كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثانية**

المادة : كهرباء ومغناطيسية ١

المحاضرة : الثانية/عملي/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

2026

3

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

قوانين أوم
Ohm's Law

أهداف التجربة:

1. التحقق من قانون أوم وذلك بدراسة تغيرات فرق الكمون بين طرفي ناقل معدني بتابعية شدة التيار المار به.
2. التعرف على المقاومة النوعية لمادة والعوامل التي تؤثر عليها.
3. معرفة طريقة حساب الطاقة الكهربائية المصروفة على شكل حرارة.

قانون أوم Ohm's Law:

إن مرور تيار كهربائي في دارة كهربائية يستوجب وجود فرق في الكمون (الجهد)، حيث أن Georg Simon Ohm هو الذي أثبت تجريبياً أن التيار في سلك معدني يتناسب مع فرق الكمون المطبق على طرفيه $I \propto V$، فإذا قمنا بتوصيل سلك بطرفي بطارية $6\ V$ سيكون تدفق التيار فيه يساوي إلى ضعف التيار الناتج فيما لو كان السلك موصول ببطارية $3\ V$. كما وجدَ أن عكس إشارة الجهد لا تؤثر على شدة التيار.

يمكننا تشبيه تدفق الشحنة الكهربائية في سلك بتدفق الماء في أنبوب، فإذا كان الأنبوب مستوياً تقريباً، يكون معدل التدفق صغير. بينما إذا كان أحد الطرفين أعلى من الآخر فإن معدل التدفق سيكون أكبر، كذلك هو الحال بالنسبة للتيار. إذ أنه كلما كان الفرق في الكمون أكبر، كلما كانت شدة التيار الكهربائي أكبر.

وبالمثل فإن التيار الكهربائي في السلك لا يعتمد فقط على الجهد المطبق، ولكن يعتمد أيضاً على المقامة التي يبديها السلك لتدفق الشحنات. كما هو الحال في أنبوب المياه الذي تبدي جدرانه مقاومة احتكاك لتدفق المياه عبره. حيث أنه كلما زادت المقاومة، تقل شدة التيار الناتج عن قيمة جهد محددة.

والقانون التالي يوضح العلاقة بين الجهد والتيار والمقاومة:

$$\mathbf{V = IR}$$

حيث أن:

$\boldsymbol{R}$: مقاومة السلك $(\boldsymbol{\Omega})$.

$\boldsymbol{V}$: فرق الكمون المطبق بين طرفي السلك $(\mathbf{V})$.

$\boldsymbol{I}$: شدة التيار المار عبر السلك $(\mathbf{A})$.

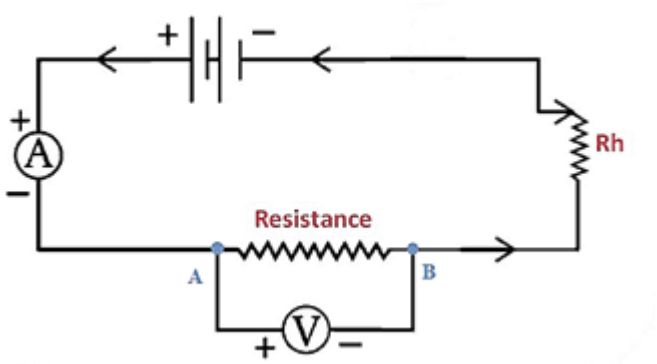
لاحظ أوم تجريبياً أن $\boldsymbol{R}$ في النواقل المعدنية يكون ثابت ومستقل عن $\boldsymbol{V}$، وهذه النتيجة تعرف **بقانون أوم Ohm's Law**. ولكن يجب الانتباه إلى أن $\boldsymbol{R}$ ليس ثابتاً للمواد الأخرى غير المعدنية، حتى أنه ليس ثابتاً بالنسبة للمعادن في حال تغيرت درجة الحرارة تغيراً ملحوظاً.

- تزداد المقاومة الكهربائية في النواقل عند ارتفاع درجة الحرارة (فسر!)
- تنخفض المقاومة الكهربائية في أنصاف النواقل عند ارتفاع درجة الحرارة (فسر!)

بفرض أنه لدينا الدارة الكهربائية التالية، حيث نطبق فرق كمون على طرفي الوصلة AB، ونوصل Voltmeter على التفرع مع AB، وAmmeter على التسلسل معه، ونقرأ شدة التيار التي تظهر على مقياس الـAmmeter ونأخذ النسبة $\mathbf{V/I}$ فتكون هذه النسبة ثابتة وفقاً لقانون أوم. وللتحقق من ذلك

نغير فرق الجهد المطبق على طرفي الوصلة AB، ونلاحظ تغير شدة التيار على مقياس الـAmmeter ، فإذا كانت النسبة بين V وI ثابتة في كل مرة فهذا يعني أن قانون أوم الأول صحيح.

- نوصل Voltmeter على التفرع مع AB، وAmmeter على التسلسل معه (فسر!)



من أجل إثبات ذلك عملياً نغير قيمة الجهد المطبق على طرفي الوصلة AB، ونسجل عند كل قيمة للجهد قيمة التيار الناتج وبالتالي النسبة بينهماV/I، ونسجل القيم الناتجة بالجدول التالي، ثم نمثل ذلك بيانياً ونرسم العلاقة $V = f(I)$، ونحسب ميله، ونقارن النتيجة التي حصلنا عليها من خلال الرسم مع قيم $\bar{R}$ التي حصلنا عليها من خلال الحسابات النظرية في الجدول، ثم نحسب بإحدى طرق حساب الأخطاء الخطأ النسبي والمطلق من أجل قيمة معينة لـ R علماً أن $\Delta V = \Delta I = 0.001$.

عملية القياس	V_{mv}	V_v	I_{mA}	I_A	R_Ω	$\bar{R}$	ΔR	$\overline{\Delta R}$	$R = \bar{R} \pm \overline{\Delta R}$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									

المقاومة النوعية Resistivity:

من خلال التجارب المتتالية وُجد تجريبياً أن المقاومة R لأي سلك تتناسب طردياً مع طول هذا السلك l وعكسياً مع مساحة مقطعه S. والعلاقة التالية توضح التناسب بينهم:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

حيث يسمى ثابت التناسب ρ **بالمقاومة النوعية**، وتعتمد المقاومة النوعية لمادة ما على نوع هذه المادة. فمثلاً المقاومة النوعية للفضة منخفضة جداً بالنسبة للمواد الأخرى، لذلك فهي تعتبر من أفضل النواقل. والمقاومة النوعية للنحاس قريبة من المقاومة النوعية للفضة، إذ يستخدم النحاس في صناعة الأسلاك.

وبالمقابل نسمي البارامتر المعاكس للمقاومة النوعية ρ بمصطلح **الناقلية Conductivity** ويرمز له بالرمز σ حيث:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

- يُستخدم النحاس في صناعة الأسلاك بدلاً من الفضة (فسر!)
- ماهي واحدة المقاومة النوعية ρ؟
- ماهي واحدة الناقلية σ؟
- إذا كان لدى سلك نحاسي طوله l مقاومة تساوي إلى 10Ω، كم ستصبح مقاومته إذا قُطع السلك وأصبح طوله نصف طوله السابق.
- بفرض أن سلكاً مقاومته R، يمكن تمديده بشكل منتظم (أي يحافظ على حجمه الأساسي) حتى يصبح طوله ضعف طوله الأصلي، ماذا سيحدث لمقاومته؟

تعتمد مقاومة المادة إلى حد ما على درجة الحرارة. إذ تزداد مقاومة المعادن بشكل عام مع ارتفاع درجة الحرارة، لأنه عند درجات الحرارة المرتفعة يزداد اهتزاز الذرات وبالتالي يمكن أن تتصادم بشكل أكبر مع تدفق الإلكترونات فتسبب إعاقة لحركة الإلكترونات. وفي حال لم يكن التغير في درجة الحرارة كبير جداً، فإن مقاومة المعادن تزداد بشكل خطي تقريباً مع ارتفاع درجة الحرارة وفق القانون:

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

حيث:

ρ_0 **:** المقاومة النوعية عند درجة حرارة مرجعية محددة مثل $0°C$أو $20°C$.

ρ_T**:** المقاومة النوعية عند درجة حرارة T .

α**:** معامل درجة الحرارة للمقاومة.

- بفرض أنك تريد توصيل لابتوب بمكبرات الصوت كما بالشكل المجاور.

a) إذا كان طول كل سلك $l = 20\ m$، فما هو قطر السلك النحاسي الذي يجب استخدامه للحفاظ على المقاومة $0.10\ \Omega$ لكل سلك؟

b) إذا كان التيار الواصل إلى كل مكبر صوت $4\ A$، فما هو فرق الكمون المطبق على السلك؟

الاستطاعة Electric Power:

تكمن أهمية الطاقة الكهربائية في إمكانية تحويلها إلى أشكال أخرى من الطاقة، إذ تعمل المحركات على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية، وتعمل بعض الأجهزة الأخرى (كالسخانات، والأفران الكهربائية، ومجففات الشعر، و...) على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية. ففي المصباح الكهربائي العادي نلاحظ أن فتيل السلك الصغير يصبح ساخناً جداً لدرجة التوهج، إذ يتم تحويل نسبة قليلة فقط من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية، والباقي بنسبة أكثر من 90% تتحول إلى طاقة حرارية. وذلك بسبب التصادمات التي تحدث بين الإلكترونات المتحركة وذرات السلك. وفي كل تصادم ينتقل جزء من الطاقة الحركية للإلكترون إلى الذرة التي يصطدم بها. فتزداد الطاقة الحركية لذرات السلك، وبالتالي ترتفع درجة حرارة السلك.

ولمعرفة الطاقة المحولة بوساطة جهاز كهربائي، نقول إن الطاقة التي تتحول عندما تتحرك شحنة متناهية الصغر dq خلال فرق الكمون V يعبر عنها بالمعادلة $dU = V\,dq$. وبفرض أن dt هو الزمن

اللازم لكي تبلغ الشحنة dq فرق الكمون V. عندها تكون الاستطاعة P والتي تعبر عن معدل التحول في الطاقة وفق القانون:

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

وبما أن التيار الكهربائي هو $\frac{dq}{dt}$، تصبح الاستطاعة P:

$$\mathbf{P = IV}$$

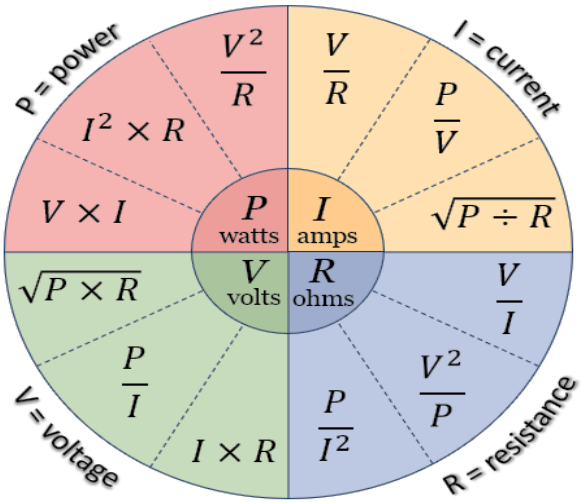
وواحدة الاستطاعة في الجملة الدولية هي الواط $Watt$.

ولمعرفة الطاقة المصروفة في المقاومة R نعوض بقانون أوم في قانون الاستطاعة حيث أن $\mathbf{V = IR}$ فتصبح الاستطاعة بالشكل:

$$\mathbf{P = I^2R}$$

- يحتوي مجفف شعر على خيارين للتشغيل: $850\ W$ و $1250\ W$. برأيك في أي من الخيارين ستكون المقاومة أعلى؟ (فسر!).
- سخان لحوض أسماك جهده $115\ V$، واستطاعته $95\ W$، ما قيمة التيار المار عبر هذا السخان عند تشغيله؟ وكم تبلغ مقاومته؟
- ما عدد المصابيح الكهربائية ذات استطاعة $75\ W$، والموصولة بجهد $120\ V$، التي يمكن استخدامها دون أن يحترق فيوز يعمل حتى قيمة $15\ A$ ؟

- الفيوز Fuse عنصر كهربائي يعمل عمل الصمام، يستخدم في الدارات الكهربائية لحمايتها، إذ أنه عندما يتجاوز التيار قيمة معينة يذوب الفيوز وتفتح الدارة. وعندها يمكن استبدال الفيوز بدلاً من استبدال الدارة بأكملها.



إعداد المدرسين:
أ. أنس مغامس أ. علا فاضل

مكتبة A to Z