac{\pi r^2}{\rho \cdot L}$$

الحل

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

$$P_2 = \frac{\Delta V_2^2}{R} = \frac{(120)^2}{576} = 25W$$

$$P_1 = \frac{\Delta V_1^2}{R}$$

$$R = \frac{\Delta V_1^2}{P_1} = \frac{(240)^2}{100} = 576 \Omega$$

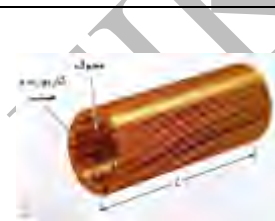
الحل

5.38 مقاوم من الكاربورندم مكون من هيكل أسطواني سميك الجدار (أنبوب) نصف قطره الداخلي $a=1.5\text{cm}$ ، ونصف قطره الخارجي $b=2.5\text{cm}$ ، وطوله $L=60\text{cm}$ تبلغ مقاومة هذا المقاوم المصنوع من الكاربورندم 1Ω عند درجة حرارة 20°C .

a- احسب المقاومة النوعية للكاربورندم في درجة حرارة الغرفة ثم قارن هذه المقاومة النوعية للموصلات الأكثر شيوعاً (Cu,Al)

b- للكاربورندم معامل حراري مرتفع للمقاومية ($\alpha = 2.14 \times 10^{-3} \text{ k}^{-1}$) إذا تم تسخين مقاوم الكاربورندم في جهاز معين إلى 300°C فما النسبة المئوية للتغير في المقاومة بين درجة حرارة الغرفة 20°C ودرجة حرارة التشغيل هذه.

الحل:



$$\rho = \frac{R \times \pi (r_2^2 - r_1^2)}{L} = \frac{1 \times \pi [(2.5 \times 10^{-2})^2 - (1.5 \times 10^{-2})^2]}{60 \times 10^{-2}} = 2.09 \times 10^{-3} \Omega \text{m}$$

$$b- R - R_0 = R_0 \alpha (T - T_0)$$

$$R - 1 = 1 \times 2.14 \times 10^{-3} (300 - 20)$$

$$R = 1.599 \Omega$$

$$\text{نسبة التغير} = \frac{1.599}{1} \times 100 = 159.9\%$$