المقاومة الكهربائية وقانون أوم

Electric Resistance and Ohm,s Law

تختلف المواد في قابليتها لمرور التيار الكهربائي، فأثناء حركة الالكترونات تتصادم مع بعضها البعض ومع ذرات الموصل وهذا يعيق حركتها وهذا يعود الى اختلاف مقاومة المواد.

وتعرف المقاومة بأنها **اعاقة حركة الإلكترونات الحرة في الموصل عند مرور تيار كهربائي فيه .**

ويمكن حساب المقاومة الكهربائية لموصل (م) بإيجاد نسبة فرق الجهد بين طرفيه(∆جـ) إلى التيار الكهربائي (∆ت) الذي يمر فيه وفق العلاقة الآتية:

$$م = \frac{\Delta جـ}{\Delta ت}$$

تقاس المقاومة الكهربائية بوحدة فولت / أمبير ؛ وتسمى أوم ، ويرمز لها بالرمز(Ω) .

ما المقصود بالأوم ؟

الأوم : مقاومة موصل فرق الجهد بين طرفيه (ا) فولت عند مرور تيار شدته (ا) أمبير.

اذكرنص قانون اوم بالكلمات؟

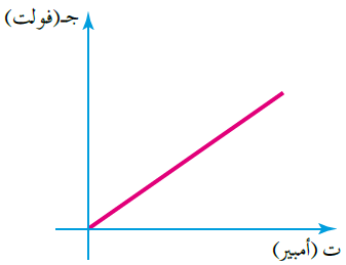
ينص على أن "**التيار الكهربائي المار في موصل فلزي يتناسب طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه عند ثبات درجة حرارته**" .

انواع المقاومات (الموصلات) حسب قانون أوم ؟

تقسم إلى نوعين :

أ. **المقاومات الأومية(الخطية)**: وهي مقاومة الموصلات الفلزية التي ينطبق عليها قانون أوم (تكون المقاومة ثابتة).

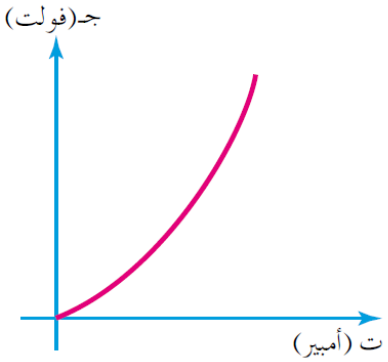
ويمكننا رسم العلاقة بين فرق الجهد والتيارالكهربائي في المقاومات الأومية



إن ميل المنحنى في الشكل ثابت، حيث: الميل = $\frac{\Delta جـ}{\Delta ت}$ = م، وعليه تكون المقاومة ثابتة.

ب) المقاومات اللاأومية (اللاخطية): وهي المقاومات التي تكون نسبة فرق الجهد بين طرفيها الى التيار الكهربائي المار فيها غير ثابتة. اذ يتغير التيار الكهربائي على نحو غير خطي بتغير فرق الجهد .

- العلاقة بين فرق الجهد والتيار الكهربائي في المقاومة اللاأومية :



سؤال : أرسم العلاقة بين (جـ ، ت) لمقاومة خطية وأخرى لا خطية ؟

استخدام المقاومات:

تستخدم المقاومات للتحكم في قيمة التيار الكهربائي المار في الأجهزة الكهربائية والدارت الكهربائية، ولحماية بعض الأجهزة من التلف .

ما نوعا المقاومات الكهربائية من حيث المقدار ؟

١- ثابت في المقدار: ويرمز له في الدارة الكهربائية بالرمز(⊣/\/\/\⊢).

٢- متغير المقدار : ويُرمز له في الدارة الكهربائية (ريوستات) بالرمز(⊣/\/\/\⊢)

ما نوعا المقاومات الكهربائية حسب مادة صنعها :

١- **المقاومات الكربونية** : هي أكثر أنواع المقاومات استخداماً، وتتميز هذه المقاومات بألوان معينة وترتيب معين.

٢- **المقاومات السلكية (الفلزية):** من المقاومات المستخدمة في الدارات الكهربائية، وتصنع من أسلاك تختلف في الطول (ل) ومساحة المقطع(م)، ونوع المادة.

ما دلالات الألوان في المقاومات الكربونية ؟

تتميز المقاومات الكربونية بألوان معينة وترتيب معين يمكن من خلالها **مَعرفة مقدار كل مقاومة**؛ ليتم اختيار المناسب منها عند الاستخدام.

بناء على ما سبق كيف يمكن حساب المقاومة الكهربائية؟

تختلف المقاومة الكهربائية باختلاف نوع المادة التي يصنع منها الموصل،وكيف يمكن حساب المقاومة الكهربائية،وفق العلاقة الرياضية الآتية:

$$م = \frac{ρ\ ل}{م}$$

ما العوامل التي تعتمد عليها مقاومة الموصل

١ طول الموصل (ل) ..... تناسب طردي .

٢ مساحة المقطع العرضي (م).....تناسب عكسي .

٣ نوع المادة : تختلف المقاومة الكهربائية من مادة الى اخرى حسب عدد الإلكترونات الحرة فيها.

حيث (م): **المقاومية الكهربائية** للمادة وتعطى عادة عند درجة حرارة معينة للمادة؛ لأنها تتغير بتغير درجة الحرارة.

وإنه كلما زاد طول طول الموصل (ل) زادت فرصة حدوث تصادمات الإلكترونات الحرة فيه مع بعضها بعضا ومع ذرات الموصل، وعليه تزداد المقاومة الكهربائية ؛أي أن (ل α م).

بينما تقل مقاومة الموصل عند زيادة مساحة مقطعه (م) ؛ إذ يقل معدل حدوث التصادمات ؛أي أن (م α $\frac{١}{م}$).

عرف المقاومية لمادة ؟وما وحدة قياسها؟

هي مقاومة موصل فلزي طوله (١)م ،ومساحة مقطعه (١) م^{٢} ، عند درجة حرارة محددة.

وتقاس المقاومية بوحده م .Ω

- تصنف المواد وفق قيم المقاومية الكهربائية لكل منها إلى ثلاثة أنواع:

١- مواد موصلة: ذات مقاومية كهربائية **صغيرة** جداً مثل: (الفضة والنحاس والحديد).

٢- مواد شبه موصلة: ذات مقاومية **متوسطة** مثل: (الكربون والجرمانيوم و السيليكون).

٣- مواد عازلة: ذات مقاومية **عالية** مثل: (الزجاج والمطاط والكوارتز).

- أن الموصلات الفلزية لها قيم مقاومية كهربائية أقل بكثير من مقاومية أشباه الموصلات والمواد العازلة أي أنها موصلة جيدة للكهرباء.

- استخدام بعض المواد العازلة كالمطاط مثلاً في صناعة مقابض أدوات صيانة الأجهزة الكهربائية.

بسبب ارتفاع مقاومية المواد العازلة.

- وُجد عملياً أن قيم المقاومية للموصلات الفلزية تزداد بزيادة درجة حرارتها.

بسبب زيادة الطاقة الحركية للإلكترونات الحرة فيها؛ما يؤدي إلى المزيد من التصادمات.

وتقل المقاومية للموصلات بنقصان درجة حرارتها.

- وجد تجريبياً أن المقاومية والمقاومة الكهربائية لبعض المواد تهبط بشكلٍ مفاجئ إلى الصفر عند درجة حرارة منخفضة جداً، عندها تُصبح تلك المواد فائقة الموصلية (Super Conductors).

- مجالات استخدام المواد فائقة الموصلية

مع تقدم علم المواد فائقة الموصلية، استخدمت هذه المواد في:

١- نقل الطاقة وتخزينها من غير ضياع يذكر.

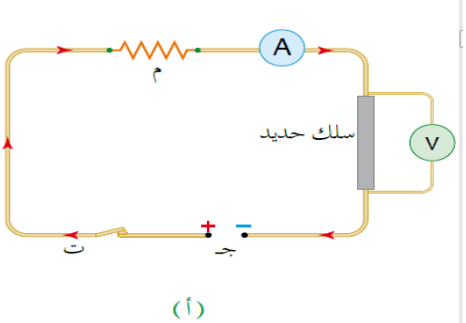
٢- إنتاج مجالات مغناطيسية قوية تُستخدم في :

أ) أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي ب) القطارات السريعة جداً .

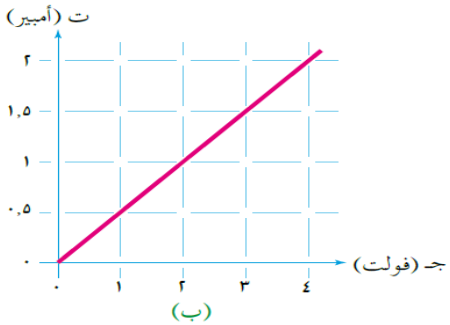
- تنصب بحوث العلماء على إنتاج مواد فائقة الموصلية في درجات الحرارة العادية.

١- صعوبة تبريد الموصلات ٢ ارتفاع التكلفة المادية.

مثال :في تجربة لقياس مقاومة سلك طويل من الحديد ملفوف على بكرة، مساحة مقطعه (ا) مم وصل طالب طرفي السلك في دارة كهربائية كما في الشكل (أ)، ثم أخذ قراءات مختلفة لتيار الدارة وفرق الجهد بين طرفي السلك، ومثّل العلاقة بينهما بيانياً كما في الشكل (ب)، إذا علمت أن درجة حرارته بقيت ثابتة.ومعتمداً على الشكل:



(أ)



(ب)

١- جد مقاومة السلك (م).

٢- إذا علمت أن(ρ الحديد = ١٠ × ١٠ $^{-٨}$) Ω.م ،جد الطول الكلي للسلك الذي أستخدمه الطالب.

٣- إذا استخدم الطالب جزءاً من اللفة طوله (لَ = ٢) م، فجد مقاومة هذا الجزء (مَ) ومقاوميته.

الحل:

١- من الشكل (ب)، الميل = $\frac{\Delta ت}{\Delta جـ} = \frac{١}{م} \Longleftarrow \frac{١}{م} = \frac{١-٢}{٢-٤} = \frac{١}{٢} \Longleftarrow$ م= ٢Ω

٢- م = $\frac{ل\ \rho}{أ} \Longleftarrow$ ل= $\frac{أ \times م}{\rho} = \frac{٢ \times ١٠ \times ١ \times ٢^{-٨}}{١٠ \times ١٠^{-٨}}$ = ٢٠م

٣- بما أن المقاومية تعتمد فقط على درجة الحرارة ونوع مادة المو صل؛ فإنها تبقى ثابتة عند تغيير طول الموصل، وبما أن المقاومة تتناسب طرديًا مع طول المو صل عند ثبات كل من(أ ، ρ) ،فإن: $\frac{م}{مَ} = \frac{ل}{لَ}$

م لَ = مَ ل $\Longleftarrow$ ٢ × ٢ = ٢٠ مَ $\Longleftarrow$ مَ = ٠،٢Ω

مراجعة (٤-٢)

١- ما المقصود بكل من : المقاومة الكهربائية , الأوم , و المقاومية الكهربائية ؟

٢- ماذا نعني بقولنا أن :

أ) مقاومة موصل تساوي (٣) أوم ؟

ب) ان مقاومية النحاس ١.٦ × ١٠^-٨ م .Ω

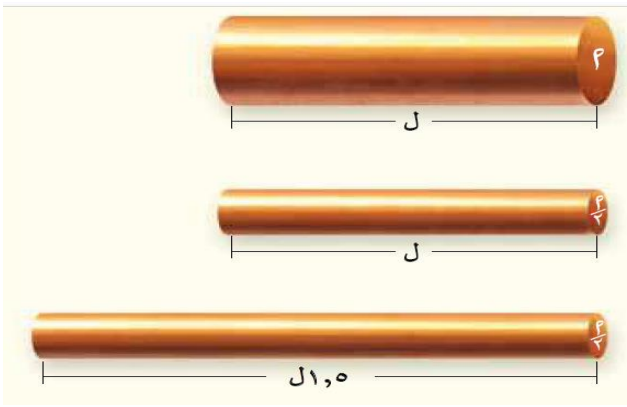
٣- ما أثر زيادة كل من طول الموصل ومساحة مقطعه ودرجة حرارته في كل من :

أ) مقاومة الموصل ؟

ب) مقاومية الموصل ؟

	مقاومة الموصل	مقاومية الموصل
زيادة طول الموصل	تزداد	تبقى ثابته
زيادة مساحة مقطع الموصل	تقل	تبقى ثابته
زيادة درجة حرارة الموصل	تزداد	تزداد

٤- ثلاثة موصلات نحاسية تختلف عن بعضها بمساحة المقطع (أ) والطول (ل) كما يوضح الشكل ، رتب الموصلات تنازلياً وفق التيار المار في كل منها ، عند وصل طرف كل منها بمصدر فرق جهد (جـ).



الحل: من العلاقة م = $\frac{ل\ \rho}{أ}$

مقاومة الموصل ($م_٣$) = $\frac{١,٥\ ل\ \rho}{٠,٥\ أ} = ٣\frac{ل\ \rho}{أ}$

مقاومة الموصل ($م_٢$) = $\frac{ل\ \rho}{٠,٥\ أ} = ٢\frac{ل\ \rho}{أ}$

مقاومة الموصل ($م_١$) = $\frac{ل\ \rho}{أ} = \frac{ل\ \rho}{أ}$

ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

١- تحتوي الموصلات على إلكترونات حرة تتحرك عشوائياً مما يجعل التيار الكلي :
أ- مساوياً للصفر ب- يزداد ج- يقل د- يبقى ثابتاً

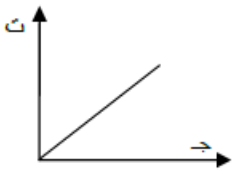
٢- إعاقة الموصل لحركة الإلكترونات الحرة عند مرور التيار الكهربائي تسمى
أ) فرق الجهد ب) المقاومة ج) المقاومية الكهربائية د) فائقة الموصلية

٣- إذا زدنا مساحة مقطع موصل فلزي الى الضعف , فإن مقاوميته :
أ) تزداد الى الضعف ب) تقل الى النصف ج) تقل الى الربع د) لا تتغير

٤- إذا زدنا شدة التيار المار في مقاومة سلكية الى الضعف فإن قيمة المقاومة :
أ) تزداد الى الضعف ب) تقل الى النصف ج) تقل الى الربع د) لا تتغير

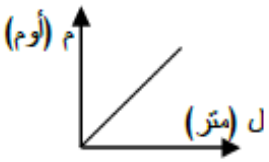
٥- سلك مستقيم يمر فيه تيار كهربائي شدته (٤)أمبير خلال (٢) ث ،فإن كمية الشحنة التي تمر خلال مقطع السلك بوحدة الكولوم تساوي :
أ) ٠,٥ ب) ٢ ج) ٦ د) ٨

٦- يبين الشكل المجاور العلاقة بين فرق الجهد (جـ) والتيار (ت) لمقاومة أوميّة (خطية) ،ميل المنحنى يساوي:



أ) المقاومة ب) مقلوب المقاومة
ج) المقاومية د) مقلوب المقاومية

٧- الشكل المرسوم يُمثل العلاقة البيانية بين مقاومة موصل (م) وطوله (ل)،فإذا كانت مساحة مقطع الموصل (أ) والمقاومية له (ρ)،فإن ميل الخط البياني يُمثل:



أ) م ب) $\frac{\rho}{أ}$ ج) ρ د) أ x ρ

٨- الكمية التي تقاس بوحدة (أوم.متر) هي:
أ) المقاومية ب) الجهد الكهربائي ج) الموصلية د) المقاومة الكهربائية

٩- عندما تؤول المقاومة الكهربائية لبعض الفلزات إلى الصفر عند درجات الحرارة المنخفضة،فإن هذه الفلزات تصبح:
أ) أشباه موصلات ب) فائقة العازلية ج) فائقة الموصلية د) فائقة المقاومية

١٠- إن مقاومية موصل فلزي عند درجة حرارة ٢٠ °س :
أ) لا تتأثر بازدياد طول الموصل ب) أحياناً تزداد وأحياناً تقل بتغيرطول الموصل
ج) تزداد بازدياد طول الموصل د) تقل بازدياد طول الموصل ,

نشاط(٤-١) المقاومية الكهربائية

يبين الجدول قيم مقاومية بعض المواد عند درجة حرارة الغرفة (٢٠ س°) أدرس الجدول ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

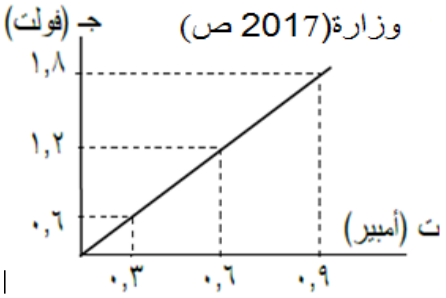
١- أي المواد الواردة في الجدول لها أكبر مقاومية كهربائية عند درجة حرارة (٢٠ س°) ؟

٢- صنف المواد الواردة في الجدول إلى ثلاثة أنواع وفق قيم المقاومية، وأعط اسماً لكل نوع.

٣- فسّر أستخدام المطاط في صناعة مقابض أدوات الأجهزة الكهربائية.

المادة	المقاومية (Ω.م)
الفضة	$١,٥٩ \times ١٠^{-٨}$
النحاس	$١,٧ \times ١٠^{-٨}$
الذهب	$٢,٤٤ \times ١٠^{-٨}$
الألمنيوم	$٢,٨٢ \times ١٠^{-٨}$
التنغستن	$٥,٦ \times ١٠^{-٨}$
الحديد	١٠×١٠^{-٨}
البلاتين	١١×١٠^{-٨}
الزئبق	٩٨×١٠^{-٨}
النيكروم	١٠٠×١٠^{-٨}
الكربون	$٣,٥ \times ١٠^{-٥}$
السيليكون	٠,١ — ٦٠
الجرمانيوم	٠,٤٦
الزجاج	$١٠^{١٠}$ — $١٠^{١٤}$
المطاط القاسي	$١٠^{١٣}$
الكوارتز	٧٥×١٠^{١٦}

سلك فلزي طوله (١,٠)م ومساحة مقطعه العرضي (٣×١٠^{-٦}) م^{٢}، مثلت العلاقة بيانياً بين مقدار التيار المار فيه وفرق الجهد بين طرفيه كما في الشكل. اعتماداً على القيم المثبتة احسب كلاً مما يأتي:



١- المقاوميّة لمادة الفلز.

٢- كمية الشحنة الكهربائية التي تعبر مقطع السلك عندما يكون فرق الجهد (١,٢) فولت،وذلك خلال (٠,٢)ثانية.

وزارة(٢٠١٩): موصل فلزي طوله (٥)م ومساحة مقطعه ١ مم^{٢} ،وُصل بمصدر جهد (٢٥) فولت،فمر فيه تيار كهربائي (٥٠٠) ملي امبير، وكانت السرعة الانسياقية للإلكترونات الحرة فيه (٥×١٠^{-٤}) م/ث،احسب:

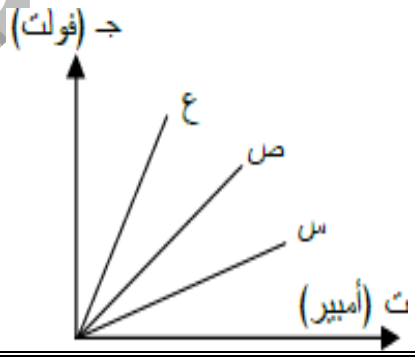
١) مقاومية الموصل

٢) عدد الإلكترونات الحرة في وحدة الحجوم من هذا الموصل

رسمت العلاقة البيانية لثلاثة موصلات مختلفة (س،ص،ع) بين التيار المار فيها وفرق الجهد بين طرفيها كمت في الشكل المجاور،أجب عما يأتي:

١) أي الموصلين مقاومتها أكبر؟ولماذا؟

٢) إذا كان للموصلات نفس الطول ومساحة المقطع،فإي الموصلات يُفضل استخدامها في التوصيلات الكهربائية ؟ولماذا؟



مفتاح الابداع في الفيزياء
إعداد الأستاذ مصطفى دعمس
ت ٠٧٩٧٠١٨٩٤٣