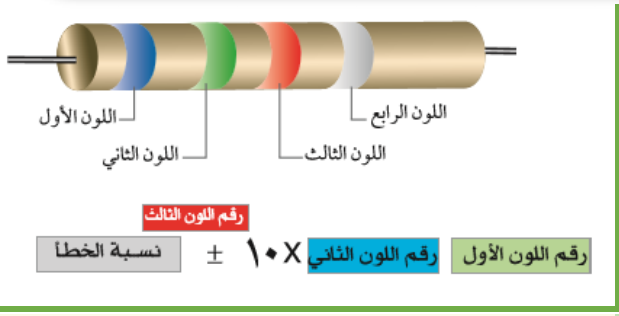
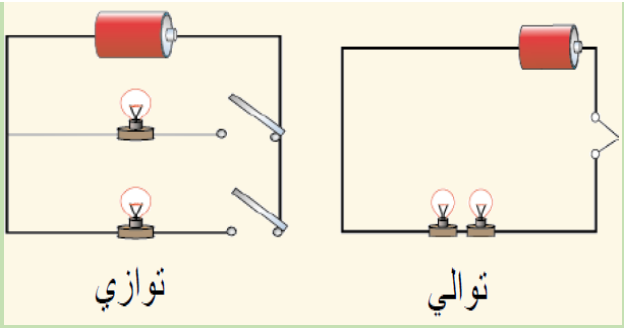
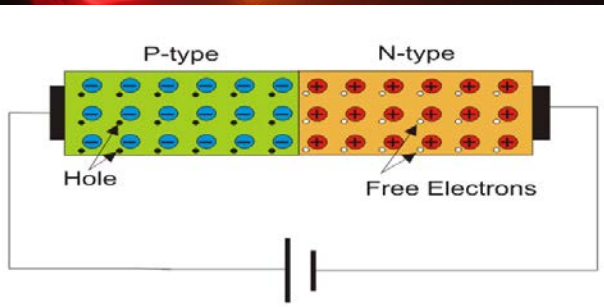
0502171456

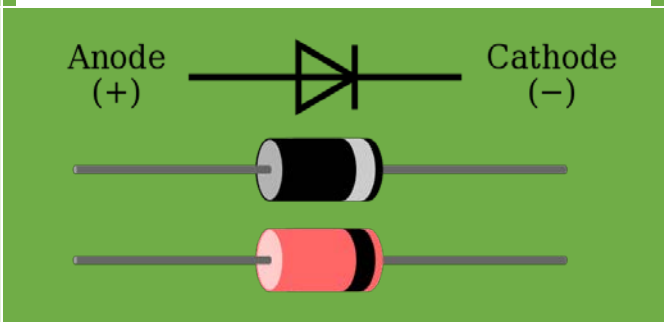
الفصل الدراسي الثاني ... الوحدة الخامسة

التيار الكهربائي والمقاومة









العام الدراسي 2019/2020

فيزياء 12م

إعداد الأستاذ

فكري محمود محمد

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

5.1 التيار الكهربائي

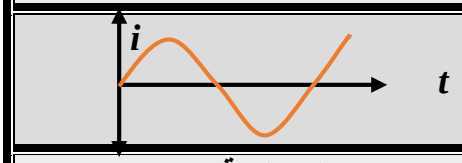
هو .. الشحنة الكلية المارة عبر نقطة معينة من موصل في زمن معين مقسومة على هذا الزمن $i = \frac{dq}{dt}$

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

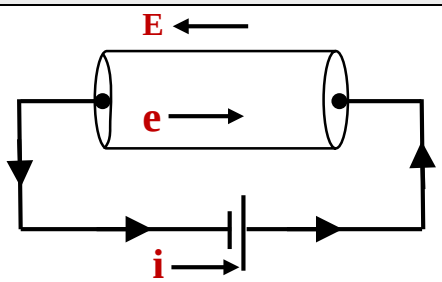
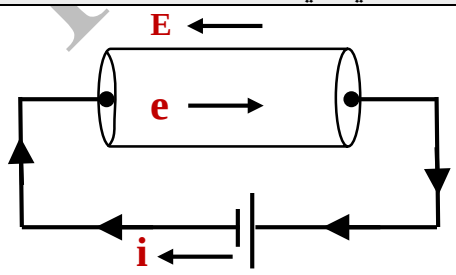
✪ قانون حفظ الشحنة : مقدار الشحنة الكهربائية المتدفقة داخل أحد طرفى موصل = مقدار الشحنة الخارجة من الموصل

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

✪ أنواع التيار الكهربائى : ❶- تيار مستمر ❷- 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 الانسياق	بطيئة	صفر

اتجاه التيار الكهربائى

حسب نوعى حاملات الشحنة	❶ تيار اصطلاحي	❷ تيار الكتروني
التعريف	حركة الشحنات الكهربائية الموجبة التي تمر خلال دائرة كهربائية من القطب الموجب للمصدر الكهربائي إلي القطب السالب له	حركة الشحنات الكهربائية السالبة (الالكترونات) التي تمر خلال دائرة كهربائية من القطب السالب للمصدر الكهربائي إلي القطب الموجب له
الرسم		

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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:**

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

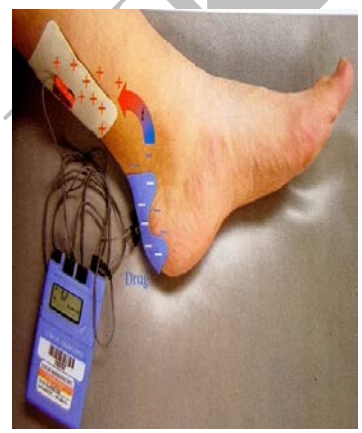
▪ اتجاه التيار **الاصطلاحي** يكون من النقاط **الأعلى** جهد إلى النقاط **الأقل** جهد	a b V_a= +6v V_b= +2v
▪ اتجاه التيار **الالكتروني** يكون من النقاط **الأقل** جهد إلى النقاط **الأعلى** جهد	

سرعة الانسياق v_d : هى السرعة المتوسطة لحاملات الشحنة الحرة الحركة بتأثير المجال الكهربائي.

☜ **ملاحظات هامة:**

- **تكون سرعة الانسياق صغيرة جداً** بسبب التصادمات المتكررة بين الالكترون وذرات الموصل
- **تكون حركة الالكترون 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 μg 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 μg ⟶ 1C

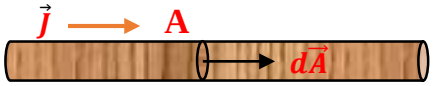
80 μg ⟶ ??

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

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

5.2 كثافة التيار



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

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

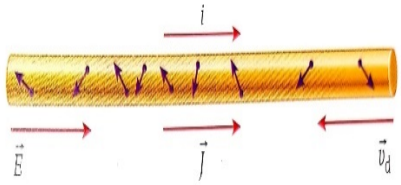
يعرف اتجاه $\vec{J}$ بأنه .. اتجاه السرعة المتجهة للشحنات الموجبة أى في عكس اتجاه الشحنات السالبة

لذالك 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 الالكترونات لمسافة قدرها **X** خلال زمن **dt** وبفرض أن الموصل يحتوي على عدد **n** من الكترونات التوصيل لكل وحدة حجم **V** فإن:

- عدد الالكترونات الكلية في السلك $n_e = nV = nAX$
- مقدار الشحنة $q = n_e \times -e$ لأن الالكترونات سالبة



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

بالتالي فإن شدة التيار $i = \frac{dq}{dt} = -nev_dA$ / **i** حيث **n** هى **كثافة الكترونات السلك** $= \frac{\text{عدد الالكترونات}}{\text{الحجم}}$

وتحسب من العلاقة : $n = \frac{N\rho N_A}{M}$

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

☜ **ملاحظات هامة :**

- متجهة سرعة الانسياق موازي لمتجه كثافة التيار ومضاد له في الاتجاه.
- كل من التيار **i** وكثافة التيار **J** والمجال الكهربائي **E** في اتجاه واحد ومعاكسين لاتجاه حاملات الشحنة السالبة وسرعة الانسياق v_d .

FIKRI MAHMOUD

0502171456
prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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

الحل :

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

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

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

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

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

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

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 فيرمبلاب وتحمل 11 mA من التيار حول محيط طوله 6.3 Km لحلقة تيفاترون الرئيسية؟

الحل ..

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

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

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

الحل ..

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

$$i = 0.034\ A$$

$$q = i \times t = 0.034 \times 60 = 2.038\ C$$

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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

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

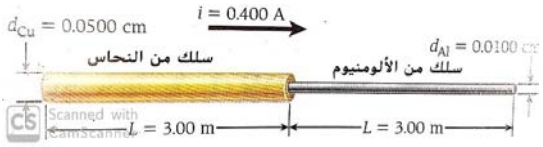
الحل ..

$$1- \quad J = \frac{i}{A} = \frac{i}{\pi r^2} = \frac{1\times10^{-3}}{\pi\times(1\times10^{-3})^2} = 318\ A/m^2$$

$$2- \quad n = \frac{N\rho N_A}{M} = \frac{1\times2.7\times10^3\times10^3\times6.023\times10^{23}}{26.98} = 6.02\times10^{28}\ \frac{\text{الكترون}}{m^3}$$

$$V_d = \frac{J}{n e} = \frac{318}{6.023\times10^{28}\times1.6\times10^{-19}} = 3.3\times10^{-8}\ m/s$$

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



a- ما نسبة كثافتي التيارين في السلكين J_{cu}/J_{Al} ؟

b- ما نسبة سرعتي الانسياق في السلكين $V_{d_{cu}}/V_{d_{Al}}$

الحل ..

$$a- \quad \frac{J_{cu}}{J_{Al}} = \frac{\frac{i}{A_{cu}}}{\frac{i}{A_{Al}}} = \frac{A_{Al}}{A_{cu}} = \frac{\pi r_{Al}^2}{\pi r_{cu}^2} = \frac{(5\times10^{-5})^2}{(2.5\times10^{-4})^2} = 0.04$$

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

$$\frac{V_{d_{cu}}}{V_{d_{Al}}} = \frac{J_{cu}\cdot n_{Al}}{J_{Al}\cdot n_{cu}} = 0.04\times\frac{6.02\times10^{28}}{8.5\times10^{28}} = 0.03$$

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

a- أوجد كثافة الالكترونات داخل السلك . مفترضاً وجود الكترون توصيل واحد في كل ذرة فضة؟

b- أوجد كثافة التيار في السلك. مفترضاً أن التيار منتظم.

C- أوجد سرعة انسياق الالكترونات؟ علماً بأن $\rho_{Ag} = 10.49 g/cm^3$ ، M =107.9g (كتلة المول الواحد)

الحل ..

$$a- \quad n = \frac{N\rho N_A}{M} = \frac{1\times10.49\times6.023\times10^{23}}{107.9\times10^{-6}} = 5.85\times10^{28}\ \frac{\text{الكترون}}{m^3}$$

$$b- \quad J = \frac{i}{A} = \frac{0.123\times10^{-3}}{0.923\times10^{-6}} = 133.2\ A/m^2$$

$$c- \quad V_d = \frac{J}{n e} = \frac{133.2}{5.85\times10^{28}\times1.6\times10^{-19}} = 1.4\times10^{-8}\ m/s$$

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

FIKRI MAHMOUD

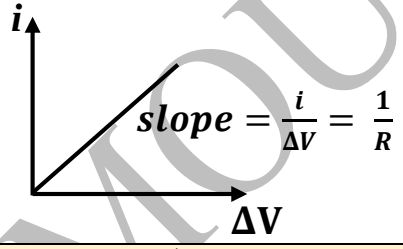
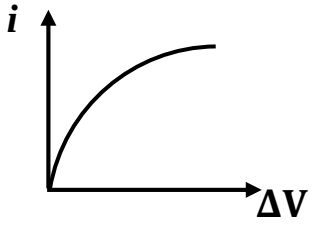
0502171456

5.3 المقاومة النوعية والمقاومات

☯ **المقاومة الكهربائية (R)** : هي مقاومة الموصل لمرور الشحنات الكهربائية خلاله.

لكل مادة مقاومة كهربائية تنتج عن **الاحتكاك والتصادمات** بين الالكترونات وذرات المادة

أنواع المقاومات

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

☯ **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**

☯ **قانون أوم** .. (يوضح العلاقة بين شدة التيار الماره في موصل وفرق الجهد بين طرفيه)

✪ **ينص على** : يتناسب فرق الجهد بين طرفي موصل تناسباً طردياً مع شدة التيار المار فيه.

$$\Delta V \propto i \longrightarrow \Delta V = R \, . \, i$$

☯ **التوصيل (G)**

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

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

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

☯ **الموصلية الكهربائية (σ)**

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

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

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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

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

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

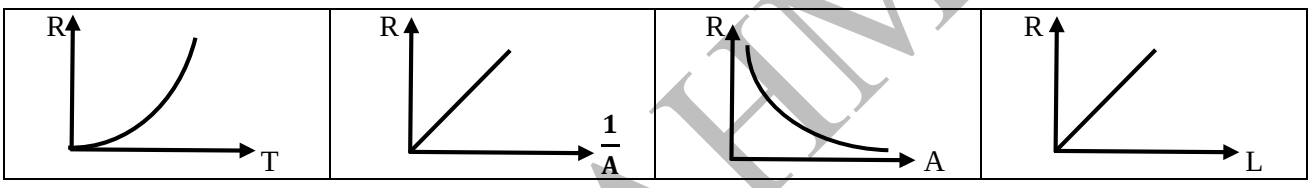
☯ **العوامل التي تتوقف عليها المقاومة الكهربائية لموصل ، وأثر كل عامل؟**

1- **طول الموصل (L)** $R \propto L$

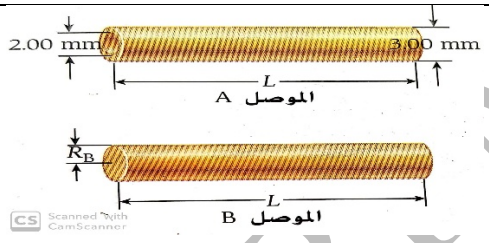
2- **مساحة المقطع العرضي للموصل (A)** $R \propto \frac{1}{A}$

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 المقيسة بين طرفيهما؟

الحل:

$$R_A = R_B$$

$$\frac{\rho\,.\,L}{A_A} = \frac{\rho\,.\,L}{A_B}$$

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

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

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

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

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

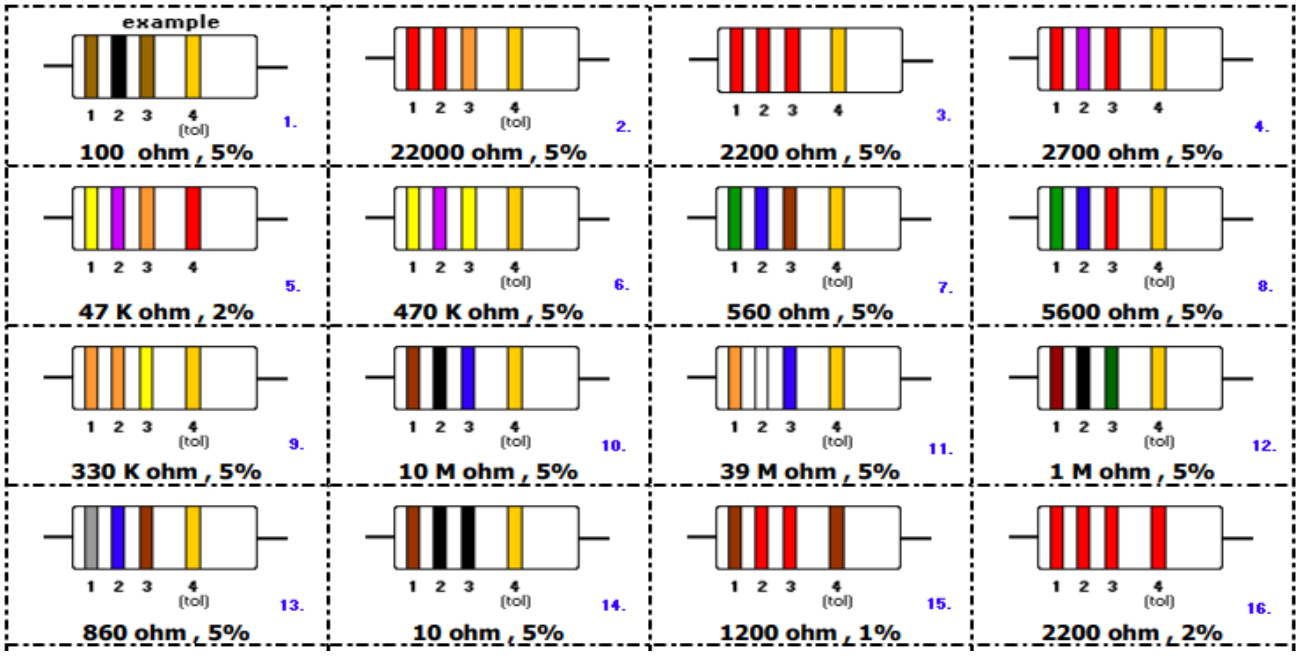
0502171456

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

❑ أمثلة متنوعة للتدريب ❑



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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

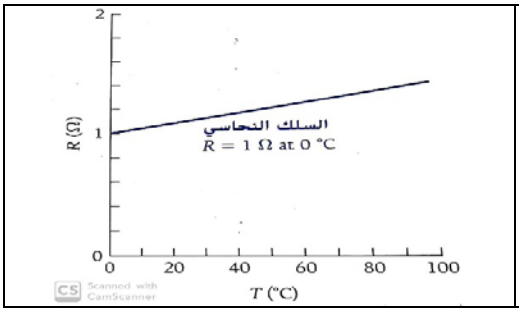
☯ درجة الحرارة والموصلية الفائقة

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

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

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

بزيادة 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:

a- ستزيد بمقدار 10Ω تقريباً
b- ستقل بمقدار **10Ω** تقريباً
c- ستبقى كما هى .
d- ستزيد بمقدار **4mΩ** تقريباً
e- ستقل بمقدار **4mΩ** تقريباً

☯ الموصلات الفائقة :

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

☯ 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 أى فقد يذكر للطاقة الكهربائية.

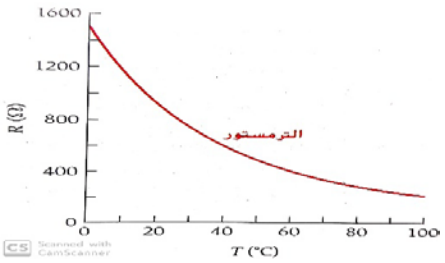
☜ **ملاحظة هامة**.. ما يعيق استعمال هذه المواد بشكل واسع هو أنها تحتاج إلى تبريد مستمر ويمكن تحقيق هذا الأمر باستعمال المبردات أو النيتروجين المسال.

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

☯ 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

☯ الأساس المجهري للتوصيل في 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 ولكى تتحرك يجب أن تحصل على مقدار كاف من الطاقة ومن هنا تكون لشبه الموصل مقاومة أعلى من الموصل الفلزي لاحتوائه على عدد أقل من الكترونات 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 $20^{\circ}C$ ما مقاومته عند تبريده الغرفة إلى الغرفة إلى $-100^{\circ}C$ ؟**

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 $2300\ \Omega m$ وأبعادها $0.01cm , 3cm , 2\ cm$ أوجد أقصى مقاومة لهذه الرقاقة المستطيلة بين أى وجهين.**

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

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

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}

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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 $3.20 \times 10^{-3}\ A$.

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

الحل :

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

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

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

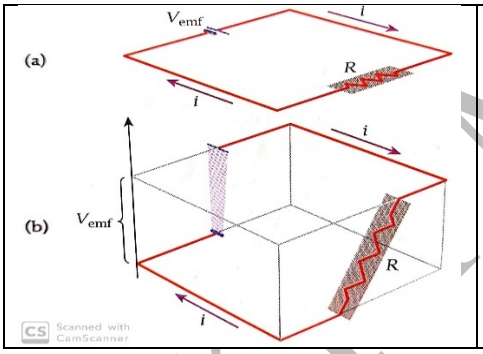
تعتمد قيم الفولاذ والفولاذ المقاوم للصدأ بدرجة كبيرة على نوع الفولاذ.

Scanned with CamScanner

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

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

الدائرة الكهربائية البسيطة



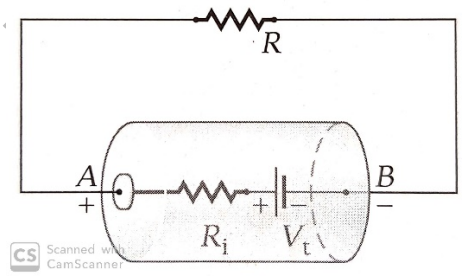
Scanned with CamScanner

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

b- تمثيل ثلاثي الابعاد 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



Scanned with CamScanner

- حساب V_{emf} للمصدر الكهربائي emf

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

- حساب فرق الجهد بين طرفي المصدر الكهربائي emf

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

- حساب شدة تيار الدائرة الكهربائية المغلقة

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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

FIKRI MAHMOUD

0502171456

☯ مقاومة جسم الانسان

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

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

(متوتر & مبتل & متعرق) $R = 100\ \Omega$

- إذا اخترق سلك وعاءاً دموياً داخل جسم الانسان 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 .. $15\ mA \geq i \geq 1\ mA$ فإذا مر تيار يزيد عن **100 mA** عبر عضلة القلب في الإنسان يمكن أن تسبب الوفاة

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

a- ما المقاومة R للسلك؟

b - ما فرق الجهد الكهربائي ΔV عبر السلك؟

c- ما المجال الكهربائي E داخل السلك؟

الحل ..

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

$$b - V = I . R = 0.4 \times 0.26 = 0.11\ V$$

$$c - \Delta V = E . d$$

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

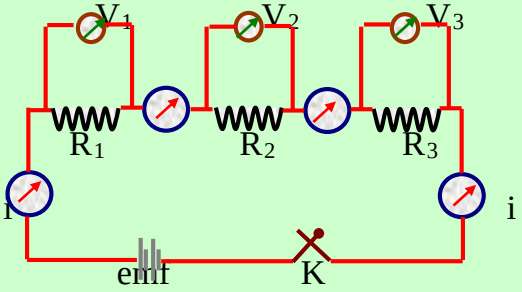
FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

5.5 توصيل المقاومات في الدوائر الكهربائية

توصيل المقاومات على التوالي

الغرض : الحصـول على مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة



بغلق الدائرة وإمرار تيار كهربي مناسب نلاحظ أن :

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

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

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

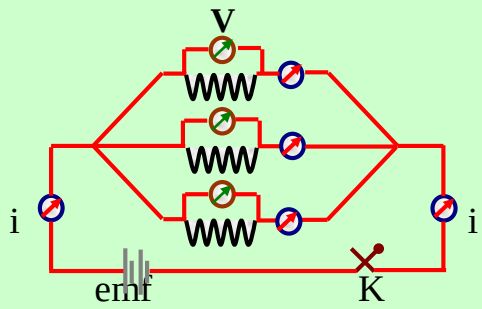
وبالقسمة على i $\quad i R = i (R_1 + R_2 + R_3)$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

∴ المقاومة المكافئة لعدة مقاومات = مجموع قيم هذه المقاومات

توصيل المقاومات على التوازي

الغرض : الحصـول على مقاومة صـغيرة من عدة مقاومات كبيرة



بغلق الدائرة وإمرار تيار كهربي مناسب نلاحظ أن :

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

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

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

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

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

ملاحظات هامة :

- في حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن

$$R = r \cdot n$$

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

ملاحظات هامة :

- في حالة توصيل عدة مقاومات متساوية فإن

$$\therefore R = \frac{\text{م مدحأ } r}{\text{م مددع } n}$$

- 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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed
0502171456

0502171456

مراجعة المفاهيم 5.3

أى الآتية صحيح للمقاومتين في الشكل المقابل :

a- $R_1 < R_2$

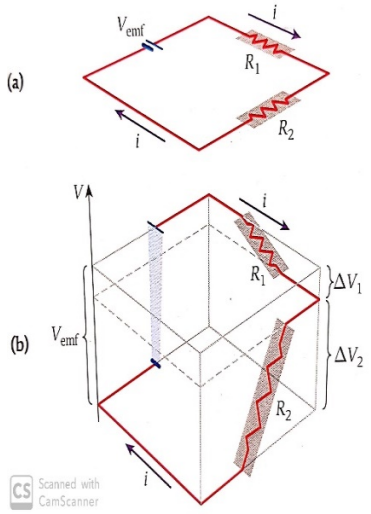
b- $R_1 = R_2$

c- $R_1 > R_2$

d- المعلومات المعطاة في الشكل غير كافية لمقارنة المقاومتين

الحل : $\Delta V = R\,.\,i$

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



مراجعة المفاهيم 5.4

تم توصيل ثلاث مقاومات متماثلة 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 $V_1 = 12\ V$ عند عدم اتصالها بالدائرة عند اتصال مقاوم $10\ \Omega$ بالبطارية تنخفض قيمة فرق الجهد عبر طرفي البطارية إلى $10.9V$ ما قيمة المقاومة الداخلية للبطارية؟

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

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

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

$$12 = 10.9 + 1.09\,R$$

$$R = 1\ \Omega$$

مقاوم ذو مقطع عرضي غير ثابت

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

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

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

مسألة محلولة 5.2 مجس كهربائية الدماغ

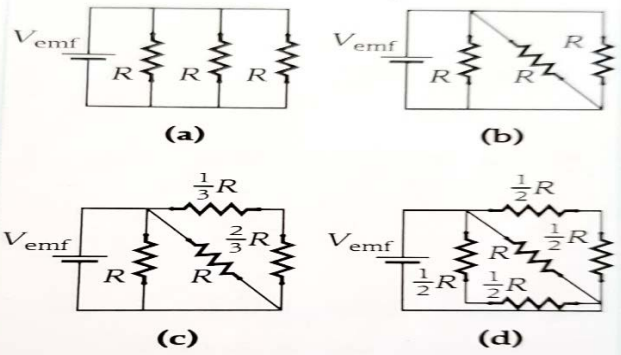
إذا كان السلك المستخدم لإجراء تخطيط كهربائية قشرة الدماغ مصنوعاً من التنجستين بقطر 0.74 mm ويبلغ طول الطرف 2 mm وتم سحب الطرف ليبلغ قطره $2.4\mu m$ فما مقاومة الطرف (قيمة مقاومة التنجستين تبلغ $5.51 \times 10^{-8}\ \Omega m$.

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 5.6

أي مجموعة من المقاومات لها المقاومة المكافئة الأعلى؟

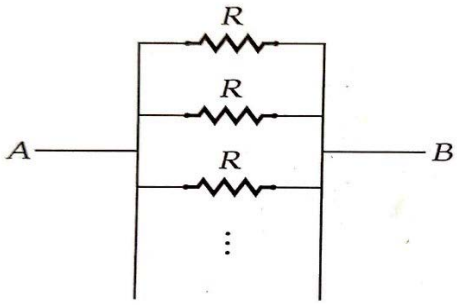


(a) المجموعة (a)
(b) المجموعة (b)
(c) المجموعة (c)
(d) المجموعة (d)
(e) المجموعات الأربع لها المقاومة المكافئة نفسها.

Scanned with CamScanner

مراجعة المفاهيم 5.7

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



a) تزيد.
b) تظل كما هي.
c) تقل.
d) تتغير بشكل لا يمكن التنبؤ به

Scanned with CamScanner

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

a- المفتاح مفتوحاً

b- المفتاح مغلقاً

الحل :

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

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

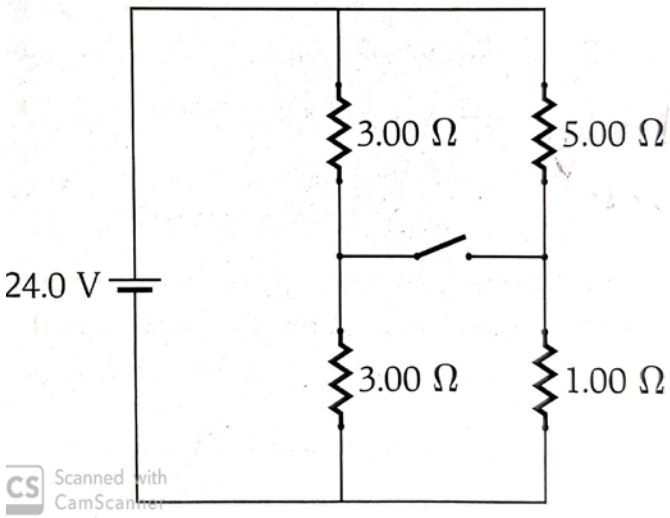
$R_{3,3}$ توازي مع $R_{5,1}$

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

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

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

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



Scanned with CamScanner

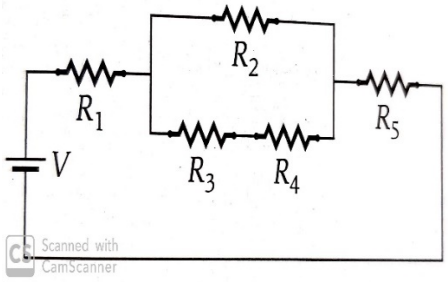
$$R_{eq} = R_{3,5} + R_{1,3} = 1.875 + 0.75 = 2.6\Omega$$

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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

5.51 بالنسبة إلى الدائرة الموضحة بالشكل المقابل:



$\mathbf{R_1 = 6\Omega}$ ، $\mathbf{R_3 = 2\Omega}$ ، $\mathbf{R_2 = 6\Omega}$ ، $\mathbf{R_1 = 6\Omega}$
، $\mathbf{R_5 = 3\Omega}$ ، $\mathbf{R_4 = 4\Omega}$ وفرق الجهد يبلغ 12V .

-a ما المقاومة المكافئة للدائرة

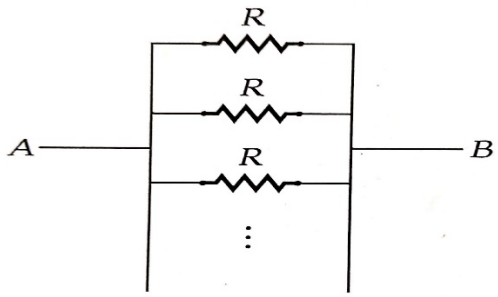
-b ما التيار المتدفق خلال $\mathbf{R_5}$

-c ما انخفاض الجهد عبر $\mathbf{R_3}$

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

مراجعة المفاهيم 5.7

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



a) تزيد.

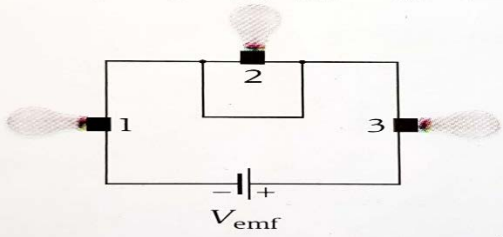
b) تظل كما هي.

c) تقل.

d) تتغير بشكل لا يمكن التنبؤ به.

مراجعة المفاهيم 5.8

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



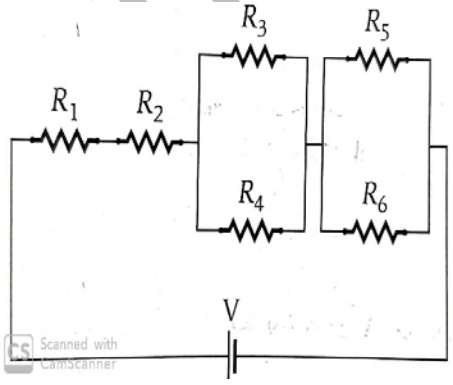
a) يضيئان بالسطوع نفسه كما كانا قبل توصيل السلك.

b) يضيئان بسطوع أكبر من سطوعهما قبل توصيل السلك.

c) يضيئان بسطوع أقل من سطوعهما قبل توصيل السلك.

d) ينطفئان.

5.53 تتكون دائرة كهربائية من مصدر قوة دافعة كهربائية يبلغ جهده 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_1, 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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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 $(20^{\circ}C)$

الحل :

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

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

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

$$100 = R_0 (1 + 4.5 \times 10^{-3} (2520 - 20))$$

$$100 = R_0 \times 12.25$$

$$R_0 = \frac{100}{12.25} = 8.2\Omega$$

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

يمكن حساب القدرة المفقودة في خط نقل الطاقة الكهربائية من خلال العلاقة $P_{loss} = i^2 . R$ وحيث أن مقاومة أسلاك النقل مصنوعة من النحاس تكون مقاومتها R ثابتة وبالتالي فإن **خفض القدرة المفقودة أثناء النقل تعتمد على خفض التيار المنقول** عن طريق نقل القدرة بفرق جهد عال للغاية $i = \frac{P}{\Delta V}$

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

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

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 الفقدان الكبير للطاقة.

FIKRI MAHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

5.8 الثنائي أحادي الاتجاه في الدوائر الكهربائية

هو .. جهاز الكتروني مصمم لتوصيل التيار في اتجاه واحد دون الاتجاه الآخر ويرمز بالرمز

- **الثنائي أحادي الاتجاه (الدايود)** .. يسمح بمرور التيار الكهربائي عندما يكون جهد الموجب موجبا وجهد السالب سالبا أن عندما يكون التوصيل أمامياً بينما لا يسمح بالعكس أى التوصيل عكسياً.

سؤال الاختبار الذاتي 5.4

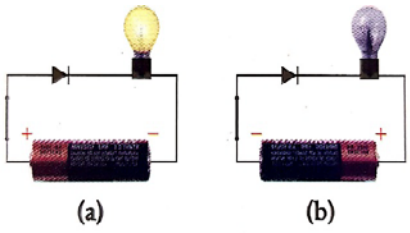
افترض أن البطارية في الشكل المجاور لها فرق جهد 1.5V بين طرفيها وأن الثنائي مصنوع من السيليكون (0.7V) ما قيم انخفاض الجهد عبر الثنائي ومصباح الاضاءة في الجزأين (a) ، (b) .

الحل:

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

منطفئ

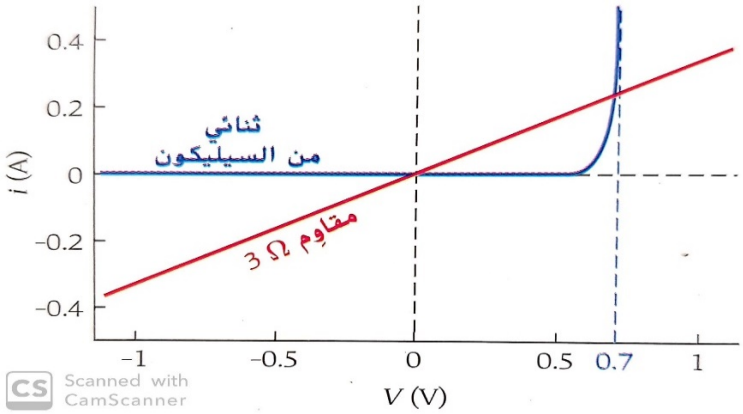
b- انخفاض فرق الجهد للمصباح = 0V
انخفاض فرق الجهد للثنائي = 1.5V



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.

Scanned with CamScanner

- **العلاقة البيانية بين فرق الجهد والتيار**



Scanned with CamScanner

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

2-ثنائي سيلكون أحادي الاتجاه لا يوصل أى 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 **(170 lm/W و 130 lm/W)** ولكن لا تزال أسعار هذه المصابيح عالية نسبياً.

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

FIKRI AHMOUD

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

شدة سطوع المصابيح تزداد شدة سطوع المصباح بزيادة القدرة التي يبددها	
التوصيل على التوالي	**التوصيل على التوازي**
يفضل استخدام العلاقة $P = i^2 . R$ 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).

الحل :

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

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

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.**

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

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؟

الحل

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

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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

FIKRI MAHMOUD

0502171456

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

الحل :

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

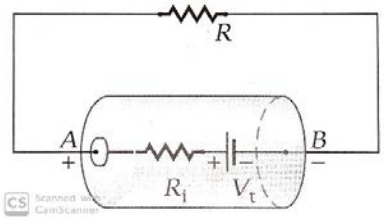
$$i = \frac{V_T}{(R_{out}+R_{in})}$$

$$P = i^2 . R$$

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

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

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



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

بالقسمة على 10

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

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

$$R = 12.3\ \Omega$$

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؟

الحل

$$P_{cu} = P_{Al}$$

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

$$R_{cu} = R_{Al}$$ ΔV ثابتة

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

$$\frac{1.72\times10^{-8}\times10}{\pi\,(1\times10^{-3})^2} = \frac{2.82\times10^{-8}\times5}{\pi\times r_{Al}^2}$$

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

5.67 تبلغ مقاومية موصل ما $\rho = 1\times10^{-5}\Omega m$ إذا تم صنع سلك أسطواني من هذا الموصل وكانت مساحة مقطعه $1\times10^{-6}\ m^2$ فما طول السلك الذي يحقق مقاومة قدرها 10Ω ؟

الحل

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

$$L = \frac{R . A}{\rho} = \frac{10\times1\times10^{-6}}{1\times10^{-5}} = 1m$$

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

الحل

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

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

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

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

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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed

0502171456

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

الحل

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

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

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

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

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

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

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

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

الحل

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

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

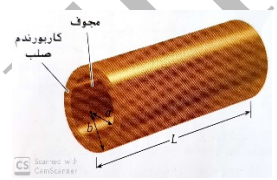
$$P_2 = \frac{\Delta V_2^2}{R} = \frac{(120)^2}{576} = 25\text{W}$$

5.38 مقاوم من الكاربورندم مكون من هيكل أسطواني سميك الجدار (أنبوب) نصف قطره الداخلي **a**=1.5cm ، ونصف قطره الخارجي **b**=2.5Cm ، وطوله **L**=60Cm 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:



$$\rho = \frac{R \times \pi (r_2^2 - r_1^2)}{L} = \frac{1 \times \pi[(2.5\times10^{-2})^2 - (1.5\times10^{-2})^2]}{60\times10^{-2}} = 2.09 \times 10^{-3}\Omega\text{m}$$

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

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

$$R = 1.599\Omega$$

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

prepared by : Fikri Mahmoud Mohamed