University of Anbar

College of Science

Department of Applied Geology

First Year

General Physics

جامعة الانبار

كلية العلوم

قسم علوم الجيولجيا التطبيقية

المرحلة الاولى

الفيزياء العامة

Chapter Ninth

Electrical physics

الفصل التاسع

الفيزياء الكهربائية

(Part 2)

Dr. Israa Kamil Ahmed

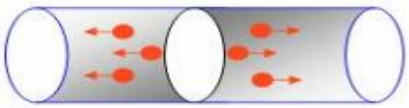
د . اسراء كامل احمد

Part Two in this Chapter

التيار الكهربائي

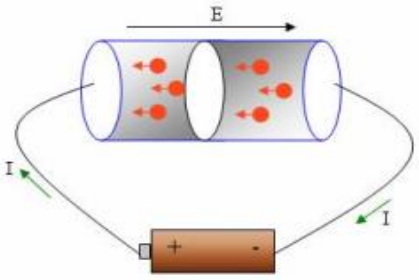
التيار الكهربائي:

تعلمنا سابقا أن المعادن تعد مواد موصلة للكهرباء وذلك بسبب امتلاكها أعداد هائلة من الإلكترونات الحرة القادرة على التحرك من مكان إلى آخر داخل المادة ولكن حركة هذه الإلكترونات حركة عشوائية فلو تصورنا مقطعاً عرضياً في سلك موصل كالنحاس مثلاً كما في الشكل (1) لوجدنا أن عدد الإلكترونات الذي يعبر المقطع من جانب يساوي عدد الإلكترونات الذي يعبر المقطع من الجانب الآخر أي أن محصلة الشحنة الكهربائية التي تعبر المقطع تساوي صفراً.



وإذا وصل طرفا سلك موصل ببطارية (مصدر قدرة كهربائية) فإن مجالاً كهربائياً ينشأ خلال السلك مما يؤدي إلى حركة الإلكترونات الحرة في اتجاه يعاكس اتجاه المجال كما في الشكل (2-).

وإذا وصل طرفا سلك موصل ببطارية (مصدر قدرة كهربائية) فإن مجالاً كهربائياً ينشأ خلال السلك مما يؤدي إلى حركة الإلكترونات الحرة في اتجاه يعاكس اتجاه المجال كما في الشكل (2-



وتسمى حركة الإلكترونات في اتجاه واحد داخل الموصل بالتيار الكهربائي. وتعرف شدة التيار الكهربائي بأنها: كمية الشحنة q التي تعبر مقطع من الموصل في الثانية الواحدة.

وتكتب رياضيا على النحو الآتي:

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{.....}$$

حيث I : شدة التيار الكهربائي وتقاس بوحدة كولوم/ثانية (c / s) وتسمى أمبير (A)

q: مقدار الشحنة (c)

t: الزمن (s)

مثال (1-) :

إذا كان مقدار شدة التيار المار خلال مصباح كهربائي هو 0.5A كم مقدار الشحنة المارة فيه خلال ثانيتين وكم عدد الالكترونات المتدفقة من خلاله؟

الحل:

$$q = It$$
$$q = 0.5 \times 2 = 1c$$

2 - عدد الإلكترونات $n = ?$

من العلاقة: $q = n\,e$

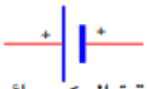
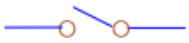
$$\therefore \quad n = \frac{q}{e}$$

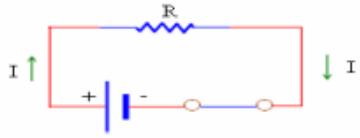
حيث: $e = 1.6 \times 10^{-19} c$

إلكترون $\therefore n = \dfrac{1}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.25 \times 10^{18}$

مكونات الدائرة الكهربائية البسيطة:

تتكون الدائرة الكهربائية في أبسط أشكالها كما في الشكل (3) من:

1. مصدر للطاقة الكهربائية (البطارية) و يرمز له بالرمز : 
2. حمل (مصباح أو تلفاز أو مذياع ..) أو مقاومة تستهلك الطاقة الكهربائية ، و يرمز لها بالرمز :
3. مفتاح يعمل على فتح أو غلق الدائرة الكهربائية ، و يرمز له بالرمز 
4. أسلاك توصيل .



شكل (3-)

اتجاه التيار الكهربائي في الدارات الكهربائية

لقد اصطلح أن يكون اتجاه حركة التيار الكهربائية في الدارات الكهربائي من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج المصدر الكهربائي ويسمى هذا الاتجاه بالاتجاه الاصطلاحي كما في الشكل (3-أ). بينما يكون اتجاه التيار داخل البطارية من القطب السالب إلى القطب الموجب.

المقاومة الكهربائية

إن سرعة الإلكترونات داخل الموصلات تختلف من موصل إلى آخر نتيجة لتصادم الإلكترونات بذرات الموصل فتفقد بعضاً من طاقتها الحركية والتي تتحول إلى طاقة حرارية يمكن ملاحظتها على شكل ارتفاع في درجة حرارة الموصل.

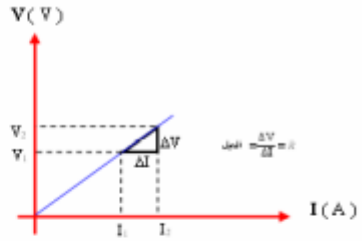
إذاً هناك خاصية للموصل تعتمد عليها كمية الطاقة الحرارية المنطلقة منه وتعرف هذه الخاصية بالمقاومة الكهربائية وتعرف فيزيائياً كما يلي:

المقاومة الكهربائية : هي ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه مما ينتج عنها ارتفاعاً في درجة حرارته.

ووحدة قياس المقاومة في النظام العالمي للوحدات هي الأوم ويرمز لها بالرمز (Ω) وكما أن المقاومة الكهربائية تستهلك جزءاً من الطاقة إلا أنها ضرورية لحماية بعض أجزاء الدوائر الكهربائية، حيث تتحكم في شدة التيار المار فيها.

قانون أوم:

لقد توصل العالم جورج أوم من خلال تجارب عديدة إلى العلاقة التي تربط بين شدة التيار الكهربائي المار في الدائرة (I)، وفرق الجهد بين طرفي الموصل (V) وذلك بإمرار التيار الكهربائي في مقاومة (R) ثابتة وقياس فرق الجهد بين طرفيها، ثم بتكرار العمل بتغيير شدة التيار (I) المار بالمقاومة وتعيين قيمة (V) في كل مرة وبتمثيل هذه العلاقة بيانياً كما هو موضح بالشكل (4-6) وجد أن العلاقة بينهما خط مستقيم يمر بنقطة الأصل .



شكل (4 ،)

من الشكل (4) يتضح أن ميل الخط المستقيم ثابت . أي أن :

$$\text{الميل} = \frac{V}{I} = \text{ثابت}$$

وهذا الثابت هو قيمة المقاومة الثابتة R أي أن :

$$R = \frac{V}{I}$$

أو

$$V = I\,R \qquad \text{.....}$$

وتعرف العلاقة ( ) بقانون أوم والذي نصه كالتالي :

عند ثبوت درجة حرارة موصل فإن فرق الجهد بين طرفيه يتناسب طردياً مع شدة التيار المار فيه .

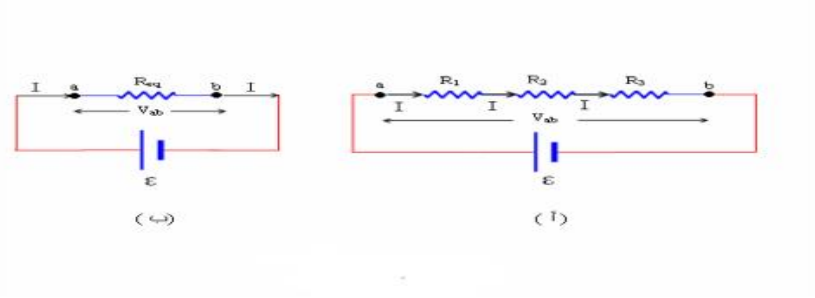
ملحوظة : تعرف المقاومات التي تكون فيها العلاقة بين التيار والجهد علاقة طردية بالمقاومات الخطية أو بالمقاومات الأومية بينما المقاومات التي تتغير بتغير درجة الحرارة فإن الجهد لا يتناسب طردياً مع التيار وبالتالي لا ينطبق عليها قانون أوم وتعرف هذه المقاومات بالمقاومات اللا أومية أو اللا خطية.

ربط المقاومات

تربط المقاومات في الدوائر الكهربائية بطريقتين لكل طريقة مميزات خاصة بها وهاتان الطريقتان هما :

أولا: ربط المقاومات على التوالي :

تربط المقاومات على التوالي بحيث يكون هناك مسار واحد فقط للتيار الكهربائي في هذه المقاومات عند توصيلها بمصدر للقدرة كما في الشكل( )



ومن خصائص هذا الربط ما يلي :

1 - شدة التيار (I) المار في كل مقاومة هي نفسها شدة التيار (I) المار في الدائرة

2 - يتوزع فرق الجهد (V_{ab}) بين طرفي المجموعة (فرق الجهد بين النقطتين a , b) ، ويكون مساوياً لمجموع انخفاضات الجهد عبر المقاومات . أي أن :

$$V_{ab} = V_1 + V_2 + V_3$$

3 - تكون انخفاضات الجهد (فرق الجهد) عبر المقاومات هي:

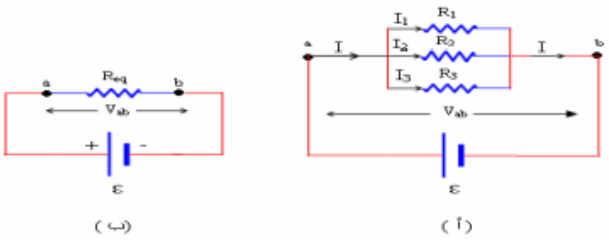
$$V_1 = I R_1 \quad , \quad V_2 = I R_2 \quad , \quad V_3 = I R_3$$

وكذلك

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

ثانيا ربط المقاومات على التوازي :

في حالة الربط على التوازي يكون فرق الجهد هو نفسه عبر جميع المقاومات أما التيار فإنه يتجزأ في مسارات متعددة والشكل (6-) يوضح طريقة هذا الربط.



خصائص هذا الربط :

1. فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة هو نفسه فرف الجهد للمجموعة V_{ab} أي أن :

$$V_{ab} = V_1 = V_2 = V_3$$

2. شدة التيار الكلي المار بالدائرة يساوي مجموع التيارات المارة في كل مقاومة أي أن :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

3. شدة التيار المار في كل مقاومة هو :

$$I_1 = \frac{V_{ab}}{R_1} \quad , \quad I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} \quad , \quad I_3 = \frac{V_{ab}}{R_3}$$

4. في التوصيل على التوازي يكون مقلوب المقاومة المكافئة R_{eq} مساويا لمجموع مقلوب المقاومات، أي أن :

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

ويمكن تعميم العلاقة السابقة لعدد n من المقاومات المتصلة على التوازي كما يلي :

$$\boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\ldots \frac{1}{R_n}}$$

وعليه فإن قيمة المقاومة R_{eq} أقل من أي مقاومة متصلة على التوازي.

مثال:

ثلاث مقاومات $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 5\Omega$ بين كيف تربطها ببعضها لتحصل على :

أ ـ أكبر مقاومة مكافئة

ب ـ أصغر مقاومة مكافئة

الحـل:

أ ـ للحصول على أكبر مقاومة مكافئة نربطها على التوالي

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 2+4+5 = 11\Omega$$

ب ـ للحصول على أصغر مقاومة مكافئة نربطها على التوازي.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

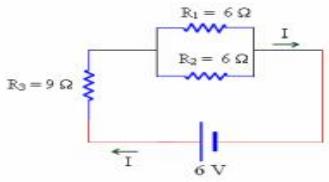
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} = \frac{10+5+4}{20} = \frac{19}{20}$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{20}{19} = 1.05\Omega$$

مثال :

من الشكل (7- احسب ما يلي:

1. المقاومة المكافئة الكلية R_{eq} للدائرة (باعتبار أن المقاومة الداخلية للمصدر مهملة)
2. شدة التيار المار بالدائرة .
3. فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة .



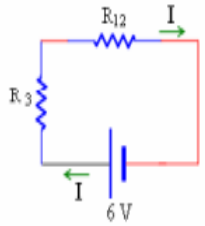
الحـل

١ ـ نحسب أولاً المقاومة المكافئة لـ R_2،R_1 ولتكن R_{12} المقاومتان R_2،R_1 متصلتان على التوازي إذا :

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

$$R_{12} = \frac{6}{2} = 3\Omega$$

وهذه الأخيرة متصلة على التوالي مع R_3 كما في الشكل ".



شكل "

إذاً نحسب R_{eq} على النحو التالي :

$$R_{eq} = R_{12} + R_3 = 3 + 9 = 12\Omega$$

$$R_{eq} = 12\Omega$$

2 – (I) التيار المار بالدائرة :

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{6}{12} = 0.5\ A$$

$$I - 0.5\ A$$

3 - فرق الجهد بين كل مقاومة:

بالنسبة $R_3 = 9\Omega$ فإن:

$$V_3 = IR_3 = 0.5 \times 9 = 4.5V$$

بالنسبة R_1 ، R_2 فإنهما متصلتان على التوازي إذا :

$$V_1 = V_2 = V_{12}$$

ويمكن حساب V_{12} كما يلي:

$$V_{12} = IR_{12} = 0.5 \times 1.5V$$

$$\therefore V_1 = V_2 = 1.5V$$

ex:- If you have Two charge $q_A = 6\mu c$ A, $r = 4cm$, $q_B = -3\mu c$ B

What are the magnitude and direction of the electrostatic force on particle 1 from Particle 2 ?

$q_1 = -6\mu c = -6 \times 10^{-6} C$

$q_2 = -3\mu c = -3 \times 10^{-6} C$

Sol:- $F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$

$= 8.99 \times 10^9 \ N \cdot m^2/C^2 \ \frac{(-6\times10^{-6})(-3\times10^{-6})C}{(4\times10^{-2})^2}$

$= 1 \times 10^2 N = 100 N$ magnitude

B/ B ب A من

REFERENCE

1- Based Physics I by Jeffrey W. Schnick Copyright 2005-2008, Jeffrey W. Schnick, Creative Commons Attribution Share-Alike License 3.0. You can copy, modify, and rerelease this work under the same license provided you give attribution to the author. See http://creativecommons

2- FUNDAMENTALS OF PHYSICS HALLIDAY & RESNICK 9^{th} EDITION Jearl Walker Cleveland State University